

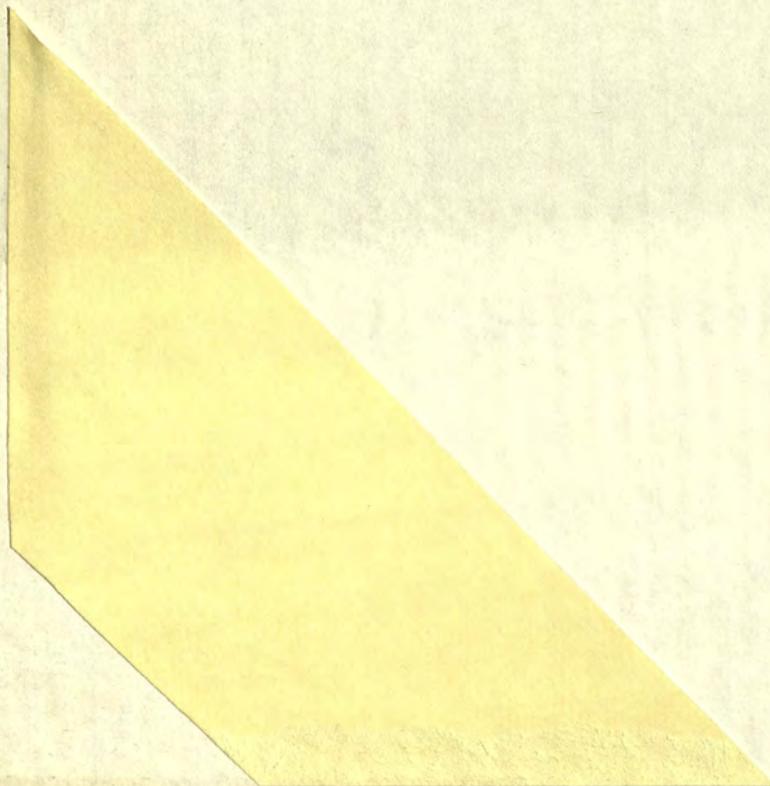
UNAM



103

TESIS-BCCT

457.103
R.abc





INSTITUTO DE GEOLOGIA
BIBLIOTECA

109
103

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE INGENIEROS

TESIS

PROFESIONAL PARA
INGENIERO PETROLERO

ANTONIO ROMO URZUA



BIBLIOTECA

1944

1.7(361)
6c

CLASIF. 2VA 1945 II

ADQUIS. I-109

FECHA _____

PROCED. _____

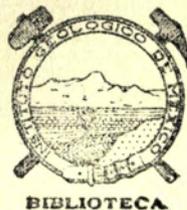
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MEXICO
SECRETARIA NACIONAL DE UNIVERSIDADES

Tesis que presenta el Pasante
ANTONIO ROMO URZUA
para sustentar el examen profesional de
INGENIERO PETROLERO.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE INGENIEROS

Tesis que presenta el Pasante
ANTONIO ROMO URZUA
para sustentar el examen profesional de
INGENIERO PETROLERO.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE INGENIEROS

467.7(361)

R06c

Teoría de presiones elásticas

ANTONIO ROMO URZUA

Para presentar el examen profesional de

INGENIERO PETROLERO.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE INGENIEROS

CONVENIENCIA DE EMPLEAR EL BOMBEO
MECANICO EN LOS POZOS DEL DISTRITO
PETROLERO DE EL BURRO.

597

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE INGENIEROS

COMUNICACION DE EMPLAZAR EL BOMBO
MEXICANO EN LOS POZOS DEL DISTRITO
PETROLERO DE EL BURRO.

ESCUELA NACIONAL DE INGENIEROS
Dirección.
Núm. 731/601.
Exp. Núm. 731/214.2/-

Al Pasante de la carrera de Ingeniero
Petrolero de esta Escuela.
Señor Antonio ROMO URZUA.
P r e s e n t e.

En atención a la solicitud presentada por usted a esta Dirección, pidiendo tema para su tesis de examen profesional, me es grato enviarle, adjunto al presente, el que por indicación de esta propia Dirección y con la aprobación de la misma, ha formulado el señor profesor ingeniero Alfonso Barnetche.

Reitero a usted las seguridades de mi atenta consideración.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
México, D.F., a 26 de abril de 1943.

EL DIRECTOR

(Fdo) Pedro Martínez Tornel.
Ing. Pedro Martínez Tornel.

UN ANEXO

PMT/TB/mr.

ESCUELA NACIONAL DE INGENIEROS
DIRECCIÓN
MEX. 731601.
Exp. Núm. 73151A.2A-

Al Pasante de la carrera de Ingeniero
Petrolero de esta Escuela.
Señor Antonio ROMO URZUA.
P r e s e n t e.

En atención a la solicitud presentada por usted
a esta Dirección, pidiendo tema para su tesis de examen pro-
fesional, me es grato avisarle, adjunto al presente, el que
por indicación de esta propia Dirección y con la aprobación
de la misma, ha formulado el señor profesor ingeniero Alfonso
Barratón.

Heitero a usted las seguridades de mi atenta con-
sideración.

"POR MI BAZA HABLA EL ESPÍRITU"
México, D.F., a 25 de abril de 1947.

EL DIRECTOR

(Fdo) Pedro Martínez Tornel.
Ing. Pedro Martínez Tornel.

MEXICO
MEX. 731601.

México, D.F. abril 6 de 1943.

Sr. Ing. Pedro Martínez Tornel,
Director de la Escuela Nacional de Ingenieros,
Presente.

De acuerdo con su comunicación No. 731-377, exp. No. 731-214.2/- del día 15 de marzo último, me permito proponer como tema para la tesis del examen profesional del Sr. Antonio Romo Urzúa, Pasante de la carrera de Ingeniero Petrolero, el siguiente:

"Estudiar la conveniencia de emplear el sistema de bombeo mecánico en los pozos del campo El Burro, en el Istmo de Tehuantepec, en substitución del procedimiento actualmente empleado de inyección de gas. Se harán notar especialmente las ventajas y desventajas que presenta el uso de unidades individuales de bombeo en comparación con instalaciones para bombear por medio de una central motriz varios pozos o la totalidad de ellos. Deberá procurarse en la selección del equipo la estandarización con el de otros campos de la región y su posible aplicación en el futuro fuera del distrito El Burro".

Esperando que el tema anterior merezca su aprobación, me repito a sus estimables órdenes.

(Edo) Alfonso Barnetche
Ing. Alfonso Barnetche

México, D.F., abril 6 de 1945.

Dr. Ing. Pedro Martínez Tamez,
Director de la Escuela Nacional de Ingenieros,
Presente.

De acuerdo con su comunicación No. 751-377, exp. No. 751-214, - del día 15 de marzo último, me permito proponer como tema para la tesis del examen profesional del Sr. Anso nic Romo Uruñá, Pasante de la carrera de Ingeniería Petrolera, el siguiente:

"Estudiar la conveniencia de emplear el sistema de bombeo mecánico en los pozos del campo El Burro, en el Estado de Tlaxcala, en sustitución del procedimiento actualmente empleado de inyección de gas. Se harán notar especialmente las ventajas y desventajas que presenta el uso de unidades individuales de bombeo en comparación con instalaciones para bombear por medio de una central motriz varios pozos o la calidad de ellos. Deberá procurarse en la selección del equipo la estandarización con el de otros campos de la región y su posible aplicación en el futuro frente del distrito El Burro."

Esperando que el tema anterior merezca su aprobación, me despido a sus saludos cordiales.

(Fdo) Alfonso Barreto
Ing. Alfonso Barreto

A la memoria de mi madre

Sra. Ma. Trinidad Urzúa de Romo

a mi padre

Sr. Eulogio Romo.

A la H. Sección Núm. 22
del S.T.P.R.M.

A la memoria de mi madre
Sta. Ma. Trinidad Urrutia de Romo
y mi padre
Sr. Eulogio Romo.

A la H. Sección N.º 22
del S.T.P.R.M.

CONTENIDO

	Pags.
I. GENERALIDADES:	1
1. Situación geográfica	1
2. Topografía	1
3. Comunicaciones	1
a. Terrestres	
b. Marítimas	
c. Aéreas	
4. Descubrimiento del yacimiento	2
II. GEOLOGIA:	3
1. Estructura	3
2. Estratigrafía	3
a. Cedral	
b. Agueguesquite	
c. Lignítico	
d. Filisola	
e. Concepción Superior	
f. Concepción Inferior	
g. Encanto	
h. Depósito	
i. La Laja	
j. Eoceno	
k. Sal	
III. ESTADO ACTUAL DE EXPLOTACION:	10
1. Pozos	10
2. Breve descripción de los sistemas empleados	14
a. Inyección Continua (I.C.)	
b. Inyección Intermitente	
3. Características del aceite crudo	20
4. Proceso general del aceite crudo	21
5. Producción individual de los pozos	22
6. Proceso general del gas	23
IV. EL BOMBEO MECANICO COMO SISTEMA DE EXPLOTACION	26
1. Bombas de camisas seccionadas	28
a. Casquillos	
b. Camisas	
c. Niples de extensión	
d. Pistones	
e. Válvulas	
2. Bombas removibles	31
3. Bombas de empaque de fluido	31
4. Tubería, varillas de succión y otros accesorios relativos	32
a. Tubería de producción y detenedores	

CONTENIDO

Págs.

1
1
1
1

I. GENERALIDADES:

1. Situación geográfica

2. Topografía

3. Comunicaciones

4. Terrestres

5. Marítimas

6. Aéreas

7. Descubrimiento del yacimiento

2
3
4

II. GEOLOGÍA:

1. Estratigrafía

2. Estratigráfica

3. Geología

4. Geología

5. Geología

6. Geología

7. Geología

8. Geología

9. Geología

10. Geología

11. Geología

12. Geología

13. Geología

14. Geología

15. Geología

16. Geología

17. Geología

18. Geología

19. Geología

20. Geología

10
10
14

III. ESTADO ACTUAL DE EXPLOTACIÓN:

1. Pozos

2. Breve descripción de los sistemas empleados

3. Inyección Común (I.C.)

4. Inyección Inyectante

5. Características del aceite crudo

6. Proceso general del aceite crudo

7. Producción individual de los pozos

8. Proceso general del gas

20
21
22
23

25
28

IV. EL BOMBEO MECÁNICO COMO SISTEMA DE EXPLOTACIÓN

1. Bombas de cámara seccionadas

2. Gasolinas

3. Cámaras

4. Niples de extensión

5. Pistones

6. Válvulas

7. Bombas neumáticas

8. Bombas de cámara de líquido

9. Tablas, varillas de acción y otros accesorios

10. Tablas de producción y detenedores

31
31
32

	Pags.
b. Varillas de succión, pulidas y prensa estopas	
c. Niple perforado y áncora de gas	
d. Cabeza de los pozos	
5. Motores y Unidades de bombeo	35
V. CONVENIENCIA DE LA CONVERSION A BOMBEO:	39
VI. PROYECTO:	45
1. Variantes relativas al equipo superficial	45
a. Unidad Central para accionar un grupo de 3 ó 4 pozos	
b. Unidad Central para accionar un grupo de 10, 12 ó más pozos	
c. Unidad Individual para accionar cada pozo	
2. Cálculo de las características que deberá ofrecer el equipo	47
a. Producción	
b. Profundidad de la bomba	
c. Velocidad de bombeo	
d. Longitud de la carrera	
e. Tubería de producción	
f. Diámetro efectivo del pistón	
g. Diámetro de las varillas de succión	
h. Unidad de bombeo	
i. Motor primordial	
3. Selección del equipo de acuerdo con las características calculadas	70
a. Bomba	
b. Varillas pulidas, de succión y prensa estopas	
c. Unidad de bombeo	
d. Motor primordial	
4. Gas combustible y agua de enfriamiento	73
5. Material requerido	74
6. Material que se recuperará	75

- b. Verillas de succión, pulidas y premas este-
ras
- c. Riego perforado y áncoras de gas
- d. Cables de los pozos
- 5. Motores y unidades de bombeo

35

39

V. CONVERSION DE LA CONVERSION A BOMBEO:

VI. PROYECTOS:

- 1. Variantes relativas al equipo superficial
 - a. Unidad Central para accionar un grupo de 2
ó 4 pozos
 - b. Unidad Central para accionar un grupo de -
10, 12 ó más pozos
 - c. Unidad individual para accionar cada pozo
- 2. Grupos de las características que deberá org-
nizar el equipo

47

- a. Producción
- b. Profundidad de la bomba
- c. Velocidad de bombeo
- d. Longitud de la carrera
- e. Teoría de producción
- f. Diámetro efectivo del pistón
- g. Diámetro de las verillas de succión
- h. Unidad de bombeo
- i. Motor primario

50

- 3. Selección del equipo de acuerdo con las caracte-
rísticas siguientes

- a. Bomba
- b. Verillas pulidas, de succión y premas este-
ras
- c. Unidad de bombeo
- d. Motor primario
- 4. Gas o líquido y agua de extracción
- 5. Material perforado
- 6. Material que se recuperará

52
53
54

I. GENERALIDADES.

1. Situación geográfica:

El Distrito Petrolero de El Burro se encuentra localizado en la provincia fisiográfica llamada Región Costera del Golfo de México, en la faja conocida como Istmo de Tehuantepec. Políticamente pertenece a la Congregación de Agua Dulce, Municipio de Coatzacoalcos, Estado de Veracruz. Está situado, aproximadamente, a 28 Km. al Este del puerto de Coatzacoalcos, a 9 Km. al Sur del puerto de Tonalá (Ver.) y a 2 Km. al Suroeste del Distrito Petrolero de Tonalá.

2. Topografía:

El terreno es ondulado ó con poca expresión topográfica, variando en altitud entre los 5 m. y los 30 m. sobre el nivel del mar. Presenta algunas partes pantanosas.

3. Comunicaciones:

a. Terrestres:

Vía "Decauville" al Distrito de Tonalá, brecha para automóviles y camiones (temporada de secas) entre las congregaciones de Agua Dulce y Allende (frente a Coatzacoalcos, en la margen derecha del río del mismo nombre) y vía "Decauville" al Muelle de Agua Dulce en la margen izquierda del río Tonalá.

b. Marítimas y fluviales:

Por los ríos Tonalá y Tancochapa al Distrito El Plán y la Congregación de las Choapas y por el río de Tonalá, el

I. GENERALIDADES.

1. Situación geográfica.

El Distrito Petrolero de El Barrio se encuentra localizado en la provincia rindiéndose llamada Región Costera del Golfo de México, en la zona conocida como Istmo de Tehuantepec. Políticamente pertenece a la Gobernación de Agua Dulce, Municipio de Coahuila, Estado de Veracruz. Está situado, aproximadamente, a 28 Km. al Norte del puerto de Coahuila, a 9 Km. al Sur del puerto de Tonala (Ver.) y a 2 Km. al Suroeste del Distrito Petrolero de Tonala.

2. Topografía.

El terreno es ondulado e con poca expresión topográfica, variando en altitud entre los 2 m. y los 30 m. sobre el nivel del mar. Presenta algunas partes pantanosas.

3. Geografía.

a. Límites.

El "Desevilla" el Distrito de Tonala, hacia el Sur y al Noreste y con rumbo (temporales de agua) entre las comunidades de Agua Dulce y Alinda (Trente a Coahuila). En la margen derecha del río del mismo nombre y al "Desevilla" el Muelle de Agua Dulce en la margen izquierda del río Tonala.

b. Muestreo y fajas.

Por los ríos Tonala y Tamococha al Distrito El Barrio y la Gobernación de las Choapas y por el río de Tonala, la

Golfo de México y el río Coatzacoalcos, al puerto de este mismo nombre, a la Congregación de Nanchital y a la ciudad de Minatitlán.

c. Aéreas:

Servicio irregular entre Agua Dulce y Las Choapas, -- Coatzacoalcos y Minatitlán.

4. Descubrimiento del yacimiento:

Con la perforación del pozo El Burro núm. 1, denominado originalmente Tonalá núm. 74, se comprobó la existencia de aceite en la estructura. Fué puesto en producción en mayo de 1,931.

Colo de México y el río Costacalca, el punto de esta
misma ciudad, a la Congregación de Nanchital y a la ciudad
de Minatitlán.

o. A. 1931

Servicio irregular entre Agua Dulce y Las Chispas,
Congregaciones y Minatitlán.

A. D. 1931

Con la portadora del poco El Barro núm. 1, denominada
originalmente Tomal núm. 70, se compró la extensión de
terreno en la carretera. El punto en producción en mayo

de 1931.

II. GEOLOGIA.

1. Estructura:

La estructura de El Burro es de características semejantes a todas las que se han encontrado en la región del Istmo. Brevemente puede describirse como un anticlinal asimétrico de flancos de pendiente suave, con una depresión central y cuyo eje sigue la dirección Norte-Sur en la parte Norte y Este-Oeste en la parte Sur. Está asociada a la misma intrusión salina que la estructura de Tonalá, pero se encontró a mayor profundidad.

La estructura está dividida en 9 bloques por las fallas normales que presenta.

2. Estratigrafía:

Las formaciones encontradas en El Burro están comprendidas entre el Mioceno Superior y el Eoceno y pueden correlacionarse con las que presentan otras estructuras de esta misma región. La potencia de estas formaciones es muy variable debido a la intrusión salina sobre la cual yacen y al efecto de las fallas.

Las formaciones productoras son: Concepción Inferior y Encanto (Zonas A, A-1 y B). De los 36 pozos actualmente en explotación, 21 producen del Concepción Inferior, 10 del Encanto Zona B, uno del Encanto Zona A-1, y los 4 restantes simultáneamente del Concepción Inferior y del Encanto Zona A. Entre las formaciones Concepción Inferior y Encanto Zona A,

II. GEOLOGIA.

1. Estructuras:

La estructura de El Barro es de características semejantes a todas las que se han encontrado en la región del lat. no. Éste puede describirse como un anticlinal asimétrico de flancos de pendientes suaves, con una depresión central y cuyo eje sigue la dirección Norte-Sur en la parte Norte y Este-Oeste en la parte Sur. Está asociada a las mismas intrusiones salinas que la estructura de Tonala, pero se extiende a mayor profundidad.

La estructura está dividida en 2 bloques por las fallas normales que presenta.

2. Estratigrafía:

Las formaciones encontradas en El Barro están comprendidas entre el Mioceno Superior y el Eoceno y pueden correlacionarse con las que presentan otras estructuras de esta misma región. La potencia de estas formaciones es muy variable debido a la intrusión salina sobre la cual yace y al tipo de las fallas.

Las formaciones productoras son: Concepción Inferior y Escanto (Zonas A, A-1 y B). De las 36 pozas actualmente en explotación. Si producen del Concepción Inferior, 10 del Escanto B, uno del Escanto Zona A-1, y los 4 restantes simultáneamente del Concepción Inferior y del Escanto Zona A. Entre las formaciones Concepción Inferior y Escanto Zona A,

inicialmente, no se encontró capa acuífera intermedia alguna.

En la tabla siguiente se indica la estratigrafía de la estructura:

TABLA I.

	Superior	Cedral		
		Agueguesquite		
Mioceno	Medio	Paraje Solo	Superior	Lignítico
			Inferior	Filisola
		Concepción	Superior	
			Inferior	
	Inferior	Encanto		
	Superior	Depósito		
Oligoceno	Inferior	La Laja		
Eoceno				
?		Sal		

a. Cedral:

Fauna: Ninguna.

Únicamente se encuentra en el extremo sur del Campo. Está constituido por arenas y arcillas arenosas rojas y amarillas.

b. Agueguesquite:

Espesor máximo: 57.8 m.

Fauna: Foraminíferos muy numerosos y pelecípodos. Está constituido por arenas y arcillas de color gris oscuro.

c. Lignítico:

Espesor máximo: 332.4 m.

Fauna: Pelecípodos ocasionalmente.

Consiste de capas alternadas de arenas y lutitas con abundante material carbonoso y lignítico; su color varía, se

gún su contenido de estos materiales, del azul claro, verde, gris ó café grisáceo al café oscuro ó negro. Las capas ligníticas varían de la lignita dura, laminar, negra, a la lutita de color café oscuro con restos de plantas. Las arenas no tienen características especiales y son de color gris, variando del grano fino al grueso, inconsolidadas.

d. Filisola:

Espesor máximo: 371.8 m.

Fauna: Pelecípodos, gasterópodos y foraminíferos.

Está constituida por arenas con algunas capas muy delgadas de lutita. Las arenas son de grano fino a medio y de color gris claro y gris oscuro. En partes, la arena es muy gruesa y se encuentran capas delgadas de grava con algunos guijarros; en general en la parte superior no están cementadas y ocasionalmente son arcillosas. Es característica la presencia de una banda de arenisca en la parte basal y también la zona fosilífera (Macrofósiles). Las Lutitas que presenta son generalmente de color gris oscuro o café con abundantes restos de plantas y semejantes a las del Lignítico.

Esta formación abarca el Paraje Solo Inferior y una parte del Concepción Superior y el contacto entre estas dos últimas se determina con la primera aparición de los foraminíferos: *Cristellaria Vaughani* y *Cristellaria Rotulata*.

e. Concepción Superior:

Espesor máximo: 113.8 m.

Fauna: Foraminíferos.

La parte superior está constituida por las arenas del Filisola, descritas anteriormente y la parte inferior por lutitas duras, no estratificadas y arenosas con abundantes nodulos calcáreos de color café que son característicos. Los

donde en contornos de estas características, del azul claro, verde
 de, gris o café grisáceo al café oscuro o negro, las capas
 ligníticas varían de la ligera dura, laminar, negra, a la
 lútila de color café oscuro con restos de plantas, las que
 muchas tienen características especiales y son de color gris,
 variando del grano fino al grueso, inconspicuas.

4. Filial:

Espesor máximo: 371.8 m.

Forma: Filial, gastropoda y foraminifera.
 Esta constituida por arenas con algunas capas muy delgas
 de lutita, las arenas son de grano fino a medio y de co-
 lor gris claro y gris oscuro, en partes, la arena es muy
 gruesa y se encuentran capas delgadas de grava con algunas
 gravillas; en general en la parte superior no están comen-
 das y ocasionalmente son arcillosas. La arenita de la
 parte superior de una banda de arenas en la parte basal y tam-
 bién la zona fosilifera (Mecrofolia). Las lutitas que pre-
 cedan son generalmente de color gris oscuro o café con algu-
 nos restos de plantas y semillas a las del lignítico.

Esta formación abarca el rango Solo Inferior y una por-
 ción del rango Superior y el contacto entre estas dos di-
 visiones se determina con la primera aparición de los forami-
 niferos: *Orbitolina*, *Vauclini* y *Orbitolina* *Rotunda*.

5. Formación Superior:

Espesor máximo: 113.8 m.

Forma: Foraminifera.

La parte superior está constituida por las arenas del ri-
 chio, descrita anteriormente y la parte inferior por la
 arena dura, no laminada y arenas con abundantes
 restos de plantas de color café que son características, los

colores predominantes de estas lutitas son el gris oscuro y el gris verdoso y el café. Ocasionalmente se encuentra material carbonoso. Entre las arenas de Filisola y las lutitas del Concepción Inferior existen unas capas de transición -- (de 15 a 20 m.) constituidas por arenas grises de grano fino y lutitas grises y cafés alternadas en proporción variable y oscurecen el contacto.

f. Concepción Inferior:

Espesor máximo: 216.3 m.

Fauna: Foraminíferos.

Esta formación se distingue de la anterior por la aparición de una microfauna diferente. En el contacto, los foraminíferos se encuentran aislados y escasos tendiendo a desaparecer, pero después de un intervalo se encuentra una zona muy rica de microfósiles característicos de este horizonte y que son: *Marginulina subhirsuta* Nuttall, *Marginulina subhirsuta* var. *glabrata* Nuttall, *Marginulina subhirsuta* var. *tuberculata* Nuttall, *Textularia mississippiensis* Cushman y *Nodosaria hispida* d'Orbigny. La distancia entre la base de las arenas de Filisola y esta zona de abundantes foraminíferos es muy regular y de unos 150 m.

Consiste de lutitas con un desarrollo variable de arenas en la base; las lutitas varían en color del verde oscuro y gris verdoso al gris oscuro. En la base las lutitas son más oscuras y duras que en la cima y son laminares; las de la cima son blandas arenosas y contienen a menudo abundante mica que les proporciona una apariencia característica. Los nódulos calcáreos característicos del Concepción Superior desaparecen al principio del Inferior pero se encuentran nue

colores predominantemente de estas tintas son el gris oscuro y el gris varioso y el café. Ocasionalmente se encuentran más raras las arenas de Filisola y las tintas del Conocimiento Inferior en las capas de transición (de 15 a 20 m.) constituidas por arenas grises de grano fino y tintas grises y café alternadas en proporción variable y aparecen el contacto.

1. Conocimiento Inferior:

Epesor máximo: 210.5 m.

Forma: Formaciones.

Esta formación se distingue de la anterior por la existencia de una microfauna diferente. En el contacto, las fósiles se encuentran aisladas y escasas tendiendo a desaparecer, pero después de un intervalo se encuentran una gran variedad de microfósiles característicos de este horizonte y que son: Marginulina subparvula Nuttall, Marginulina subparvula var. gibbata Nuttall, Marginulina subparvula var. subparvula Nuttall, Textularia mississippiensis Galloway y Nodosaria blanda d'Orbigny. La distancia entre la base de las arenas de Filisola y esta zona de abundantes formaciones es muy regular y de unos 150 m.

Constata de tintas con un desarrollo variable de arenas en la base; las tintas varían en color del verde oscuro y gris varioso al gris oscuro. En la base las tintas son más escasas y duras que en la cima y son laminares; las de la cima son blandas arenosas y contienen a menudo abundante algas que las proporcionan una apariencia característica. Las algas calcáreas características del Conocimiento Superior desaparecen al principio del Inferior pero se encuentran muy

el oscurecimiento de las lutitas.

Las arenas de esta formación no están regularmente desarrolladas. Cuando se encuentran arenas arriba de la zona fosilífera, están impregnadas de un aceite pesado y oscuro -- con un alto porcentaje de agua. Estas arenas están aisladas en todos los pozos. Abajo de la zona de abundante fauna se encuentran las principales arenas productoras del Campo. En algunos pozos se encuentra un cuerpo arenoso, 35 m. abajo de la zona de abundante fauna, de 12 m. de potencia como -- máximo, con muy buena impregnación de aceite. Estas arenas son de grano medio y su desarrollo es muy irregular tendiendo a cambiarse lateral y rápidamente en lutitas arenosas o en lutitas con capas delgadas de arena. Las arenas productoras principales propiamente dichas se encuentran a 70 ó 80 m. abajo de la cima de la zona de abundante fauna, estas arenas son de grano fino a medio, compactas con láminas muy -- delgadas de material carbonoso. Su potencia varía entre los 5 y 40 m. En la parte norte de la estructura es donde se encuentra el desarrollo más regular con un promedio de 20 a 25 m. de potencia.

g. Encanto:

Espesor máximo: 736.5 m.

Fauna: Foraminíferos.

Está constituido por capas alternadas de arena y lutita, distinguiéndose del Concepción Inferior por la aparición de una microfauna diferente y el contacto se definió por la primera aparición de la *Uvigerina auberiana* d'Orbigny. Posteriormente aparecen otros, los foraminíferos que son característicos de este horizonte: *Uvigerina crassistriata* Nuttall, *Textularia hauerii* d'Orbigny y *Cibicides mundula*.

el encarecimiento de las lavitas.

Las arenas de esta formación no están regularmente desarrolladas. Cuando se encuentran arenas arriba de la zona de lavitas, están impregnadas de un aceite pesado y oscuro con un alto porcentaje de agua. Estas arenas están asociadas en todos los pozos. Arriba de la zona de abundante leña se encuentran las principales arenas productoras del Campo. En algunos pozos se encuentran un cuerpo arenoso, 25 m. abajo de la zona de abundante leña, de 12 m. de potencia como máximo, con muy buena impregnación de aceite. Estas arenas son de grano medio y su desarrollo es muy irregular tendiendo a ampliarse lateral y rápidamente en lavitas arenosas o en lavitas con capas delgadas de arena. Las arenas productoras principales propiamente dichas se encuentran a 70 a 80 m. abajo de la cima de la zona de abundante leña, estas arenas son de grano fino a medio, compactas con lavitas muy delgadas de material carbonoso. Su potencia varía entre los 5 y 40 m. En la parte norte de la estructura se donde se encuentran el desarrollo más regular con un promedio de 20 a 25 m. de potencia.

2. Benceno

Espesor máximo: 736.5 m.

Forma: Formación.

Esta constituido por capas alternadas de arena y lavita. Distribuidos del Condado Interior por la aparición de una microflora diferente y el contacto se define por la parte superior de la Uvigerina suberina d'Orbigny. Posteriormente aparecen otros, los formaliníferos que son característicos de este horizonte: Uvigerina ornata y Nuttall. Texturas basales d'Orbigny y Globuloides mundula.

En las lutitas predomina el color verde olivo pero en algunos lugares varía del gris al gris verdoso. Tanto el color verde olivo como la textura escamosa ayudan a distinguir, litológicamente, este horizonte del Concepción Inferior, cuyas lutitas son generalmente más oscuras y arenosas. Los nódulos calcáreos son muy escasos en estas lutitas.

Las arenas varían del grano fino al grueso y generalmente no están consolidadas.

Se han encontrado hasta nueve cuerpos de arena (Zonas A, A-1, B, C, D, E, F, G y H) separadas entre sí por capas de lutita. De estas zonas únicamente se ha obtenido producción de las zonas A, A-1 y B.

h. Depósito:

Espesor máximo: 39.2 m.

Fauna: Foraminíferos.

Se caracteriza por la presencia regular de los foraminíferos *Gyrogonina broekhiana* y *Cibicides akneriana*, pero el contacto con la formación super-yacente no es siempre fácilmente definido. Consiste de lutitas idénticas en apariencia a las del Encanto por lo que el contacto no puede determinarse litológicamente. En ocasiones se encuentran estrías de anhidrita.

En El Burro únicamente en dos pozos se alcanzó este horizonte y en otro más se pasó a la siguiente formación sin encontrar la fauna característica del Depósito.

i. La Laja:

Espesor máximo: 294.3 m.

Fauna: Foraminíferos.

Está constituido por lutitas de color azul brillante que es característico y que con la aparición de abundantes *Glo*

En las lutitas predominan el color verde olivo pero en algunas localidades varía del gris al gris verdoso. Tanto el color verde olivo como la textura escamosa parecen a distancias litológicamente, este horizonte del Conquistador inferior, en las lutitas son generalmente más oscuras y arenosas. Los nodos calcáreos son muy escasos en estas lutitas.

Las arenas varían del grano fino al grueso y generalmente no están consolidadas.

Se han encontrado hasta nueve cuerpos de arena (zonas A, A-1, B, C, D, E, F, G y H) separadas entre sí por capas de lutita. De estas zonas únicamente se ha obtenido producción de las zonas A, A-1 y B.

ii. Depósito:

Espesor máximo: 39.5 m.

Forma: Formación.

Se caracterizan por la presencia regular de los foraminíferos Gyalidina proskiana y Gyalidina americana, pero al contacto con la formación super-yacente no es siempre fácil de distinguir. Consta de lutitas idénticas en estructura a las del horizonte por lo que el contacto no puede determinarse litológicamente. En ocasiones se encuentran estrías de arenarrit.

En el fondo únicamente en dos pozos se alcanzó este horizonte y en otro más se pasó a la siguiente formación sin encontrar la fauna característica del Depósito.

i. La lutita:

Espesor máximo: 29.5 m.

Forma: Formación.

Esta constituida por lutitas de color azul brillante que se caracterizan y que con la aparición de abundantes dig...

bigerina permiten determinar la cima. Se encuentran intercalados lechos de cenizas volcánicas algunas veces impregnadas de aceite, pero que al ser probadas produjeron agua salada y poco gas. Se presentan numerosas fracturas.

j. Eoceno:

Espesor máximo: 14.1 m.

Fauna: Foraminíferos.

Está constituido por lutitas azules grises y cafés. Únicamente en un pozo se alcanzó este horizonte.

k. Sal:

Se alcanzó únicamente en un pozo en el cual se cortaron 3.3 m. de anhídrita cristalina y 91.9 m. de sal blanca, pura y cristalizada con algunas estrías rosadas y grises.

algunas partes determinadas la cual se encuentran intere-
lados las de cenizas volcánicas algunas veces impregnadas
de aceite, pero que al ser probadas producen agua
linda y poco gas. Se presentan numerosas fracturas.

1. Locos:

Espesor máximo: 14.1 m.

Forma: Irregular.

Esta constituido por litas azules grises y café. Uni-
camente en un pozo se alcanzó este horizonte.

1. Sal:

Se alcanzó únicamente en un pozo en el cual se cortaron
2.5 m. de sal blanca cristalina y 91.9 m. de sal blanca, pu-
ra y cristalizada con algunas estrías rosadas y grises.

III. ESTADO ACTUAL DE EXPLOTACION.

1. Pozos:

En el Distrito de El Burro se han perforado hasta la fecha 45 pozos, de los cuales 38 fueron terminados en el período comprendido de mayo de 1,931 a agosto de 1,934, 4 en 1,935 y uno en cada uno de los años de 1,936, 39 y 40. De estos 45 pozos, se terminaron como productores 38 y los 7 restantes resultaron secos y fueron taponados. Posteriormente se agotaron otros 2 y fueron abandonados y taponados. Por tanto, actualmente existen en este Distrito 36 pozos en producción ó en posibilidad de producir, puesto que, 6 pozos están cerrados debido a su alto porcentaje de agua y excesiva relación de gas inyectado.

En las dos tablas que se adjuntan en las páginas siguientes se indican, en la II, los sistemas de producción empleados actualmente en cada uno de éstos pozos así como los horizontes de los cuales producen y en la III la profundidad total, cedazo y tuberías de producción correspondientes.

El sistema que se indica para los pozos 3, 8, 21, 28, 30 y 48, que como se dijo anteriormente están cerrados, fué el último que se empleó para estimular su producción.

III. ESTADO ACTUAL DE EXPLOTACION.

I. Pozos:

En el Distrito de El Barro se han perforado hasta la fecha 45 pozos, de los cuales 38 fueron terminados en el periodo comprendido de mayo de 1931 a agosto de 1934, 4 en 1935 y uno en cada uno de los años de 1936, 39 y 40. De estos 45 pozos, se terminaron como productores 38 y los 7 restantes realizaron secos y fueron abandonados. Posteriormente se exploraron otros 2 y fueron abandonados y tapados. Por tanto, actualmente existen en este Distrito 36 pozos en producción en posibilidad de producir, puesto que, 6 pozos de esta categoría debido a un alto porcentaje de agua y exceso de retención de gas han quedado.

En las dos tablas que se adjuntan en las páginas siguientes se indican, en la II, los sistemas de producción empleados actualmente en cada uno de los pozos así como los resultados de los cuales producen y en la III la producción total, según y tipo de producción correspondientes.

El sistema que se indica para los pozos 5, 8, 21, 28, 30 y 48, así como se dijo anteriormente están cerrados, así el mismo que se emplea para estimular su producción.

TABLA II.

SISTEMAS DE PRODUCCION Y HORIZONTES PRODUCTORES:

Horizonte	Sistema			Totales
	Inyección Continúa	A. G. B.	I. I. F.	
Concepción Inferior	5	4, 8, 10, 14, 17, 22, 23 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 36, 37, 38, 46, 48	27	21
Concepción Inferior y Encanto Zona A.	1	7	9, 13	4
Encanto Zona A-1	52	-	-	1
Encanto Zona B	-	3, 11, 21, 40, 42, 43, 57, 58.	33, 44	10
Totales	3	28	5	36

TABLA III.

PROFUNDIDAD TOTAL, CEDAZO Y TUBERIAS DE PRODUCCION

Pozo	Profundidad total	Cedazo	Tuberías de Producción	Notas
Núm.	m.	Diámetro : pulgs.	Diámetro y tipo	
1	824.0	6-5/8	2" ref.	(1)
3	947.9	4-3/4	-	(1)
4	811.7	6-5/8	Ext. 3" pl. y ref., Int. 2" pl. c.r.	(1)
5	818.0	6-5/8	3" pl. y ref.	(1)
7	820.0	6-5/8	Ext. 2-1/2" pl., Int. 1-1/2" pl.	(1)
8	790.0	6-5/8	Ext. 3" pl. y ref., Int. 2" pl. c.r.	(1)
9	821.0	6-5/8	3" y 2-1/2" ref.	(1)
10	799.7	6-5/8	Ext. 2-1/2" pl., Int. 1-1/2" pl. c.r.	(1)
11	757.3	4-3/4	Ext. 3" pl., Int. 2" pl. c.r.	(1)
13	810.0	6-5/8	Ext. 3" pl., Int. 2" pl. c.r.	(1)
14	805.0	6-5/8	Ext. 3" ref., Int. 2" pl. c.r.	(1)
17	781.8	6-5/8	Ext. 3" pl., Int. 2" pl. c.r.	(1)
21	760.9	4-3/4	-	(1)
22	795.0	6-5/8	Ext. 2-1/2" pl., Int. 1-1/2" pl. c.r.	
23	810.0	6-5/8	Ext. 2-1/2" pl., Int. 1-1/2" pl. c.r.	
24	810.0	6-5/8	Ext. 2-1/2" pl., Int. 1-1/2" pl. c.r.	
25	808.0	6-5/8	Ext. 2-1/2" pl., Int. 1-1/2" pl. c.r.	
26	818.3	6-5/8	Ext. 2-1/2" pl., Int. 1-1/2" pl. c.r.	
27	814.0	6-5/8	Ext. 2-1/2" pl., Int. 1-1/2" pl. c.r.	
28	803.4	6-5/8	2-1/2" pl.	
29	799.4	4-3/4	Ext. 2-1/2" pl., Int. 1-1/2" pl. c.r.	
30	810.0	4-3/4	-	
31	810.0	6-5/8	Ext. 2-1/2" ref., Int. 1-1/2" pl. c.r.	
33	745.0	6-5/8	Ext. 3" pl., Int. 2" pl. c.r.	

Pozo	Profundidad:	Cedazo	Tuberías de Producción	Notas
Núm.	total	Diámetro:	Diámetro y tipo	
	m.	pulg.		
36	776.0	6-5/8	3" pl. y ref., Int. 2" pl. c.r.	
37	811.0	6-5/8	3" ref., Int. 2" pl. c.r.	
38	803.0	6-5/8	2-1/2" ref., Int. 1-1/2" pl. c.r.	
40	744.5	6-5/8	3" pl., Int. 2" pl. c.r.	
42	971.9	6-5/8	3" pl., Int. 2" pl. c.r.	
43	955.0	6-5/8	2-1/2" pl., Int. 1-1/2" pl. c.r.	
44	954.5	6-5/8	3" pl.	
46	783.5	6-5/8	3" ref., Int. 2" pl. c.r.	
48	775.0	6-5/8	3" pl., Int. 2" pl. c.r.	
52	890.0	6-5/8	2-1/2" pl. y ref.	
57	750.0	6-5/8	3" pl., Int. 2" pl. c.r.	
58	730.0	6-5/8	3" pl., Int. 2" pl. c.r.	(1)

Abreviaturas:

ref, reforzada (external upset).
 pl, plana (plain)
 c.r., cople rebajado.

Observaciones:

(1) Cedazo suspendido desde la superficie con tubería en blanco del mismo diámetro. Los pozos restantes tienen empaque colgador.

2. Breve descripción de los sistemas empleados:

En el Distrito de El Burro, actualmente, en todos los pozos se estimula la producción por un medio artificial, esto es, con la inyección de gas a alta presión, tanto en forma continua como intermitente. Esta última en dos de sus variantes, a saber: Automatic Gas Bailer (A.G.B.) é Inyección Intermitente de Fondo (I.I.F.). Véase Tabla II.

A continuación se hace una breve descripción de estos sistemas tal y como se están empleando en el Distrito que nos ocupa:

a. Inyección Continua (I.C.):

Este sistema de producción se aplica en aquellos pozos -- en los cuales la energía propia del yacimiento ha disminuído a tal grado que ya no es suficiente para hacer aflorar el -- aceite. En los pozos de El Burro se ha puesto en práctica -- cuando se han tenido condiciones semejantes a las anteriores. En la actualidad únicamente 3 pozos (Núms. 1, 5 y 52) producen por este sistema.

El gas para inyectado es previamente comprimido en una -- Planta Central y es enviado a cada uno de los pozos a través de una red de tuberías de distribución. La inyección se hace al pozo a través del espacio anular comprendido entre la tubería de ademe (Casing) y la tubería de producción (Tubing), obteniéndose la producción a través de ésta con el estímulo del gas inyectado. Están en uso tuberías de producción de 2" y 3" (Véase Tabla III). Por medio de una válvula de compuerta de 1/4" ó de 3/8" de diámetro se controla el volumen de -- gas necesario para la inyección.

Quando el nivel estático del flúido dentro de la tubería de producción ha bajado y no es posible mantener continua la

2. Breve descripción de los sistemas empleados:

En el Distrito de El Barro, actualmente, en todos los pozos se estimula la producción por un medio artificial, esto es, con la inyección de gas a alta presión, tanto en forma continua como intermitente. Esta última en dos de sus variantes, a saber: Automático Gas Bailor (A.G.B.) e inyección intermitente de fondo (I.I.F.). Véase Tabla II.

A continuación se hace una breve descripción de estos sistemas tal y como se están empleando en el Distrito que nos ocupa:

a. Inyección Continua (I.C.):

Este sistema de producción se aplica en aquellos pozos en los cuales la energía propia del yacimiento ha disminuido a tal grado que ya no es suficiente para hacer flotar el aceite. En los pozos de El Barro se ha puesto en práctica cuando se han tenido condiciones semejantes a las anteriores. En la actualidad únicamente 3 pozos (Núms. 1, 5 y 52) producen con este sistema.

El gas para inyectado es previamente comprimido en una Planta Central y es enviado a cada uno de los pozos a través de una red de tuberías de distribución. La inyección se hace al pozo a través del espacio anular comprendido entre la tubería de acero (casing) y la tubería de producción (tubing). Mediante la producción a través de ésta con el estallido del gas inyectado. Está en uso tuberías de producción de 2" y 3" (Véase Tabla III). Por medio de una válvula de compresión de 1/2" de diámetro se controla el volumen de gas inyectado para la inyección.

Cuando el nivel estático del líquido dentro de la tubería de producción se baja y no es posible mantener continua la

producción se logra en ocasiones, con la colocación de un empaque de gas (Gas Packer) mantener alto dicho nivel estático y continuidad en la producción. El empaque de gas se coloca lo más bajo posible y arriba del cedazo del pozo, obturando el espacio anular entre la tubería de ademe y la tubería de producción. Con el objeto de permitir la entrada del gas de inyectado a la tubería de producción, se coloca en ésta a la profundidad conveniente, una pequeña válvula de contrapresión, cuyo diámetro variará de acuerdo con la cantidad necesaria de gas que habrá de inyectarse. En El Burro únicamente un pozo (Núm. 52) se encuentra trabajando en estas condiciones.

b. Inyección Intermitente:

Quando el volumen de fluido que escurre del yacimiento hacia el pozo disminuye considerablemente, el sistema de inyección continua, no es eficiente puesto que es capaz de extraer mayor cantidad de fluido que aquella que entra al pozo. En estas condiciones la producción no es continua y el gas inyectado circula sin objeto alguno. Por otra parte, en los períodos que la cantidad de fluido dentro del pozo es mínima y el gas circula, este opone una contrapresión en el fondo del pozo que disminuye el escurrimiento del yacimiento hacia el agujero. En estas condiciones es necesario aplicar el sistema de Inyección Intermitente con el que se logra una mayor eficiencia en la operación. Consiste esencialmente en aplicar la inyección de gas únicamente cuando se haya acumulado la cantidad adecuada de fluido que pueda ser llevada hasta la superficie. La duración de la inyección estará de acuerdo con el volumen de gas por extraer. En el Distrito de El Burro únicamente están en operación dos de las variantes de este --

producción se logra en ocasiones, con la colocación de un em
 pague de gas (Gas Pack) manteniendo alto dicho nivel estático
 y continuidad en la producción. El empaque de gas se coloca
 la más bajo posible y arriba del collar del pozo, obteniendo
 el espacio anular entre la tubería de acero y la tubería de
 producción. Con el objeto de permitir la entrada del gas de
 inyector a la tubería de producción, se coloca en ésta a la
 profundidad conveniente, una pequeña válvula de control—
 a la, cuyo diámetro varía de acuerdo con la cantidad nece—
 saria de gas que habrá de inyectarse. En El Barro únicamente
 se un pozo (Núm. 52) se encuentran trabajando en estas condi—
 ciones.

b. Inyección Intermitente:

Cuando el volumen de líquido que escurre del yacimiento
 se hace el pozo disminuye considerablemente, el sistema de
 inyección continua, no es eficiente puesto que es capaz de
 extraer mayor cantidad de líquido que aquella que entra al po
 zo. En estas condiciones la producción no es continua y el
 gas inyector circula sin objeto alguno. Por otra parte, en
 las períodos que la cantidad de líquido dentro del pozo en lí
 nias y el gas circula, esta opera una contrapresión en el fo
 do del pozo que disminuye el escorrentamiento del yacimiento
 con el tiempo. En estas condiciones es necesario aplicar el
 sistema de inyección intermitente con el que se logra una me
 jor eficiencia en la operación. Este consiste esencialmente en apl
 car la inyección de gas únicamente cuando se haya acumulado
 la cantidad adecuada de líquido que pueda ser llevada hasta el
 superficie. La duración de la inyección estará de acuerdo con
 el volumen de gas por extraer. En el Distrito de El Barro úni
 camente están en operación dos de las variantes de este —

sistema y que a continuación se indican:

1a. Automatic Gas Bailer (A.G.B.)

Se usan dos tuberías de producción, una dentro de la otra, inyectándose el gas por el espacio anular que queda entre ambas y la producción se obtiene a través de la tubería interior. La tubería exterior ó de mayor diámetro lleva en la parte inferior una válvula de pie. Actualmente se están empleando las siguientes tuberías de producción: exterior de 3" é interior de 2" ó bien exterior de 2-1/2" é interior de 1-1/2".

El gas de alta presión llega, como en los pozos de inyección continua, a través de la red de las tuberías de distribución. Para el control del número de inyecciones en un período dado de tiempo y la duración de las mismas, se emplea el dispositivo superficial de la casa Jordan & Taylor (J.A. T.). Este consiste de 3 partes esenciales que forman un circuito: distribuidor, líneas de transmisión y válvula magnética. El distribuidor J.A.T., actualmente en uso, está constituido por 5 secciones de 4 discos graduados, horizontales, cada una, que siguen el movimiento de un eje vertical cuya rotación la proporciona por intermedio de un juego de engranes que reducen la velocidad, un motor eléctrico de 0.01 HP. Los discos se mueven a razón de una revolución por hora. En la periferia de los discos se montan las "uñas" de diseño especial, iguales en número a las inyecciones por hora que se aplican a un pozo ó a varios. Los interruptores están provistos de una pequeña barra que permite ajustar el tiempo de inyectado. En cada revolución de los discos, las "uñas" al pasar frente a un interruptor de mercurio obligan a éste, mecánicamente, a cerrar el circuito, el cual se abre tan pronto

estamos y que a continuación se indican:

1. Automático Gas Soler (A.G.S.).

Se usan dos tuberías de producción, una dentro de la otra, inyectándose el gas por el espacio anular que queda entre las mismas y la producción se obtiene a través de la tubería interior. La tubería exterior es de mayor diámetro lleva en la parte inferior una válvula de pie. Actualmente se están ensayando las siguientes tuberías de producción: exterior de 2" e interior de 2" e bien exterior de 2-1/2" e interior de 1-1/2".

El gas de alta presión llega, como en los pozos de investigación continua, a través de la red de las tuberías de distribución. Para el control del número de inyecciones en un período dado de tiempo y la duración de las mismas, se emplea el dispositivo superficial de la casa Jordan & Taylor (J.A.T.). Este consiste de 5 partes esenciales que forman un circuito distribuidor, líneas de transmisión y válvulas magnéticas. El distribuidor J.A.T., actualmente en uso, está constituido por 5 secciones de 4 discos gradados, horizontales, cada una, que siguen el movimiento de un eje vertical cuyo movimiento es proporcional por intermedio de un juego de engranes que reducen la velocidad, un motor eléctrico de 0.01 HP. Las discos se mueven a razón de una revolución por hora. En la periferia de los discos se montan las "líneas" de diseño especial, iguales en número a las inyecciones por hora que se aplican a un pozo ó a varias. Los interruptores están provistos de una pequeña barra que permite ajustar el tiempo de inyección. En cada revolución de los discos, las "líneas" al pasar frente a un interruptor de contacto obligan a éste, mecánicamente, a cerrar el circuito, el cual se abre tan pronto

como las "uñas" dejan de obrar sobre el interruptor. Al cerrarse éste, el electroimán de la válvula magnética abre una pequeña válvula piloto que permiten el paso de una cantidad reducida de gas de A.F. que obrando sobre la válvula principal, instalada en la línea de inyectado, la abre y entra el gas al pozo. Al abrirse nuevamente el circuito, el electroimán permite que se cierre la válvula piloto, se abre un escape que hace disminuir la presión sobre la válvula principal y se cierra esta última terminando así la inyección. En los discos puede colocarse el número de "uñas" que se desee y a cada uno de ellos corresponde un pozo ó dos.

2a. Inyección Intermitente de Fondo (I.I.F.)

Esta variante se caracteriza por el hecho de que la válvula que controla la inyección de gas se encuentra colocada en la tubería de producción a la profundidad requerida.

El diseño y forma de accionar de estas válvulas hacen posible colocar varias de ellas en un mismo pozo, lo cual permite la operación a la profundidad que sea conveniente - sin necesidad de mover la tubería de producción y también ofrece facilidad para el arranque del pozo; otra ventaja consiste en que el espacio anular no queda exhausto al cesar cada inyección, como sucede en la variante A.G.B., sino por el contrario se mantiene lleno de gas. Las válvulas de inyección consisten en un cople en el cual existen, radialmente, tres orificios, en los cuales quedan alojados de adentro hacia afuera y en cada uno, un asiento anular, una canica que puede obturar totalmente a aquel pero que sobresale hacia el interior del cople una tercera parte y un anillo que mantiene a la canica en el orificio, estando éstos protegidos exteriormente por un cedazo. Estas válvulas permanecen cerradas cuan

como las "unhas" dejan de operar sobre el interruptor. Al co-
 rrer ésta, el electroimán de la válvula magnética sobre una
 pequeña válvula piloto que permite el paso de una cantidad
 reducida de gas de A.F. que opera sobre la válvula princi-
 pal, instalada en la línea de inyección, la abre y entra el
 gas al pozo. Al abrirse nuevamente el circuito, el electro-
 imán permite que se cierre la válvula piloto, se abra un canal
 de que hace disminuir la presión sobre la válvula principal
 y se cierra esta última terminando así la inyección. En los
 diseños puede colocarse el número de "unhas" que se desee y a
 cada uno de ellas corresponde un pozo ó dos.

2a. Inyección Intermitente de Fondo (I.I.F.).

Esta variante se caracteriza por el hecho de que la
 válvula que controla la inyección de gas se encuentra colocada
 en la tubería de producción a la profundidad requerida.
 El diseño y forma de accionar de estas válvulas hacen po-
 sible colocar varias de ellas en un mismo pozo, lo cual per-
 mite la operación a la profundidad que sea más conveniente.
 Sin necesidad de mover la tubería de producción y también se
 tiene facilidad para el arranque del pozo; otra ventaja con-
 siste en que el espacio anular no queda expuesto al cesar de
 la inyección, como sucede en la variante A.G.B., sino por el
 contrario se mantiene lleno de gas. Las válvulas de inyección
 consisten en un copio en el cual existen, realmente, tres
 orificios, en los cuales quedan alojados de adentro hacia el
 exterior y en cada uno, un asiento anular, una cancha que puede
 moverse totalmente a su vez pero que se presiona hacia el inte-
 rior del copio una tercera parte y un anillo que mantiene a
 la cancha en el orificio, estando éstos protegidos exterior-
 mente por un casaca. Estas válvulas permanecen cerradas cuan-

do está obrando sobre ellas el gas. Se abren al situar verticalmente dentro del cople que las forma, una barreta de 2.5 cm. de diámetro. La barreta empuja hacia afuera las canicas que dejan espacios anulares, entre ellas y los asientos respectivos, a través de los cuales entra el gas. La barreta está suspendida desde la superficie por medio de un alambre y se coloca frente a la válvula por el movimiento de ascenso que le comunica un cilindro neumático colocada arriba de la cabeza del pozo y suspendido de la corona del faro. El cilindro neumático consiste en un tubo pulido interiormente y un pistón con copas de baqueta que lleva en su parte inferior un vástago pulido al cual se fija el alambre por medio de una grampa; el cilindro tiene en su parte inferior un prensaestopas; fijo al cilindro está un electroimán y una válvula piloto J.A.T. conectada a la línea de gas de A.P. y al cilindro en la parte inferior. En la operación de este sistema se emplea el mismo distribuidor J.A.T. que se utiliza en los pozos de A.G.B. Al cerrarse el circuito el electroimán hace que la válvula piloto se abra y permita el paso del gas al cilindro, con lo cual el pistón asciende, llevando en su movimiento a la barreta que abre la válvula y se inicia la inyección ya que en la cabeza del pozo se encuentra una conexión a la línea de gas de inyectado. Al abrirse nuevamente el circuito, se cierra la válvula piloto, escapa el gas del cilindro, baja el pistón y la barreta y se cierra la válvula de inyección. En la cabeza del pozo está colocado un prensaestopas para el paso del alambre. Para introducir y sacar la barreta del pozo ó colocarla en la posición adecuada, se hace uso de un malacate de mano. Por medio de este malacate se coloca la barreta abajo de la válvula con la cual se traba-

de esta operación sobre ellas el gas. Se abren al situar verticalmente dentro del cilindro las bombas, una por cada de S. 2. en el diámetro. La bomba superior hacia afuera las bombas que deben aspirar amoníaco, entre ellas y los salientes respectivas, a través de los cañales entre el gas. La bomba superior suspendida hacia la superficie por medio de un alambre y se coloca frente a la válvula por el movimiento de ascenso que se comunica un cilindro hermético colocado arriba de la cámara del peso y suspendido de la corona del taro. El cilindro hermético consiste en un tubo pulido interiormente y un pistón con copas de bronce que lleva en su parte inferior un alambre pulido al cual se fija el alambre por medio de una grampa; el cilindro tiene en su parte inferior un prensa-estopa; fijo al cilindro está un electroimán y una válvula fija al U.A.T. conectada a la línea de gas de A.P. y el cilindro en la parte inferior. En la operación de este sistema se emplea el mismo distribuidor U.A.T. que se utiliza en las bombas de A.G.B. Al cerrarse el circuito el electroimán hace que la válvula piloto se abra y permita el paso del gas al cilindro, con lo cual el pistón asciende, llevando en su movimiento a la bomba que abre la válvula y se inicia la inyección y que en la cámara del peso se encuentran una columna de la línea de gas de inyectado. Al abrirse nuevamente el circuito, se cierra la válvula piloto, escapa el gas del cilindro, baja el pistón y la bomba y se cierra la válvula de inyección. En la cámara del peso está colocado un prensa-estopa para el paso del alambre. Para introducir y sacar la bomba del peso se colocaría en la posición adecuada, se hace un uso de un resorte de mano. Por medio de este mecanismo se coloca la bomba arriba de la válvula con la cual se traba-

jará, de tal manera que al quedar unido el alambre sostén de la barreta al vástago del pistón cuando está en su parte baja, éste, al ascender coloque la repetida barreta dentro de la válvula de inyección y la abra.

En cuanto a las tuberías de producción, en el Distrito de El Burro, en tres pozos (Núms. 9, 27 y 44) se emplea una sola tubería (2-1/2" ó 3") y el gas se inyecta a través del espacio anular entre ésta y la tubería de ademe. La tubería de producción lleva en su extremo inferior una válvula de pié y una pichancha; además con la misma tubería se sentó un empaque para gas (Pozo núm. 9) arriba del cedazo ó bién un sello de plomo sobre el empaque colgador (Pozos núms. 27 y 44), ambos con objeto de obturar el espacio anular y tener así un nivel estático del flúido más alto. Las válvulas de inyección se colocan, como ya se indicó, en la tubería de producción, a menor profundidad que el empaque para gas ó el sello de plomo. En los otros dos pozos (Núms. 13 y 33) que trabajan en esta variante, se emplean dos tuberías de producción (3" y 2") y se inyecta el gas por el espacio anular entre ambas. La tubería exterior (3") lleva en su extremo inferior una zapata y una pichancha y la interior, también en su extremo inferior, una válvula de pié que se sienta en la zapata de aquella y cierra perfectamente el espacio anular entre ambas. En uno de los pozos (Núm. 13) se sentó con la tubería exterior un sello de plomo sobre el empaque colgador del cedazo con el objeto de obturar el espacio anular entre aquella y la tubería de ademe.

jare, de tal manera que al quedar unido el alambre sostenido de
 la parte del vértice del pistón cuando está en su parte su-
 perior, éste, al sacarse coloca la repetida parte dentro de
 la válvula de inyección y la abra.

En cuanto a las tuberías de producción, en el Distrito de
 El Barro, en tres pozos (Núms. 2, 27 y 44) se emplean una so-
 la tubería (2-1/2" ó 3") y el gas se inyecta a través del
 espacio anular entre ésta y la tubería de ademe. La tubería
 de producción lleva en su extremo inferior una válvula de
 pie y una pichancha; además con la misma tubería se sentó un
 empaque para gas (Pozo núm. 2) arriba del cedazo ó bien un
 sello de plomo sobre el empaque colgador (Pozo núm. 27 y
 44), ambos con objeto de obtener el espacio anular y tener
 así un nivel estático del líquido más alto. Las válvulas de
 inyección se colocan, como ya se indicó, en la tubería de
 producción, a menor profundidad que el empaque para gas ó el
 sello de plomo. En los otros dos pozos (Núms. 15 y 33) que
 trabajan en esta variante, se emplean dos tuberías de produ-
 ción (3" y 2") y se inyecta el gas por el espacio anular
 entre ambas. La tubería exterior (3") lleva en su extremo in-
 ferior una pichancha y una válvula de pie que se sitúa en la
 sujeción inferior, una válvula de pie que se sitúa en la
 sujeción superior y cierta perforación del espacio anular
 entre ambas. En uno de los pozos (Núm. 15) se sentó con la
 tubería exterior un sello de plomo sobre el empaque colgador
 del cedazo con el objeto de obtener el espacio anular entre
 ambas y la tubería de ademe.

3. Características del aceite crudo:

El aceite crudo producido en El Burro puede considerarse de base parafínica. La cantidad de parafina contenida en el crudo varía notablemente de un pozo a otro. Por ser necesario en la obtención de aceites lubricantes de características diferentes, estos aceites crudos, atendiendo al porcentaje de parafina se han segregado en dos clases: CEROSOS y NO CEROSOS.

A continuación se indican los pozos que producen aceite crudo de una y otra clase:

CEROSO: 1, 3, 5, 8, 9, 13, 14, 17, 42, 43, 44, 52 y 58.

NO CEROSO: 4, 7, 10, 11, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 36, 37, 38, 40, 46, 48 y 57.

El crudo ceroso tiene una densidad de 0.883 a 20°/4° C. y una viscosidad, Saybolt Universal de 155 seg. a 25°C. y de 94 seg. a 37.8°C. El crudo no ceroso tiene una densidad de 0.897 a 20°/4°C. y una viscosidad Saybolt Universal de 236 seg. a 25°C. y de 136 seg. a 37.8°C.

Los datos numéricos, tanto para las densidades como para las viscosidades, son el resultado de promediar los obtenidos en varias pruebas.

El porcentaje de parafina en el crudo tiene cierta relación, salvo algunas excepciones, con la estratigrafía y la posición estructural del pozo que la produzca. A continuación se indica esta relación:

1o. Los pozos que producen del Concepción Inferior únicamente son de crudo NO CEROSO, a excepción de los pozos núms. 8, 14 y 17.

2o. Los pozos que producen del Concepción Inferior y del Encanto Zona A son de crudo CEROSO a excepción del pozo No.7.

3. Características del aceite crudo:

El aceite crudo producido en El Horno puede considerarse de base parafínica. La cantidad de parafina contenida en el crudo varía notablemente de un pozo a otro. Por ser necesario en la obtención de aceites lubricantes de características especiales, estos aceites crudos, atendiendo al porcentaje de parafina se han agrupado en dos clases: CEROSOS y NO CEROSOS.

A continuación se indican los pozos que producen aceite

crudo de una y otra clase:

- CEROSOS: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.

El crudo ceroso tiene una densidad de 0.883 a 20°K y una viscosidad, Saybolt Universal de 155 seg. a 25°K y de 94 seg. a 37.8°K. El crudo no ceroso tiene una densidad de 0.897 a 20°K y una viscosidad Saybolt Universal de 155 seg. a 25°K y de 136 seg. a 37.8°K.

Los datos numéricos, tanto para las densidades como para las viscosidades, son el resultado de promediar los obtenidos en varias pruebas.

El porcentaje de parafina en el crudo tiene cierta relación, salvo algunas excepciones, con la estratigrafía y la posición estructural del pozo que lo produce. A continuación

se indican estas relaciones:
1. Los pozos que producen del Conocimiento Inferior únicamente son de crudo NO CEROSO, a excepción de los pozos número

- 8, 14 y 17.

2. Los pozos que producen del Conocimiento Inferior y del Conocimiento Superior A son de crudo CEROSO a excepción del pozo No. 7.

3o. Los pozos que producen del Encanto Zona B y que están situados en el bloque Sureste, son de crudo NO CEROSO a excepción del pozo núm. 58.

4o. Los pozos que producen del Encanto Zona B y que están situados en el bloque Central son de crudo CEROSO.

5o. El único pozo que produce del Encanto Zona A-1 es de crudo CEROSO.

4. Proceso general del aceite crudo:

El flúido (agua, aceite y gas) producido en el Distrito, a partir de la boca de cada uno de los pozos hasta su depósito en los tanques de almacenamiento en condiciones de ser transportado a Minatitlán, hace el siguiente recorrido:

El flúido al salir del pozo, es transportado a través de una tubería de descarga (2" ó 3" de diámetro) y por su propia presión, a un separador con el objeto de segregar el gas que contiene; los separadores están situados en el faro del pozo, en la superficie del terreno cerca de aquel ó bién en las baterías de tanques medidores. A estas baterías llega el flúido (agua y aceite) proveniente de los separadores mencionados a través de una prolongación de la tubería de descarga. Las baterías, cuatro en el Distrito, están constituidas por tanques de 39.75 m³. (250 bls.) en los cuales se mide el flúido producido y se drena el agua libre que contiene. En todas estas baterías (Núms. 1, 3, 4 y 6) existen tanques para recibir separadamente crudo ceroso y crudo no ceroso. - El flúido (aceite y agua emulsionada) contenido en los tanques medidores es transportado para su deshidratación en el Distrito de Tonalá por la Estación de Bombas núm. 1 constituida por dos grupos motor-bomba, uno para el aceite ceroso y otro para el no ceroso. El transporte se hace a través de

30. Los pozos que producen del Encanto Zona B y que están situados en el bloque Sureste, son de crudo NO CEROSO a excepción del pozo núm. 28.

40. Los pozos que producen del Encanto Zona B y que están situados en el bloque Central son de crudo CEROSO.

50. El único pozo que produce del Encanto Zona A-1 es de crudo CEROSO.

4. Procesos general del aceite crudo:

El líquido (agua, aceite y gas) producido en el Distrito a partir de la boca de cada uno de los pozos hasta su depósito en los tanques de almacenamiento en condiciones de ser transportado a Minatitlán, hace el siguiente recorrido:

El líquido al salir del pozo, es transportado a través de una tubería de descarga (2" ó 3" de diámetro) y por su propia presión, a un separador con el objeto de recoger el gas que contiene; los separadores están situados en el foro del pozo, en la superficie del terreno cerca de aquel o bien en las baterías de tanques medidores. A estas baterías llega el líquido (agua y aceite) proveniente de los separadores mencionados a través de una prolongación de la tubería de descarga. Las baterías, cuatro en el Distrito, están constituidas por tanques de 39.75 m³. (250 bbls.) en los cuales se mide el líquido producido y se drenan el agua libre que contiene. En todas estas baterías (Núms. 1, 2, 4 y 6) existen tanques para recibir separadamente crudo ceroso y crudo no ceroso.

El líquido (aceite y agua emulsionada) contenido en los tanques medidores es transportado para su deshidratación en el Distrito de Tonala por la Estación de Bombas núm. 1 constituida por dos grupos motor-bombas, uno para el aceite ceroso y otro para el no ceroso. El transporte se hace a través de

2 tuberías de 4" de diámetro, una para cada clase de crudo. El crudo ceroso es tratado en la Planta Deshidratadora de Tonalá junto con el crudo de este Distrito y se almacena posteriormente en el Tanque de Almacenamiento Núm. 3 de 10,176 m³. (64,000 bls.). El crudo no ceroso es deshidratado en un tanque (gun barrel tank) de 159 m³. (1,000 bls.) que está instalado en la cercanía de la Planta Deshidratadora y se almacena después en el Tanque de Almacenamiento Núm. 1 de 6,745 m³ (55,000 Bls.).

5. Producción individual de los pozos:

A continuación se indican los promedios diarios de producción de los pozos del Distrito:

TABLA IV

Pozo: Núm.:	Producción, m ³ /día :		Agua :	Notas :
	Bruta :	Neta :	% :	
1 :	18.0 :	7.3 :	59 :	
3 :	- :	- :	- :	Cerrado
4 :	7.0 :	5.6 :	20 :	
5 :	60.9 :	23.0 :	62 :	
7 :	2.8 :	1.6 :	43 :	
8 :	- :	- :	- :	Cerrado
9 :	14.8 :	5.6 :	62 :	
10 :	4.5 :	1.4 :	69 :	
11 :	30.9 :	14.7 :	52 :	
13 :	5.9 :	3.8 :	36 :	
14 :	10.6 :	4.3 :	59 :	
17 :	2.2 :	2.1 :	5 :	
21 :	- :	- :	- :	Cerrado
22 :	1.4 :	1.0 :	29 :	
23 :	2.4 :	1.7 :	29 :	
24 :	4.4 :	2.7 :	39 :	
25 :	5.5 :	3.3 :	40 :	
26 :	6.2 :	5.6 :	10 :	
27 :	6.8 :	1.2 :	82 :	
28 :	- :	- :	- :	Cerrado
29 :	4.8 :	4.8 :	- :	
30 :	- :	- :	- :	Cerrado
31 :	3.0 :	1.4 :	53 :	
33 :	51.9 :	15.0 :	71 :	
36 :	8.3 :	6.2 :	25 :	
37 :	25.7 :	4.2 :	84 :	
38 :	4.8 :	3.2 :	33 :	
40 :	41.7 :	17.1 :	59 :	

Se tubulara de 4" de diámetro, una para cada clase de crudo.
 El crudo extra se transporta en la Planta Deshidratadora de -
 Tomán junto con el crudo de este Distrito y se almacena por
 separado en el Tanque de Almacenamiento Núm. 3 de 10,176
 m³. (64,000 bbls.). El crudo no ceroso es deshidratado en un
 tanque (gun barrel tank) de 150 m³. (1,000 bbls.) que está -
 instalado en la central de la Planta Deshidratadora y se al-
 macena después en el Tanque de Almacenamiento Núm. 1 de -
 8,775 m³ (52,000 bbls.).

3. Producción individual de los pozos:

A continuación se indican los promedios diarios de pro-
 ducción de los pozos del Distrito:

TABLA IV

Pozo	Producción, m ³ /día		Producción, bbls./día	
	Agua	Nota	Agua	Nota
1	18.0		7.3	
2	-		-	
3	7.0		2.6	
4	60.9		23.0	
5	2.8		1.6	
6	-		-	
7	14.8		5.6	
8	4.2		1.4	
9	30.9		14.7	
10	2.9		2.8	
11	10.6		4.3	
12	2.2		2.1	
13	-		-	
14	1.4		1.0	
15	2.4		1.7	
16	4.4		2.7	
17	2.2		2.3	
18	6.2		2.6	
19	6.8		1.2	
20	-		-	
21	4.8		4.8	
22	-		-	
23	2.0		1.4	
24	21.9		12.0	
25	8.2		6.2	
26	22.7		4.2	
27	4.8		2.2	
28	41.7		17.1	

Pozo:	Producción, m ³ /día :		Agua :	Notas
Núm.:	Bruta :	Neta :	% :	
42:	9.2 :	4.0 :	57 :	
43:	6.8 :	4.3 :	37 :	
44:	7.3 :	2.7 :	63 :	
46:	14.4 :	13.6 :	6 :	
48:	- :	- :	- :	Cerrado
52:	68.6 :	43.9 :	36 :	
57:	66.0 :	19.3 :	71 :	
58:	26.4 :	8.1 :	69 :	
Total	523.2 :	232.7 :	56 :	

6. Proceso general del gas:

El gas que sale de los pozos, tanto el producido por la formación como el previamente inyectado, de El Burro y de Tonalá es tratado por las plantas de gasolina y se utiliza posteriormente para inyectarlo de nuevo a los pozos y como combustible en los diversos servicios de ambos Distritos, siguiendo el proceso general siguiente:

El gas húmedo que sale de los pozos de El Burro es llevado a través de una tubería colectora de 10" de diámetro a la Planta del propio Distrito en la cual se comprime en dos etapas hasta 30 kgs./cm². de presión, extrayéndole por refrigeración, al pasarlo por un serpentín, parte de la gasolina que contiene. El gas síme-húmedo resultante se envía, a través de una línea de 6" de diámetro, a la Planta de Absorción de Alta Presión de Tonalá en la cual se termina la extracción de gasolina.

El gas húmedo que sale de los pozos de Tonalá es llevado a través de una tubería colectora de 10" de diámetro a las Plantas de Tonalá y se divide en dos partes: una es elevada hasta 2.5 Kgs./cm². de presión en la Planta de Compresoras de baja Presión y tratada posteriormente en la Planta de Absorción de Baja presión; la otra parte es elevada hasta 27

Post. Fructosidad	Medida	Agua	Notas
42	9.2	4.0	77
43	6.8	4.3	77
44	7.3	2.7	65
46	14.4	13.6	6
48	-	-	Cerrado
52	68.6	47.9	36
57	66.0	19.3	71
58	26.4	8.1	69
Total	252.2	232.7	56

6. Proceso general del gas:

El gas que sale de los pozos, tanto el producido por la fractura como el proveniente directamente de El Barro y de Tama, es tratado por las plantas de gasolina y se utiliza posteriormente para inyectarlo de nuevo a los pozos y como combustible en los diversos servicios de ambos Distritos, eligiendo el proceso general siguiente:

El gas húmedo que sale de los pozos de El Barro es llevado a través de una tubería colectora de 10" de diámetro a la Planta del propio Distrito en la cual se comprime en dos etapas hasta 30 kgs/cm² de presión, extrayéndola por refiltración, al pasar por un separator, parte de la gasolina que contiene. El gas ahumado resultante se envía a través de una línea de 6" de diámetro, a la Planta de Absorción de Alta Presión de Tama, en la cual se forma la extracción de gasolina.

El gas húmedo que sale de los pozos de Tama es llevado a través de una tubería colectora de 10" de diámetro a las Plantas de Tama y se divide en dos partes: una es elevada hasta 2.5 kgs/cm² de presión en la Planta de Compresoras de Baja Presión y tratada posteriormente en la Planta de Absorción de Baja presión; la otra parte es elevada hasta 25

Kgs./cm². de presión en la Planta de Compresoras de A.P. y tratada después juntamente con el gas semi-húmedo proveniente de El Burro en la Planta de Absorción de A.P. El gas seco que sale de la Planta de Absorción de B.P. es utilizado como combustible en los diversos servicios de ambos Distritos: Compresoras, motores Buda de las Unidades de bombeo de Tonalá, Taller Mecánico, Colonia de Empleados y Estación de Bombas Núm. 1 de El Burro. En la Estación Central de calderas se suprimió el gas combustible a fines de 1,939. El gas seco que sale de la Planta de Absorción de A.P. es inyectado nuevamente a los pozos que producen por este sistema, éstos es, a todos los pozos de El Burro y al pozo Tonalá Núm. 107 que es el único en este Distrito que está pendiente de convertir a bombeo. Este gas inyectado sale enriquecido (húmedo) de los pozos y sigue el mismo proceso ya indicado.

Desde el mes de julio de 1,943 y debido a un desequilibrio en el sistema del gas en el Distrito de El Burro hubo necesidad de modificar provisionalmente y como medida de emergencia el proceso general descrito anteriormente.

En vista de que no se ha logrado normalizar el sistema al grado de poder implantar nuevamente el proceso general ya repetido, las modificaciones persisten hasta la fecha. Estas modificaciones consisten en inyectar a los pozos de El Burro y al pozo Tonalá Núm. 107 gas semi-húmedo, esto es, que el gas que sale del serpentín de El Burro ya no se envía a la Planta de Absorción de A.P. de Tonalá para su tratamiento sino que se inyecta directamente. En esta forma, aunque se deja de obtener cierta cantidad de gasolina natural, se evitan las pérdidas por extracción de la misma y por transporte del gas semi-húmedo de El Burro aliviando un tanto el de

Kca. Vol. S. de presión en la Planta de Compresoras de A.P. y
 tráfada después juntamente con el gas semi-húmedo proveniente
 de la Planta de Absorción de A.P. El gas se
 co que sale de la Planta de Absorción de A.P. es utilizado
 como combustible en los diversos servicios de ambos Distri-
 tos: Compresoras, motores Buña de las Unidades de bombas de
 Tonala, Taller Mecánico, Colonia de Empacados y Estación de
 Bombas N.º 1 de El Barro. En la Estación Central de calen-
 tes se suministra el gas combustible a fines de 1,939. El gas
 seco que sale de la Planta de Absorción de A.P. es invertido
 nuevamente a los pozos que producen por este sistema, éste
 es, a todas las pozos de El Barro y al pozo Tonala N.º 107
 puesto que el único en este Distrito que está pendiente de con-
 vertir a bombas. Este gas invertido es el empacado (húme-
 do) de los pozos y sigue el mismo proceso ya indicado.
 Desde el mes de Julio de 1,943 y debido a un desequilibrio
 en el sistema del gas en el Distrito de El Barro hubo necesi-
 dad de modificar provisionalmente y como medida de emergen-
 cia el proceso general descrito anteriormente.
 En vista de que no se ha logrado normalizar el sistema al
 grado de poder implementar nuevamente el proceso general ya re-
 peticiones, las modificaciones parciales hasta la fecha. Estas
 modificaciones consisten en invertir a los pozos de El Barro
 y al pozo Tonala N.º 107 gas semi-húmedo, esto es, que el
 gas que sale del carpentería de El Barro ya no se envía a
 la Planta de Absorción de A.P. de Tonala para su tratamiento
 sino que se invierte directamente. En esta forma, aunque se
 deja de obtener cierta cantidad de gasolina natural, se evi-
 tan las pérdidas por extracción de la misma y por transpor-
 te del gas semi-húmedo de El Barro aliviando un tanto el de-

sequilibrio. La Planta de Absorción de A.P. de Tonalá ha que-
dado suspendida en su operación y todo el gas, de los pozos
del Distrito de Tonalá, después de ser comprimido y tratado
en la Planta de Absorción de B.P. es usado como combustible
en los servicios de ambos Distritos.

seguimiento, la Planta de Abastecimiento de A.P. de Toluca ha que-
dado suspendida en su operación y todo el gas, de las pozas
del Distrito de Toluca, después de ser comprimido y tratado
en la Planta de Abastecimiento de S.P. es usado como combustible
en las viviendas de ambos Distritos.

IV. EL BOMBEO MECANICO COMO SISTEMA DE EXPLOTACION.

El bombeo mecánico como sistema de explotación se emplea en los pozos de petróleo cuando ya no es posible operarlos ó se tiene muy baja eficiencia con los sistemas de inyección de gas en sus diferentes variantes. Esto sucede al disminuir la entrada de aceite al pozo, incremento del porcentaje de agua y declinación del gas de formación.

Existen diferentes tipos de bombas en el mercado adecuadas para su aplicación en este sistema de explotación, pero, la más usada actualmente consiste esencialmente de un cilindro (working barrel) suspendido desde la cabeza del pozo por medio de una tubería de producción (tubing) quedando sumergido en el fluido del pozo y en un pistón o émbolo buzo que queda alojado en el interior del mencionado cilindro y que puede imprimirsele un movimiento de ascenso-descenso, para lo cual está suspendido por una columna de varillas de succión (sucker rods) que se extiende a través de la tubería de producción hasta la superficie y está conectada a un grupo motor-balancín ú otro mecanismo capaz de proporcionar el repetido movimiento. Por medio de dos válvulas, una estacionaria (standing valve) colocada en el extremo inferior del cilindro y otra viajera (traveling valve) colocada en el émbolo, el fluido se hace entrar al cilindro y se eleva a la superficie en cada carrera ascendente del pistón. Aunque existen diferentes estilos de este tipo de bombas estas características les son comunes a todos.

IV. EL BOMBEO MECANICO COMO SISTEMA DE EXPLORACION.

El bombeo mecánico como sistema de exploración se emplea en las zonas de petróleo cuando ya no es posible operar con el sistema de inyección de agua. Esto sucede al disminuir la presión de aceite al pozo, incrementando el porcentaje de agua y disminuyendo el gas de formación.

Existen diferentes tipos de bombas en el mercado ahora para su aplicación en este sistema de exploración, pero la más usada actualmente consiste esencialmente de un cilindro (working barrel) suspendido desde la cabeza del pozo por medio de una tubería de producción (tubing) quedando sumergido en el líquido del pozo y en un pistón o émbolo que queda alojado en el interior del mencionado cilindro y que puede imprimirle un movimiento de ascenso-descenso, para lo cual está suspendido por una columna de varillas de acero (sucker rods) que se extiende a través de la tubería de producción hasta la superficie y está conectada a un grupo motor-eléctrico ó otro mecanismo capaz de proporcionar el movimiento. Por medio de dos válvulas, una estación (standing valve) colocada en el extremo inferior del cilindro y otra viajera (traveling valve) colocada en el émbolo, el líquido se hace entrar al cilindro y se eleva a la superficie en cada carrera ascendente del pistón. Aunque existen diferentes estilos de este tipo de bombas estas características son comunes a todas.

El ciclo de operación de estas bombas se describe a continuación: Cuando el pistón ha terminado su carrera descendente, las dos válvulas están en reposo (son del tipo de asiento y canica) y por tanto cerradas. Al iniciarse la carrera ascendente, el espacio entre ambas válvulas aumenta, la presión dentro del cilindro decrece y el fluido del pozo, - que conserva alguna presión, obra en la parte inferior de la válvula estacionaria levantando la canica y entra a ocupar - en el cilindro el espacio que va desalojando el pistón. Tan pronto como el pistón termina su carrera ascendente y el efecto de succión debido a este movimiento cesa, la válvula estacionaria se cierra y evita que el fluido que ha entrado al cilindro salga de él. Al iniciarse la carrera descendente del pistón, el fluido que está dentro del cilindro y que no puede escapar, como ya se dijo, por la válvula estacionaria pues está cerrada, se comprime y obliga a la canica de la -- válvula viajera a levantarse de su asiento y empieza a pasar el fluido hacia la parte superior de esta válvula. Al terminarse la carrera descendente todo el fluido contenido en el cilindro pasa a la tubería de producción, arriba de la válvula viajera y se cierra ésta. Durante los siguientes ciclos, más fluido es forzado dentro de la tubería de producción hasta alcanzar la cabeza del pozo. Tan pronto como esto sucede, el pozo descarga tanto fluido como entra al cilindro en cada carrera del pistón.

Hay diferentes estilos de estas bombas para uso de pozos de mediana profundidad y entre los más comunes podemos citar:

De camisas seccionadas y pistón de acero (Tubing Sectional Liner Pump) removible y de empaque de fluido (Fluid Packed - Pump).

El ciclo de operación de estas bombas se describe a con-
 tinuación: Cuando el pistón ha terminado su carrera descen-
 dente, las dos válvulas están en reposo (son del tipo de a-
 lante y carice) y por tanto cerradas. Al iniciarse la carrera
 ascendente, el espacio entre ambas válvulas aumenta, la
 presión dentro del cilindro decrece y el líquido del pozo,
 que conserva alguna presión, obra en la parte inferior de la
 válvula estacionaria levantando la carice y entra a ocupar
 en el cilindro el espacio que va desalojando el pistón. Tan
 pronto como el pistón termina su carrera ascendente y el
 hecho de ascender debido a este movimiento cesa, la válvula
 estacionaria se cierra y evita que el líquido que ha entrado
 al cilindro salga de él. Al iniciarse la carrera descendente
 del pistón, el líquido que está dentro del cilindro y que no
 puede escapar, como ya se dijo, por la válvula estacionaria
 pasa esta cerrada, se comprime y obliga a la carice de la
 válvula viajera a levantarse de su asiento y empieza a pasar
 el líquido hacia la parte superior de esta válvula. Al termi-
 narse la carrera descendente todo el líquido contenido en el
 cilindro pasa a la tubería de producción, arriba de la válvula
 la viajera y se cierra ésta. Durante los siguientes ciclos,
 una válvula se levanta dentro de la tubería de producción para
 alcanzar la cabeza del pozo. Tan pronto como ésta sucede,
 el pozo descarga tanto líquido como entra al cilindro en cada
 carrera del pistón.

Hay diferentes estilos de estas bombas para uso de pozos
 de distinta profundidad y entre las más comunes podemos citar:
 De carices accionadas y pistón de acero (Tapping Sectional
 Líner Pump) removible y de espaldas de líquido (Fluid Packed
 Pump).

1. Bombas de camisas seccionadas:

En estas bombas el cilindro está constituido por un casquillo (jacket), en cuyo interior se coloca cierto número de camisas (liners) cuyas superficies interiores están perfectamente pulidas y forman un cilindro recto de diámetro interior uniforme. En cada uno de los extremos del casquillo se enroscan un cople (collar) especial que mantiene en su lugar a las camisas; el superior (top collar) sirve además para conectar la tubería de producción con la bomba y el inferior para alojar el cuerpo de la válvula estacionaria y para conectar la bomba con el ánclora de gas (gas anchor), ó bien para conectar un niple de extensión abajo del cual queda conectada la válvula estacionaria y a continuación el ánclora de gas. El pistón ó émbolo buzo es un tubo de acero inoxidable cuya superficie exterior está perfectamente pulida y que puede deslizarse dentro de las camisas dejando un pequeñísimo claro. La válvula viajera queda colocada en la parte superior del pistón y tiene en su parte superior una caja ó una espiga que permite hacer la conexión con las varilla de succión. En la parte superior de la válvula estacionaria y en la parte inferior del pistón se colocan ciertos aditamentos que se complementan y de los cuales existe una gran diversidad, cuyo objeto es poder cambiar o reparar la válvula estacionaria sacando únicamente el pistón del pozo. Algunas variedades de pistones llevan la válvula estacionaria en la parte inferior y otras tanto en un extremo como en otro. El niple de extensión, ya mencionado, tiene por objeto disponer de una carrera mayor. En ocasiones los pistones llevan en la parte superior, en la inferior ó en ambas, copas de baqueta cuyo objeto

1. Estructura de la cámara de bombeo

La cámara de bombeo se constituye por un con-
 ducto (Jackot), en cuyo interior se coloca cierto número de
 cámaras (liners) cuya superficie interior está perfecta-
 mente pulida y forman un cilindro recto de diámetro interior
 uniforme. En cada uno de los extremos del conducto se anega
 con un copo (collar) especial que mantiene en su lugar a
 las cámaras; el superior (top collar) sirve además para co-
 nectar la tubería de producción con la bomba y el inferior
 para el eje al cuerpo de la válvula estacionaria y para co-
 nectar la bomba con el ánora de gas (gas anchor). El diámetro
 se constata un tipo de extensión abajo del cual queda conste-
 tado la válvula estacionaria y a continuación el ánora de
 gas. El platón de émbolo tiene un tipo de acero inoxidable
 cuya superficie exterior está perfectamente pulida y que que-
 da sellada dentro de las cámaras dejando un pedunculamiento
 claro. La válvula viajera queda colocada en la parte superior
 del platón y tiene en su parte superior una caja de una capi-
 ta que permite hacer la conexión con las varillas de succión.
 En la parte superior de la válvula estacionaria y en la parte
 inferior del platón se colocan ciertos aditamentos que se
 complementan y de los cuales existe una gran diversidad, cu-
 yo objeto es poder cambiar o reparar la válvula estacionaria
 cuando únicamente el platón del pozo. Algunas variedades de
 platones llevan la válvula estacionaria en la parte inferior
 y otros tanto en un extremo como en otro. El tipo de exten-
 sión, ya mencionado, viene por objeto disponer de una serie
 de mayor. En ocasiones los platones llevan en la parte super-
 ior, en la inferior ó en ambas, copas de bronce cuyo objeto

es evitar que la arena destruya las camisas y el pistón.

a. Casquillos:

La longitud de éstos varía entre 5 y 20 piés dependiendo de su longitud del pistón y carrera que se empleen y de 2", 2-1/2", 3" y 4" de diámetro nominal para ser usadas con tubería de producción de tamaño equivalente. El material usado para su manufactura es acero estirado en frío (cold drawn steel) y su superficie interior es bien terminada y pulida. Los coples son del mismo material.

b. Camisas:

Las camisas son hechas de fierro fundido gris de buena calidad y son de 12" de longitud y de 1-3/4", 2-1/4", 2-3/4" y 3-3/4" de diámetro interior (Tamaños nominales: 2", 2-1/2", 3" y 4" respectivamente). Son bien terminadas tanto exterior como interiormente y en los extremos y perfectamente pulidas en el interior. Las camisas colocadas en los extremos del interior son ligeramente biseladas en uno de sus extremos y en su parte interior con el objeto de guiar al pistón tanto al entrar como al salir.

c. Niples de extensión:

Estos son de acero, de diámetro interior un poco mayor que el de las camisas y de 1' ó 2' de longitud.

d. Pistones:

El material usado en su manufactura es el acero inoxidable cuya superficie exterior es perfectamente pulida. Su longitud es de 48" ó de 60" y su diámetro exterior de 1-3/4", 2-1/4", 2-3/4" y 3-3/4" (Tamaños nominales: 2", 2-1/2", 3" y 4" respectivamente) menos el ajuste que puede ser de 1/2, 1, 1-1/2, 2, 3, 4, 5 ó 6 milésimos de pulgada. Además hay pistones con diámetros interiores aumentados en 1, 2 y 3 milésimos

se evitar que intena destruir las camisas y el pistón.

a. Caudales:

La longitud de éstos varía entre 5 y 20 pies dependiendo de su longitud del pistón y carreras que se empleen y de 2", 2-1/2", 3" y 4" de diámetro nominal para ser usadas con fricción de producción de tamaño equivalente. El material usado para su manufactura es acero satinado en frío (cold drawn steel) y su superficie interior es bien terminada y pulida. Los coples son del mismo material.

b. Camisas:

Las camisas son hechas de hierro fundido gris de buena calidad y son de 12" de longitud y de 1-3/4", 2-1/4", 2-3/4" y 3-3/4" de diámetro interior (Tamaños nominales: 2", 2-1/2" y 3" y 4" respectivamente). Son bien terminadas tanto exterior como interiormente y en los extremos y perfectamente pulidas en el interior. Las camisas colocadas en los extremos del pistón son ligeramente biseladas en uno de sus extremos y en su parte interior con el objeto de guiar al pistón tanto al entrar como al salir.

c. Riples de extensión:

Estos son de acero, de diámetro interior un poco mayor que el de las camisas y de 1" de 2" de longitud.

d. Pistones:

El material usado en su manufactura es el acero inoxidable cuya superficie exterior es perfectamente pulida. Su longitud es de 48" ó de 60" y su diámetro exterior de 1-5/8", 2-1/4", 2-5/8" y 3-5/8" (Tamaños nominales: 2", 2-1/2", 3" y 4" respectivamente) menos el ajuste que puede ser de 1/8", 1/4", 3/8", 1/2", 5/8", 3/4", 7/8", 1", 1-1/8", 1-1/4", 1-1/2", 1-3/4", 2", 2-1/4", 2-1/2", 2-3/4", 3", 3-1/4", 3-1/2", 3-3/4", 4", 4-1/4", 4-1/2", 4-3/4", 5", 5-1/4", 5-1/2", 5-3/4", 6", 6-1/4", 6-1/2", 6-3/4", 7", 7-1/4", 7-1/2", 7-3/4", 8", 8-1/4", 8-1/2", 8-3/4", 9", 9-1/4", 9-1/2", 9-3/4", 10", 10-1/4", 10-1/2", 10-3/4", 11", 11-1/4", 11-1/2", 11-3/4", 12", 12-1/4", 12-1/2", 12-3/4", 13", 13-1/4", 13-1/2", 13-3/4", 14", 14-1/4", 14-1/2", 14-3/4", 15", 15-1/4", 15-1/2", 15-3/4", 16", 16-1/4", 16-1/2", 16-3/4", 17", 17-1/4", 17-1/2", 17-3/4", 18", 18-1/4", 18-1/2", 18-3/4", 19", 19-1/4", 19-1/2", 19-3/4", 20".

de pulgadas para usarse con camisas cuyo diámetro interior - ha sido aumentado ligeramente por el uso. También se encuentran en el mercado pistones de 0.020" y de 0.060" sobre medida para usarse con camisas que una vez deterioradas son rectificadas para ajustarse a dichas nuevas medidas. En cuanto al tipo, podemos distinguir los pistones planos (plain plungers) con válvula superior e inferior y pistones biselados (barnwell plungers) con válvula inferior únicamente. Los primeros se usan también con válvula inferior únicamente y suspensión en la parte inferior (pistones de campana). Existen pistones que no son perfectamente cilíndricos en el exterior sino que presentan ranuras circulares (grooved plunger).

e. Válvulas:

Las válvulas usadas en estas bombas consisten generalmente de una canica de acero inoxidable, de acero al cromo ó de bronce y un asiento anular reversible del mismo material. El asiento es ajustado perfectamente a un cuerpo de acero de tal manera que no se salga de su sitio al pasar el fluido a través de él; la canica es cubierta por una canasta que le permite únicamente el juego vertical necesario y tiene dos ó tres ventanas para dejar pasar el fluido. En la parte superior de la canasta generalmente va una caja ó una espiga. Tanto en las válvulas estacionarias como en las viajeras hay una diversidad de tipos. En las primeras se pueden considerar las de tipo Ritter, Kelly y Barrel en las cuales además del cuerpo de la válvula ya mencionada tienen un cople ó un niple especiales que aloja a aquél y sirve para conectarlas al resto de la bomba. En las válvulas viajeras el cuerpo que recibe el asiento sirve además para conectarlas al pistón.

de pulgadas para usar con camisa con diámetro interior
 en sido aumentado ligeramente por el uso. También se encuen-
 tran en el mercado pistones de 0.020" y de 0.060" sobre me-
 dida para usar con camisa que una vez fabricadas son
 rectificadas para ajustarse a dichas nuevas medidas. En cuan-
 to al tipo, podemos distinguir los pistones planos (plain
 plungers) con válvula superior e inferior y pistones bisela-
 dos (beveled plungers) con válvula inferior únicamente. Los
 primeros se usan también con válvula inferior únicamente y
 su fijación en la parte inferior (pistones de campana). Ésta-
 son pistones que no son perfectamente cilíndricos en el ex-
 terior sino que presentan ranuras circulares (grooved plu-

gers).

Las Válvulas:

Las válvulas usadas en estas bombas consisten general-
 mente de una cañal de acero inoxidable, de acero al cromo ó
 de bronce y un asiento anular reversible del mismo material.
 El asiento es ajustado perfectamente a un cuerpo de acero de
 tal manera que no se fuga de su sitio al pasar el fluido a
 través de él; la cañal es cubierta por una carcasa que le
 permite únicamente el juego vertical necesario y tiene dos ó
 tres ventanas para dejar pasar el fluido. En la parte superio-
 rior de la carcasa generalmente va una caja ó una espiga, y
 tanto en las válvulas automáticas como en las válvulas de
 una diversidad de tipos. En las primeras se pueden considerar
 por las de tipo Ritter, Kelly y Barrel en las cuales además
 del cuerpo de la válvula ya mencionada tienen un copio ó un
 tipo especiales que aloja a aquél y sirve para conectarla
 al resto de la bomba. En las válvulas viajeras el cuerpo que
 recibe el asiento sirve además para conectarla al pistón.

2. Bombas removibles:

Estas bombas presentan la ventaja de poder remover todas las piezas sujetas a desgaste empleando únicamente las varillas de succión. En la tubería de producción se conecta un casquillo que lleva una zapata en la cual se ajusta perfectamente la parte inferior de la camisa que es bajada posteriormente junto con el émbolo por medio de las varillas de succión. La camisa lleva en su parte inferior la válvula estacionaria y el pistón está provisto de dos válvulas viajeras una en cada extremo. La camisa queda fija en la zapata y el émbolo puede deslizarse a través de ella en el movimiento de ascenso-descenso. Las válvulas son de asiento anular y canica y el material empleado en la fabricación de todas las partes de la bomba es el acero. El ciclo de operación es semejante al de las bombas antes descritas y son de capacidad menor, pues por sus mismas características quedan limitados el diámetro efectivo y la carrera disponible.

3. Bombas de empaque de flúido:

Son recomendadas por los fabricantes para aquellos pozos en los que el flúido por extraer contiene un alto porcentaje de arena en suspensión.

Hay dos variedades de estas bombas: la rígida y la removable. La rígida consiste de dos tubos concéntricos, viajeros, unidos en la parte superior y telescopiados a otro tubo estacionario; este último está anclado en la válvula estacionaria. En la parte superior de los tubos viajeros está la válvula superior que a su vez permite conectarlos a las varillas de succión; en el extremo inferior del tubo interior viajero está la válvula inferior. Un casquillo, que sirve de cuerpo a esta bomba, se conecta en su parte superior a la tu

2. Bomba reversibles:

Esta bomba presenta la ventaja de poder remover todas las piezas sujetas a desgaste empleando únicamente las vari-
 - lías de acción. En la tubería de producción se conecta un
 - caudalillo que lleva una tapeta en la cual se ajustan perfect-
 - mente la parte inferior de la cámara que es bajada posterior-
 - mente junto con el émbolo por medio de las varillas de acci-
 - ón. La cámara lleva en su parte inferior la válvula esta-
 - cionaria y el pistón está provisto de dos válvulas viajeras
 - una en cada extremo. La cámara queda fija en la tapeta y el
 - émbolo puede desplazarse a través de ella en el movimiento de
 - ascenso-descenso. Las válvulas son de asiento anular y can-
 - ces y el material empleado en la fabricación de todas las par-
 - tes de la bomba es el acero. El ciclo de operación es seme-
 - jante al de las bombas antes descritas y son de capacidad im-
 - portante por sus mismas características quedan limitadas el
 - diámetro efectivo y la carrera disponibles.

3. Bomba de empuje de líquido:

Se recomiendan por los fabricantes para aquellos pozos
 en los que el líquido por extraer contiene un alto porcentaje
 de arena en suspensión.
 Hay dos variedades de estas bombas: la rígida y la remo-
 vible. La rígida consiste de dos tubos concéntricos, vial-
 - tos, unidos en la parte superior y telescopados a otro tubo
 - concéntrico; este último está anclado en la válvula estacio-
 - naria. En la parte superior de los tubos viajeros está la
 - válvula superior que a su vez permite conectarlos a las vari-
 - lías de acción; en el extremo inferior del tubo inferior vi-
 - - pero está la válvula inferior. Un caudalillo que sirve de
 - empuje a esta bomba, se conecta en su parte superior a la tu-

bería de producción, recibe en su parte inferior a la válvula estacionaria y se conecta al ánora de gas. Los tubos viajeros interior y exterior tienen perfectamente pulidas sus superficies interna y externa respectivamente y permiten el deslizamiento en un movimiento de ascenso-descenso del tubo estacionario que es perfectamente pulido en sus dos superficies y al cual están telescopiados. La removible es semejante a la anterior con la única diferencia de que la válvula estacionaria que lleva anclado el tubo fijo está unida por ajuste al casquillo y no enroscada como en el caso anterior y lleva un aditamento que se complementa con otro que lleva la válvula inferior de los tubos telescopiados que permiten conectarlas entre sí cuando se desea remover por medio de las varillas de succión todas las piezas sujetas a desgaste. Las válvulas son del tipo de aciento anular y canica; los tubos son de acero sin costura y el ciclo de operación es idéntico al indicado por las bombas de camisas seccionadas. Se construyen de 2", 2-1/2", 3" y 4" de diámetro nominal y de 10.5', 15' y 18' de longitud.

4. Tubería, varillas de succión y otros accesorios relativos.

a. Tubería de producción y detenedores (tubing catcher):

En los pozos de bombeo se usan tuberías de producción idénticas a las empleadas con otros sistemas de explotación. El material empleado para su fabricación es el acero, sin costura. Los diámetros interiores más usuales son: 1.995", 2.441", 2.992" y 3.958" (Tamaños nominales: 2", 2-1/2", 3" y 4" respectivamente) tanto en la tubería sencilla ó plana (plain) como en la reforzada en los extremos (external-upset). Esta última es más recomendable, pues debido al aumento de metal que lleva en los extremos y que compensa el sacrificio al con

borde de producción, recibe en su parte inferior a la válvula-
 la entabladora y se conecta al ánchura de gas. Los tubos vis-
 tales interior y exterior tienen perfectamente pulidas sus
 superficies interna y externa respectivamente y permiten el
 deslizamiento en un movimiento de sacada-hacerse del tubo
 estacionario que es perfectamente pulido en sus dos superfi-
 cias y al cual están fijados los remolinos de la válvula-
 interior con la única diferencia de que la válvula-
 entabladora que lleva anclado el tubo fijo está unida por
 ajuste al capullo y no entrocada como en el caso anterior
 y lleva un alfiler que se complementa con otro que lleva
 la válvula interior de los tubos telescópicos que permiten
 conectarlos entre sí cuando se desea remover por medio de las
 varillas de succión todas las piezas sujetas a desgaste. Las
 válvulas son del tipo de asiento anular y cánulas los tubos
 son de acero sin costura y el ciclo de operación es idéntico
 al indicado por las bombas de cementa accionadas. Se consi-
 deran de 2", 2-1/2", 3" y 4" de diámetro nominal y de 10, 15,
 18' y 18' de longitud.

4. Tubaría, varillas de succión y otros accesorios relativos.
5. Tubaría de producción y detenedores (tubing estcher):

En los pozos de bombas se usan tuberías de producción
 idénticas a las empleadas con otros sistemas de explotación.
 El material empleado para su fabricación es el acero, sin costura,
 con los diámetros interiores más usuales son: 1.992", 2.441",
 2.992" y 3.938" (También nominales: 2", 2-1/2", 3" y 4" res-
 pectivamente) tanto en la tubería sencilla ó plana (plain)
 como en la reforzada en los extremos (external-quest). Esta
 última es más recomendable, pues debido al aumento de metal
 en los extremos y que compensa el sacrificio al ser

tar la rosca, es más resistente a la acción destructora de las vibraciones y de la continua variación de los esfuerzos a que está sometida en un pozo de bombeo. La longitud de los tramos de ésta tubería es de 20' ó de 30' y cada uno lleva rosca en ambos extremos. Los coples para conectarlos son del mismo material. Las roscas A.P.I. son de 11-1/2 hilos por pulgada para la tubería sencilla y de 10 hilos por pulgada para la tubería reforzada, con la excepción de la de 4" sencilla que es de 10 hilos por pulgada.

Los detenedores (tubing catcher) son usados con el objeto de defender, hasta donde es posible, de las vibraciones a que está sujeta, la tubería de producción y para evitar que, al sufrir ésta una rotura, la parte inferior no caiga hasta el fondo del pozo sino que permanezca detenida. Consiste en un juego de cuñas colocadas en un cuerpo de acero y en un sencillo mecanismo. Se coloca entre dos tramos de la tubería de producción a la mayor profundidad que asegure que, en el caso de una rotura de la tubería aunque el extremo inferior de ésta llegue al fondo del pozo debido a mal funcionamiento del detenedor, éste quede arriba del cedazo.

b. Varillas de succión, pulidas y prensa-estopas:

Las varillas de succión que suspenden el pistón desde la superficie, son fabricadas de acero. Tienen forma cilíndrica, de 25' ó 30' de longitud y de 5/8", 3/4", 7/8" y 1" de diámetro. Están reforzadas en los extremos y en éstos tienen una parte cuadrada para facilitar su conexión entre sí. Las hay de caja en un extremo y espiga en el otro ó bien de espiga en ambos y cople. La rosca usada es de 10 hilos.

La columna de varillas de succión está conectada en su ex

Las varillas de acero y de la continua variación de las estrías
 que está sometida en un pozo de bombas. La longitud de los
 tramos de ésta tubería es de 20' ó de 30' y cada uno lleva
 roscas en ambos extremos. Los coples para conectarlos son del
 mismo material. Las roscas A.P.I. son de 1 1/2 hilos por
 pulgada para la tubería sencilla y de 10 hilos por pulgada
 para la tubería reforzada, con la excepción de la de 4" sen-
 cilla que es de 10 hilos por pulgada.

Los detenedores (tubing catcher) son usados con el objeto
 de detener, hasta donde es posible, de las vibraciones a que
 está sujeta la tubería de producción y para evitar que, al
 salir ésta una rotura, la parte inferior no caiga hasta el
 fondo del pozo sino que permanezca detenida. Consiste en un
 juego de cuñas colocadas en un cuerpo de acero y en un anillo
 mecánico. Se coloca entre dos tramos de la tubería de
 producción a la mayor profundidad que asegure que, en el caso
 de una rotura de la tubería cuando el extremo inferior de ésta
 se llegue al fondo del pozo debido a mal funcionamiento del
 detenedor, éste quede arriba del cedazo.

b. Varillas de acción, pulidas y prensas-estopas:

Las varillas de acción que suspenden el pistón desde
 la superficie, son fabricadas de acero. Tienen forma cilín-
 drica, de 2 1/2" de diámetro y de 2 1/2", 3 1/4", 3 1/2" y 4"
 de diámetro. Están reforzadas en los extremos y en éstos tie-
 nen una parte cuadrada para facilitar su conexión entre sí.
 Las hay de caja en un extremo y espiga en el otro ó bien de
 espiga en ambos y copie. La rosca usada es de 10 hilos.

Las columnas de varillas de acción están conectadas en su ex-

ja a través de un prensa-estopas (stuffing box) instalado en la cabeza del pozo y que está suspendida a su vez del balancín ó mecanismo similar. Estas varillas son también cilíndricas, de 1-1/8" ó de 1-1/4" de diámetro y de 11' a 16' de longitud, con caja en ambos extremos cuya rosca es semejante a las de las varillas de succión. Son de acero y están perfectamente pulidas.

Los prensa-estopas son muy sencillos y están compuestos por dos piezas: una inferior que se enrosca en la cabeza del pozo y otra superior que se conecta a la anterior y sirve para oprimir el empaque de hule en forma de anillos que va en el interior. Hay otros que llevan piezas de hule que se oprimen lateralmente por medio de tornillos.

c. Niple perforado y áncora de gas (Gas anchor):

El áncora de gas tiene por objeto evitar la entrada excesiva de gas a la bomba y se forme un sello ó tapón de gas (gas lock) entre las válvulas estacionaria y viajera, que ocasiona una baja eficiencia en la operación. El modelo más sencillo consiste de un tubo de 1" de diámetro conectado en la parte inferior ó interior de la válvula estacionaria, que queda introducido en otro tubo, de diámetro equivalente al de la bomba usada, conectado abajo de la válvula de pie. Este último tubo es un poco más largo que el interior y lleva agujeros redondos en la parte superior para la entrada del fluido y un tapón en el extremo inferior. La longitud de estas áncoras es variable, generalmente son usados de uno a tres tramos de tubería. Es más frecuente usar un niple perforado que se conecta entre la válvula estacionaria y el áncora de gas, que emplear, estas últimas con perforaciones como se dijo an

El tubo de un prensa-estopa (stalling box) instalado en la cabeza del pozo y que está suspendida a su vez del balancín ó mecanismo similar. Estas varillas son también cilíndricas, de 1-1/8" ó de 1-1/4" de diámetro y de 11' a 16' de longitud, con caje en ambos extremos cuyas ranuras se ajustan a las de las varillas de succión. Son de acero y están perfectamente pulidas.

Los prensa-estopas son muy sencillos y están compuestos por dos piezas: una inferior que se anclara en la cabeza del pozo y otra superior que se conecta a la anterior y sirve para comprimir el estopado de hule en forma de anillos que va en el interior. Hay otros que llevan piezas de hule que se comprimen lateralmente por medio de tornillos.

2. Niple perforado y áncora de gas (Gas anchor):

El áncora de gas tiene por objeto evitar la entrada de gas en la bomba y se forma un sello ó tapón de gas (gas lock) entre las válvulas estacionarias y viajeras, que ocasiona una baja eficiencia en la operación. El modelo más sencillo consiste de un tubo de 1" de diámetro conectado en la parte inferior ó interior de la válvula estacionaria, que pueda introducirse en otro tubo, de diámetro equivalente al de la bomba usada, conectado abajo de la válvula de pie. Este último tubo es un poco más largo que el interior y lleva en la parte superior para la entrada del fluido y un tapón en el extremo inferior. La longitud de estas cosas es variable, generalmente son medidas de uno a tres pies de tubería. Es más frecuente usar un niple perforado que se conecta entre la válvula estacionaria y el áncora de gas. En algunos casos, estas últimas con perforaciones como se dijo en

d. Cabeza de los pozos:

Las cabezas de los pozos de bombeo son sencillas y de diversas formas. En general constan de dos secciones: una ~~de~~ que queda enroscada a la tubería de ademe y otra que se coloca sobre la anterior y en cuya parte inferior queda suspendida la tubería de producción; en su parte superior queda conectada la línea de descarga del pozo y el prensa-estopas. El espacio anular entre las tuberías de ademe y de producción y la línea de descarga se conectan entre sí con el objeto de que el gas no se acumule en dicho espacio. Una válvula de purga en la línea de descarga completa las conexiones de la cabeza.

5. Motores y unidades de bombeo:

En la operación de los pozos que se explotan por el sistema de bombeo mecánico se usan como generadores de energía, los motores de combustión interna y los motores eléctricos. Para transmitir la potencia a la bomba instalada en el pozo, se emplean máquinas ó unidades (Pumping unit) que se acoplan por medio de bandas, de cadenas ó de engranes a los motores y que están constituidas por varios mecanismos: ejes, caja de engranes, ruedas, manivela, biela y balancín. Cada pozo puede ser equipado con su motor y máquina individuales ó bien formar parte de un sistema múltiple, en el cual la energía es generada en una planta central y transmitida por medio de la máquina respectiva instalada en la misma planta y por varillas metálicas (Shackle lines) a los diversos pozos.

Los motores de combustión interna que se operan con gas natural como combustible son los más comúnmente usados en estas instalaciones ya que se puede contar siempre con el gas necesario para su operación. Estos motores se adaptan para -

1. Operación de los pozos:

Las cabezas de los pozos de bombeo son sencillas y de
 diversa forma. En general constan de dos secciones: una en
 que queda anclada a la tubería de ademe y otra que se colga
 de sobre la anterior y en cuya parte inferior queda suspendido
 el tubo de producción; en su parte superior queda conectado
 a la línea de descarga del pozo y el prensa-estopos. El
 espacio anular entre las tuberías de ademe y de producción y
 la línea de descarga se conectan entre sí con el objeto de que
 el gas no se acumule en dicho espacio. Una válvula de
 fondo en la línea de descarga completa las conexiones de la es-

2. Motores y unidades de bombeo:

En la operación de los pozos que se explotan por el sistema
 de bombeo mecánico se usan como generadores de energía
 los motores de combustión interna y los motores eléctricos.
 Para transmitir la potencia a la bomba instalada en el pozo,
 se emplean máquinas o unidades (Pumping unit) que se acoplan
 por medio de bandas, de cadenas o de engranes a los motores
 y que están constituidas por varios mecanismos: caja de
 engranes, ruedas, manivela, biela y balancín. Cada pozo
 puede ser equipado con su motor y máquina individuales o bien
 formar parte de un sistema múltiple, en el cual la energía es
 generada en una planta central y transmitida por medio de líneas
 respectivas instaladas en la misma planta y por varias
 líneas múltiples (Spachia lines) a los diversos pozos.

Los motores de combustión interna que se operan con gas natural
 como combustible son los más comúnmente usados en estas
 instalaciones ya que se puede contar siempre con el gas

trabajar con diferentes cargas y a distintas velocidades y son de bastante portabilidad. Los motores de este tipo diseñados especialmente para trabajar en los pozos de bombeo, atendidos eficientemente son capaces de trabajar durante largos períodos de tiempo y los ajustes y reparaciones menores necesarios pueden ser ejecutados rápidamente por personal no precisamente especializado y en el mismo campo. Generalmente se emplean motores de 4 ó 6 cilindros, verticales, y de 25 a 150 H.P., dependiendo sus características de las condiciones en las cuales deban trabajar. El gas húmedo producido por los pozos debe ser tratado en una planta de gasolina y después ya seco, usarlo como combustible.

Los motores de combustión interna Diesel diseñados para consumir combustible líquido son mucho menos empleados, siendo más adecuado el semi-diesel.

Aunque los motores eléctricos presentan algunas ventajas sobre los de gas, a menudo no es recomendable su empleo por la fuerte inversión inicial que representa la instalación de una o varias plantas generadoras y las redes de distribución. Con los motores eléctricos se evitan las dificultades, que con alguna frecuencia presentan los de gas, como son, el arranque y la regularización de la velocidad y como su funcionamiento es más suave y está exento de vibraciones, todo el equipo (superficial y sub-superficial) tiene una vida más larga y tanto la depreciación como el mantenimiento son menores.

Existe una gran variedad de máquinas ó unidades de bombeo, pero en todas ellas se encuentran mecanismos que les son comunes. La transmisión de la potencia del motor a la unidad se hace, como antes se dijo, por medio de una banda, de una cadena ó de engranes, que también facilitan una primera reducción

trabaja con diferentes cargas y a distintas velocidades y son de bastante portabilidad. Los motores de este tipo diseñados especialmente para trabajar en los pozos de bombas, también eficientemente son capaces de trabajar durante largos períodos de tiempo y los ajustes y reparaciones menores necesarios pueden ser ajustados rápidamente por personal no necesariamente especializado y en el mismo campo. Generalmente se emplean motores de 4 ó 6 cilindros, verticales, y de 25 a 150 H.P., dependiendo sus características de las condiciones en las cuales deben trabajar. El gas húmedo producido por los pozos debe ser tratado en una planta de gasolina y después ya sea, usarlo como combustible.

Los motores de combustión interna Diesel diseñados para funcionar con combustible líquido son mucho menos empleados, al menos cuando el semi-diesel.

Aunque los motores eléctricos presentan algunas ventajas sobre los de gas, a menudo no es recomendable su empleo por la fuerte inversión inicial que representa la instalación de una o varias plantas generadoras y las redes de distribución. Con los motores eléctricos se evitan las dificultades que con alguna frecuencia presentan los de gas, como son, el ruido y la regularización de la velocidad y como su funcionamiento es más suave y está exento de vibraciones, todo el equipo (superficial y sub-superficial) tiene una vida más larga y tanto la depreciación como el mantenimiento son menores. Existe una gran variedad de máquinas y unidades de bombas pero en todas ellas se encuentran mecanismos que les son comunes. La transmisión de la potencia del motor a la unidad de bombeo, como antes se dijo, por medio de una banda, de una cadena o de engranes, que también facilitan una primera reducción

de la velocidad proporcionada por el motor. Las unidades están esencialmente constituidas por los siguientes mecanismos: una caja de engranes que permite una segunda reducción de la velocidad hasta tener la requerida por el sistema de explotación de bombeo mecánico y que puede ser en una o varias etapas; un eje principal cuyo movimiento de rotación lo recibe de la caja de engranes; una ó dos manivelas conectadas al eje anterior y una ó dos bielas que siguen el movimiento de las anteriores y que pueden estar conectadas a un balancín ó bien a dos multiplicadores. Las manivelas, bielas y balancín, ó multiplicadores en su caso, tienen por objeto convertir el movimiento rotatorio en recíproco. El balancín se usa cuando se trata de accionar un solo pozo y los multiplicadores (multipliers) en el caso de un grupo de 3 ó 4 pozos; en éste último caso la unidad se centraliza, se emplean varillas de jalón (pull rods) y se instala un gato (pumping jack) en cada uno de los pozos que forman el grupo. Para balancear el movimiento se emplean contrapesos que se colocan en el balancín ó en la manivela cuando se trate de un solo pozo ó únicamente en la manivela cuando se tiene el caso de un grupo de pozos.

Cuando se trate de accionar un grupo de 10, 12 ó mas pozos se usan unidades centrales. Estas unidades están adicionadas de una excéntrica horizontal que transmite el movimiento a los diferentes pozos.

En las líneas de transmisión se usan varillas de jalón de acero, cilíndricas, de 3/4", 7/8" ó 1" de diámetro, se deslizan sobre correderas de madera ya sean en forma de burros ó caballetes ó de espiga. A lo largo de las líneas de transmisión se emplean otros mecanismos de transmisión - borrachos, campanas, escuadras, - para seguir la configuración del terreno.

de la velocidad proporcionada por el motor. Las unidades se-
 tán esencialmente constituidas por los siguientes mecanismos:
 una caja de engranes que permite una segunda reducción de la
 velocidad hasta tener la requerida por el sistema de explota-
 ción de bombas mecánicas y que puede ser en una o varias eta-
 pas; un eje principal cuyo movimiento de rotación lo recibe
 de la caja de engranes; una o dos manivelas conectadas al
 eje anterior y una o dos bielas que siguen el movimiento de
 las anteriores y que pueden estar conectadas a un balancín o
 bien a dos multiplicadores. Las manivelas, bielas y balancín
 o multiplicadores en su caso, tienen por objeto convertir el
 movimiento rotatorio en rectilíneo. El balancín se usa cuando
 se trata de accionar un solo pozo y los multiplicadores (mul-
 tiplicares) en el caso de un grupo de 3 ó 4 pozos; en este últi-
 mo caso la unidad se centraliza, se emplean varillas de ja-
 són (pump jack) y se instala un gato (pumping jack) en cada
 uno de los pozos que forman el grupo. Para balancear el mo-
 vimiento se emplean contrapesos que se colocan en el balancín
 o en la manivela cuando se trata de un solo pozo ó balancín
 en la manivela cuando se tiene el caso de un grupo de pozos.
 Cuando se trata de accionar un grupo de 10, 15 ó mas pozos
 se usan unidades centrales. Estas unidades están adicio-
 nadas de una excéntrica horizontal que transmite el movimiento a
 los diferentes pozos.

En las líneas de transmisión se usan varillas de jalen de
 acero, cilíndricas, de 3/4", 7/8" ó 1" de diámetro, se desli-
 ran sobre correderas de madera y se ven en forma de burros ó
 capulletes ó de espiga. A lo largo de las líneas de transmi-
 sión se emplean otros mecanismos de transmisión - bornachos,
 campanas, sacudidas, - para seguir la configuración del terri-

no, salvar obstáculos y para cambios de dirección. Los gatos tienen por objeto convertir el movimiento recíproco horizontal, transmitido por las varillas de jalón, en recíproco vertical.

no, a favor obediencia y para cambio de dirección. Los gastos
también por objeto convertir el movimiento respecto horizon-
tal, transmitido por las varillas de jeringa, en respecto ver-

tical.

V. CONVENIENCIA DE LA CONVERSION A BOMBEO:

En el Capítulo III se indicó el proceso general que sigue el gas, tanto el producido por la formación como el inyectado, de los Distritos de Tonalá y El Burro. Pues bién, cualquiera disminución en las cantidades de gas producido por los pozos (gas de formación) motivado por accidentes mecánicos inevitables en los pozos y en las compresoras ó bién un aumento en las partidas de consumo (combustible) provoca un desequilibrio en el proceso general impidiendo la continuación del ciclo, que se traduce en una caída de la producción de aceite del campo. Esta situación se presentó desde hace varios años y en los últimos meses de 1,939 se acentuó en tal forma que existió el peligro de una paralización total del sistema. En aquella época, al efectuar los bombeos del crudo del Distrito a la Estación de Bombas de Nanchital ó a la Refinería de Minatitlán, la Estación de Calderas aumentaba considerablemente su consumo de gas combustible, teniendo necesidad de operar las compresoras de B.P. a su máximo y más aún de disponer de una corta cantidad de gas de A.P. para usarlo como combustible. Con ésto se ocasionaba evidentemente un abatimiento en la presión del sistema de gas inyectado -- que a su vez impedía que continuaran produciendo los pozos -- que trabajaban en condiciones más desfavorables (porcentaje de agua muy alto, baja capacidad potencial, etc.). Al disminuir el volumen total de gas, por estar estos pozos fuera de producción, se hacía necesario suspender del servicio alguna

V. CONVERSIÓN DE LA CONVERSIÓN A BOMBEO:

En el Capítulo III se indicó el proceso general que sigue el gas, tanto el producido por la formación como el invertido, de los Distritos de Tonala y El Bajío. Pasa bien, cualquiera dimensión en las cantidades de gas producido por los pozos (gas de formación) motivado por accidentes mecánicos inevitables en los pozos y en las compresoras ó bien un aumento en las partidas de consumo (combustible) provoca un desequilibrio en el proceso general impidiendo la continuación del ciclo, que se traduce en una caída de la producción de aceite del campo. Esta situación se presentó desde hace varios años y en los últimos meses de 1939 se acentuó en tal forma que existió el peligro de una paralización total del sistema. En aquella época, al efectuar los bombeos del campo del Distrito a la Estación de Bombas de Nanchital y la Refinería de Minatitlán, la Estación de Caldeas aumentó considerablemente su consumo de gas combustible, teniendo en cuenta la cantidad de operar las compresoras de H.P. a su máximo y más aún de disponer de una corta cantidad de gas de A.P. para usarlo como combustible. Con esto se ocasionaba evidentemente un abastecimiento en la presión del sistema de gas invertido que a su vez impedía que continuaran produciendo los pozos que trabajaban en condiciones más desfavorables (porcentaje de agua muy alto, baja capacidad potencial, etc.). Al disminuir el volumen total de gas, por estar estos pozos fuera de producción, se hacía necesario suspender del servicio algunas

compresora de A.P. acentuando aún más, tal cosa, el abati-
miento de presión y aumentando por consiguiente el número de
pozos fuera de operación. Para evitar que en esta forma la
situación siguiera agravándose, se dictó, como medida de e-
mergencia, el cierre temporal de algunas de las líneas del -
sistema de inyectado con el objeto de disminuir el consumo -
de gas de A.P. y mientras se lograba normalizar la situación.
Además con el objeto de evitar, hasta donde fuera posible, -
que situaciones como ésta, se repitieran con la frecuencia en
que se hacían los bombeos del crudo hacia el exterior del Dis-
trito, se suprimió el gas combustible en la Estación de Cal-
deras y en el Muelle, ésto es, se disminuyó el volumen total
de las partidas de consumo.

Aunque la medida señalada anteriormente evitó que con fre-
cuencia se tuvieran situaciones análogas no resolvió defini-
tivamente el problema, ya que, como es natural, el gas de for-
mación continuó declinando. La conversión a bombeo de los po-
zos de Tonalá que aún se explotaban por el sistema de gas in-
yectado en sus diferentes variantes, llevada a cabo en el pe-
ríodo comprendido de octubre de 1,940 a junio de 1,943 permi-
tió continuar el ciclo, aunque con serias dificultades, pues
se redujo el volumen total de gas de inyectado requerido.

Terminada la conversión a bombeo antedicha, el aumento del
porcentaje de agua de los pozos de El Burro, la declinación
de la producción de los mismos y la imposibilidad de reducir
nuevamente las partidas de consumo, hicieron más inestable -
aún el ciclo de operación del sistema, previéndose una situa-
ción tal que impediría la continuación del repetido ciclo. -
Por tal motivo desde el mes de junio del año próximo pasado
hubo necesidad de modificar provisionalmente y como medida -

comprador de A.P. aceptando aún más, tal cosa, el abati-
 miento de presión y aumentando por consiguiente el número de
 pocas para la operación. Para evitar que en esta forma la
 situación alguna grave, se dictó, como medida de e-
 mergencia, el cierre temporal de algunas de las líneas del
 sistema de inyector con el objeto de disminuir el consumo
 de gas de A.P. y mientras se logra normalizar la situación.
 Además con el objeto de evitar, hasta donde fuera posible,
 que situaciones como ésta, se repitieran con la frecuencia en
 que se hacen los bombeos del crudo hacia el exterior del Dis-
 trito, se suprimió el gas combustible en la Estación de Cal-
 dera y en el Muelle, esto es, se disminuyó el volumen total
 de las partidas de consumo.

Aunque la medida señalada anteriormente evitó que se re-
 pitiesen situaciones análogas no resolvió defini-
 tivamente el problema, ya que, como es natural, el gas de for-
 mación continúa declinando. La conversión a bombeo de los po-
 zos de Tonala que aún se explotaban por el sistema de gas in-
 yectado en sus diferentes variantes, llevada a cabo en el pe-
 ríodo comprendido de octubre de 1940 a junio de 1942, permi-
 tió continuar el ciclo, aunque con serias dificultades, pues
 se redujo el volumen total de gas de inyector requerido.

Terminada la conversión a bombeo anterior, el aumento del
 porcentaje de agua de los pozos de El Burro, la declinación
 de la producción de los mismos y la imposibilidad de reducir
 nuevamente las partidas de consumo, hicieron más inestable
 aún el ciclo de operación del sistema, previendo una situa-
 ción tal que impediría la continuación del referido ciclo.
 Por tal motivo desde el mes de junio del año próximo pasado
 hubo necesidad de modificar provisionalmente y como medida -

de emergencia el proceso general. Estas modificaciones, ya - indicadas en el Capítulo III y que consisten en inyectar gas semi-húmedo a los pozos de El Burro y al pozo Tonalá 107, esto es, que el gas que sale del serpentín de El Burro ya no - se envía a la planta de A.P. de Tonalá para su tratamiento - sino que se inyecta directamente, evitan las pérdidas por extracción de gasolina y por transporte. Aunque en esta forma se deja de aprovechar cierta cantidad de gasolina natural se ha logrado aliviar un tanto el desequilibrio y continuar el ciclo, pero con alguna deficiencia. Estas últimas modificaciones ha prevalecido hasta la fecha (Enero de 1,944), pues no ha sido posible normalizar la situación al grado de implantar nuevamente el proceso general seguido con anterioridad por el gas. Es indudable que al continuar la declinación del gas de formación de los pozos de El Burro la situación - irá agravándose día a día.

En las páginas 42 y 43 se indican los datos de producción desde el mes de enero de 1,941 cuya observación facilitará algunos comentarios. En dicha tabla se observa que la producción de gas de formación ha caído de 35,448 m³ a 23,087 m³ - diarios, esto es, ha tenido un descenso de 34.9 % en 3 años. La producción de aceite neto ha tenido una declinación de 1. % mensual que puede considerarse muy cerca de la normal en yacimientos de las características de El Burro. Como la producción bruta ha declinado más lentamente - 0.42 % mensual - aumentando el porcentaje de agua, la R.G.I. bruto ha permanecido más o menos constante no así la R.G.I. neto que ha sufrido un considerable aumento.

Esta constante caída de la producción de gas de formación - puede llegar a tal extremo que sea del todo imposible conti-

de emergencia el proceso general. Estas modificaciones ya
 indicadas en el Capítulo III y que consisten en invertir las
 acciones de los pozos de El Burro y al poco tiempo de
 la, que el gas que sale del acortamiento de El Burro ya no
 se lleva a la planta de A.P. de Tonala para su tratamiento
 sino que se invierte directamente, evitan las pérdidas por ex-
 tracción de gasolina y por transporte. Aunque en esta forma
 se deja de aprovechar cierta cantidad de gasolina natural de
 la planta alivia un tanto el desequilibrio y continuar el
 ciclo, pero con alguna deficiencia. Estas últimas modifica-
 ciones se previeron hasta la fecha (enero de 1944), pero
 no ha sido posible normalizar la situación al grado de im-
 plantar nuevamente el proceso general seguido con anteriori-
 dad por el gas. Es indudable que al continuar la declinación
 del gas de formación de los pozos de El Burro la situación
 irá agravándose día a día.

En las páginas 45 y 46 se indican los datos de producción
 desde el mes de enero de 1941 cuya observación facilitará a
 unos comentarios. En dicha tabla se observan que la produc-
 ción de gas de formación ha caído de 25,448 m³ a 23,087 m³
 diarios, esto es, ha tenido un descenso de 9.4% en 5 años.
 La producción de aceite neto ha tenido una declinación de 1.
 % mensual que puede considerarse muy cerca de la normal en
 proporción de las características de El Burro. Como la pro-
 ducción de aceite ha declinado más lentamente - 0.42% mensual -
 aumentando el porcentaje de agua, la R.G.I. bruta ha permanecido
 casi más o menos constante no así la R.G.I. neto que ha su-
 frido un considerable aumento.
 Esta constante caída de la producción de gas de formación
 puede fijarse tal extremo que sea del todo imposible conti-

TABLA V:

Año	Mes	P r o m e d i o s d i a r i o s									
		Producción m ³ .	Agua %	Gas, m ³ .	Formación: Inyectado: m ³ /m ³	R.G.A.: m ³ /m ³	R.G.L.: m ³ /m ³	R.G.I.: m ³ /m ³	Bruto	Neto	R.G.I.: m ³ /m ³
1,941	Ene.	362.8	36.7	35,448	87,351	97.7	61.9	240.8	152.7		
	Feb.	345.1	36.6	32,981	87,718	95.6	60.6	248.4	157.6		
	Mar.	353.3	38.2	33,450	90,971	94.7	58.6	257.4	159.3		
	Abr.	344.7	40.1	33,210	85,282	96.3	57.6	247.4	147.9		
	May.	379.0	37.0	30,228	91,319	79.8	50.1	241.0	151.4		
	Jun.	372.7	39.3	27,237	97,875	73.1	44.4	262.6	159.0		
	Jul.	360.1	40.9	24,267	102,774	68.7	40.7	285.4	168.7		
	Ago.	338.4	45.8	23,487	105,026	69.4	37.6	310.3	168.3		
	Sep.	364.6	43.5	24,749	103,329	67.9	38.4	283.4	160.2		
	Oct.	301.5	50.9	22,519	93,693	74.7	36.7	310.7	152.7		
	Nov.	289.7	51.4	21,080	94,492	72.8	35.4	326.1	158.5		
	Dic.	257.6	52.3	18,513	91,153	71.9	34.2	353.8	168.6		
1,942	Ene.	293.5	48.5	20,563	91,305	70.0	36.1	311.0	160.2		
	Feb.	287.8	44.2	18,044	85,191	62.7	32.7	296.0	154.6		
	Mar.	281.8	52.9	19,970	83,307	70.8	33.4	295.7	139.3		
	Abr.	274.9	52.1	20,350	77,734	74.0	35.5	282.8	135.5		
	May.	278.6	50.7	22,189	82,828	79.6	39.2	297.3	146.5		
	Jun.	308.4	52.4	21,795	92,283	70.5	33.5	299.2	142.4		
	Jul.	311.6	47.9	22,729	87,541	72.9	38.3	280.9	146.1		
	Ago.	298.6	45.9	21,400	82,209	71.7	38.8	275.3	149.0		
	Sep.	263.7	45.8	17,518	76,678	66.4	36.3	290.8	159.9		
	Oct.	225.5	51.1	15,193	72,745	67.4	32.9	322.5	157.7		
	Nov.	259.8	48.8	15,807	71,190	60.8	31.1	274.0	140.2		
	Dic.	233.9	49.3	17,166	65,156	73.4	37.2	278.6	141.2		

Año	Mes	P r o m e d i o s d i a r i o s									
		Producción m ³	Agua %	Gas m ³	Formación	Inyectado m ³ /m ³	R.G.A. m ³ /m ³	R.G.L. m ³ /m ³	R.G.I. m ³ /m ³	Neto	Bruto
1,943	Ene.	256.2	48.0	16,027	67,620	62.8	32.5	254.2	132.2		
	Feb.	321.3	46.4	16,009	82,161	49.8	26.7	255.7	137.0		
	Mar.	341.0	42.4	16,038	88,228	47.3	21.1	258.7	148.9		
	Abr.	220.8	54.2	18,083	71,895	81.9	37.5	325.6	149.1		
	May.	182.1	55.5	18,067	62,253	99.2	44.1	341.8	152.1		
	Jun.	210.3	55.4	16,020	70,797	76.2	34.0	336.6	151.1		
	Jul.	242.1	45.6	18,639	70,054	77.0	41.9	289.4	157.4		
	Ago.	224.9	57.9	22,752	82,237	101.1	42.6	365.6	153.9		
	Sep.	241.6	53.3	22,841	74,919	94.5	44.1	310.1	144.8		
	Oct.	185.4	62.3	21,273	71,979	114.7	43.3	388.2	146.5		
	Nov.	193.4	61.3	22,517	70,253	116.4	45.1	363.2	140.6		
	Dic.	226.5	53.4	23,087	72,797	101.9	47.5	321.4	149.9		

nuar el ciclo.

Como el gas combustible que se consume en el Distrito de El Burro (compresoras y bombas) es proporcionado por el Distrito de Tonalá cuya producción de gas también está sujeta a una cierta declinación, se tiene el peligro de que este último no pueda continuar surtiendo de gas combustible a El Burro y en éste haya necesidad de usar su propio gas para tal objeto y por consiguiente aumentar su partida de consumo é incrementar el desequilibrio del ciclo.

Por otra parte una gran mayoría de los pozos del Distrito de El Burro están ya en un período de su vida que producen con muy baja eficiencia ó no es posible que produzcan con el sistema de inyección intermitente de gas y que es actualmente anti-económico.

Por tanto, no sólo es conveniente sino de urgente necesidad cambiar el sistema de producción, que no podrá ser otro que el bombeo mecánico, cuya aplicación es clásica en estos casos, pues ya han sido agotadas las variantes del sistema de gas inyectado como estimulante de la producción.

Se puede considerar que la conversión a bombeo de los pozos de El Burro debía haberse iniciado hace ya varios años, si se tiene en cuenta simplemente que en el Distrito de Tonalá, que es únicamente dos o tres años más antiguo y de características semejantes, se inició en 1,930 y en 1,932 ya había 55 pozos produciendo por el sistema de bombeo mecánico.

Con el sistema de bombeo mecánico es de esperarse una mejoría en la producción de los pozos de El Burro, mejoría que desde luego no será la normal en estos casos si la conversión a bombeo se hubiera llevado a cabo oportunamente.

usar el ciclo.

Como el gas combustible que se consume en el Distrito de El Barro (compresoras y bombas) es proporcionado por el Distrito de Tonala cuya producción de gas también está sujeta a una cierta declinación, se tiene el peligro de que este último no pueda continuar surtiendo de gas combustible a El Barro y en éste haya necesidad de usar su propio gas para tal objeto y por consiguiente aumentar su pérdida de consumo é incrementar el desperdicio del ciclo.

Por otra parte una gran mayoría de los pozos del Distrito de El Barro están ya en un período de su vida que producen con muy baja eficiencia ó no es posible que produzcan con el sistema de inyección intermitente de gas y que es realmente anti-económico.

Por tanto, no sólo es conveniente sino de urgente necesidad cambiar el sistema de producción, que no podrá ser otro que el bombeo mecánico, cuya aplicación es clásica en estos casos, pues ya han sido agotadas las variantes del sistema de gas inyectado como estímulo de la producción.

Se puede considerar que la conversión a bombas de los pozos de El Barro debía haberse iniciado hace ya varios años, si se tiene en cuenta simplemente que en el Distrito de Tonala, que es únicamente dos o tres años más antiguo y de características semejantes, se inició en 1,930 y en 1,935 ya había 25 pozos produciendo por el sistema de bombeo mecánico.

Con el sistema de bombeo mecánico es de esperarse una mejoría en la producción de los pozos de El Barro, mejoría que debe luego no será la normal en estos casos si la conversión a bombeo se hubiera llevado a cabo oportunamente.

VI. PROYECTO.

1. Variantes relativas al equipo superficial:

El equipo superficial empleado en el sistema de bombeo mecánico, teniendo en cuenta el número de pozos que opere cada unidad, presenta tres variantes: Unidad Central para accionar un grupo de 3 ó 4 pozos (Tipo Tonalá), Unidad Central para accionar un grupo de 10, 12 ó más pozos y Unidad Individual para accionar cada pozo.

a. Unidad Central para accionar un grupo de 3 ó 4 pozos:

Esta variante de unidad está ampliamente experimentada en el Distrito de Tonalá y aunque presenta algunas ventajas también tiene serios inconvenientes. A pesar de ésto se estudió la posibilidad de su aplicación en el Distrito de El Burrero. Con tal objeto se seleccionaron los grupos de cuatro pozos más convenientes en cuanto a su cercanía entre sí y las condiciones topográficas del lugar en el cual se encuentran. Resultaron 8 grupos de cuatro pozos, uno de dos y dos pozos aislados. (Véanse: Anexo 1. Distribución superficial de los grupos y Anexos 2 al 10, Cortes de cada uno de los grupos.) Dadas las distancias entre sí de los pozos y lo accidentado del terreno, la unidad, en los más de los grupos, no fué posible localizarla en un punto equidistante de los pozos que forman el grupo respectivo; las líneas de transmisión o jalonamiento resultaron de excesiva longitud y los mecanismos de transmisión (escuadras, borrachos y campanas) sumamente numerosos. Ocho líneas de transmisión resultaron mayores de -

VI. PROYECTO.

I. Ventajas relativas al equipo superficial:

El equipo superficial aplicado en el sistema de bombeo en
cambio, teniendo en cuenta el número de pozos que opere cada
unidad, presenta tres variantes: Unidad Central para seccionar
un grupo de 3 ó 4 pozos (Tipo Tomalá), Unidad Central para
seccionar un grupo de 10, 12 ó más pozos y Unidad Individual
para seccionar cada pozo.

2. Unidad Central para seccionar un grupo de 3 ó 4 pozos:

Esta variante de unidad está ampliamente experimentada
en el Distrito de Tomalá y cuando presenta algunas ventajas
también tiene serios inconvenientes. A pesar de esto se está
dando la posibilidad de su aplicación en el Distrito de El Ba-
rro. Con tal objeto se seleccionaron los grupos de cuatro po-
zos más convenientes en cuanto a su cercanía entre sí y las
condiciones topográficas del lugar en el cual se encuentran.
Resultaron 8 grupos de cuatro pozos, uno de dos y dos pozos
aislados. (Véase: Anexo I. Distribución superficial de los
grupos y Anexo 2 al 10, Cortes de cada uno de los grupos.)
Dadas las distancias entre sí de los pozos y lo accidentado
del terreno, la unidad, en los más de los grupos, no fue po-
sible localizarla en un punto equidistante de los pozos que
forman el grupo respectivo; las líneas de transmisión o de
línea resultaron de excesiva longitud y los mecanismos de
transmisión (cañerías, borneros y campanas) sumamente nu-
merosos. Como líneas de transmisión resultaron mayores de

200 m. (longitud máxima 302 m.), 16 entre 100 m. y 200 m. y únicamente 10 menores de 100 m., dando un promedio de 140 m. En Tonalá aunque el promedio es ligeramente menor, 120 m., - únicamente 4 líneas son mayores de 200 m., siendo la máxima de 245 m. Si en Tonalá siendo mas favorable las condiciones, se ha observado que un gran porcentaje del tiempo perdido se debe a las fallas en las líneas de transmisión con el incremento ineludible del costo de mantenimiento, es de esperarse que en El Burro tal cosa sería en un grado mayor. Por otra parte no se obtendrían las ventajas que la centralización de la energía presenta ya que no estarían debidamente balanceadas las cargas, pues como se indicó, no es posible localizar las unidades en puntos convenientes en cuanto a las distancias a los pozos.

b. Unidad Central para accionar un grupo de 10, 12 ó más pozos:

Esta variante presenta las mismas desventajas de la anterior un tanto incrementadas.

c. Unidad individual para accionar cada pozo:

Esta variante presenta algunas ventajas dignas de tomarse en consideración. Permite ajustarse a las condiciones particulares de cada pozo, variando entre ciertos límites, - la longitud de la carrera del pistón y el número de golpes - por minuto; al quedar fuera de producción un pozo, para hacerle las reparaciones que requiera, huelga decirlo, no hay necesidad de que otros pozos queden en la misma condición ó, en el caso más favorable, en cuanto a la producción, que provoque la descompensación de cargas en una Unidad. Aunque el costo inicial de las Unidades Individuales resulta mayor que el de las anteriores, se logra reducir el costo de manteni-

200 m. (longitud máxima 305 m.), de entre 100 m. y 200 m. y únicamente 10 metros de 100 m., dando un promedio de 140 m. En Tonalá, aunque el promedio es ligeramente menor, 130 m., únicamente 4 líneas son mayores de 200 m., siendo la máxima de 245 m. Si en Tonalá siendo más favorable las condiciones de explotación que un gran porcentaje del tiempo perdido se debe a las fallas en las líneas de transmisión con el incremento inevitable del costo de mantenimiento, es de esperarse que en El Bordo tal cosa sería en un grado mayor. Por otra parte no se obtendrían las ventajas que la centralización de la energía presenta ya que no estarían debidamente balanceadas las cargas, pues como se indicó, no es posible localizar las unidades en puntos convenientes en cuanto a las distancias a los pozos.

d. Unidad Central para accionar un grupo de 10, 15 ó más pozos:

Esta variante presenta las mismas desventajas de la anterior en tanto incrementadas.

e. Unidad individual para accionar cada pozo:

Esta variante presenta algunas ventajas dignas de ser tomadas en consideración. Permite ajustarse a las condiciones particulares de cada pozo, variando entre ciertos límites, la longitud de la carrera del pistón y el número de golpes por minuto; al quedar fuera de producción un pozo, para hacer las reparaciones que requiera, basta decirlo, no hay necesidad de que otros pozos queden en la misma condición, en el caso más favorable, en cuanto a la producción, que por verse la descompensación de cargas en una Unidad. Aunque el costo inicial de las Unidades Individuales resulta mayor que el de las anteriores, se logra reducir el costo de manteni-

miento, disminución del tiempo perdido, posibilidad de obtener una mayor eficiencia volumétrica total y por consiguiente reducción del costo unitario de extracción.

Tomando en consideración las ventajas y desventajas de las tres variantes mencionadas se llega a la conclusión de que las Unidades Individuales son las mas adecuadas para el caso particular del Distrito de El Burro.

2. Cálculo de las características que deberá ofrecer el equipo:

a. Producción:

De los 30 pozos actualmente en producción, 25 tienen una producción bruta que varía entre 1.4 m³ y 30 m³ diarios y 5 entre 41.7 m³ y 68.6 m³. Estos 5 pozos serían los últimos en convertirse. Es de esperarse, por la experiencia obtenida en Tonalá, que todos estos pozos mejoren su producción. Los incrementos en la producción son muy variables y se considera que de los pozos citados en primer término algunos llegarán a tener como máximo una producción de 40 m³ diarios

b. Profundidad de la bomba:

Los 36 pozos se pueden dividir, en cuanto a su profundidad, en dos grupos (Véase Tabla III): el primero constituido por 31 pozos cuya profundidad máxima es de 824.0 m. y el segundo grupo, constituido por los 5 pozos restante cuyas profundidades varían entre 890.0 m. y 971.9 m. Como la sumergencia de la bomba debe ser la máxima (únicamente la restringen un porcentaje elevado de agua y excesiva invasión de arena) se harán los cálculos respectivos considerando las profundidades máximas: 824.0 m. para el primer grupo y 971.9 m. para el segundo. Se ha hecho esta división, porque si se considera únicamente la profundidad máxima alcanzada en el Dis-

siendo, disminución del tiempo perdido, posibilidad de obtener una mayor eficiencia volumétrica total y por consiguiente la reducción del costo unitario de extracción.

Tomando en consideración las ventajas y desventajas de las tres variantes mencionadas se llega a la conclusión de que las Unidades Individuales son las más adecuadas para el caso particular del Distrito de El Barro.

2. Opinión de las expertas que deben ofrecer el servicio

por:

a. Producción:

De los 30 pozos actualmente en producción, 25 tienen una producción bruta que varía entre 1.4 m³ y 30 m³ diarios y 5 entre 41.7 m³ y 68.6 m³. Estos 5 pozos serán los destinados a convertirse. Es de esperarse, por la experiencia obtenida en Tonala, que todos estos pozos mejoren su producción. Los incrementos en la producción son muy variables y se conocen algunos que de los pozos citados en primer término algunos llegarán a tener como máximo una producción de 40 m³ diarios.

b. Profundidad de la bomba:

Los 26 pozos se pueden dividir, en cuanto a su profundidades, en dos grupos (véase Tabla III): el primero constituido por 21 pozos cuya profundidad máxima es de 824.0 m. y el segundo grupo, constituido por los 5 pozos restantes cuyas profundidades varían entre 890.0 m. y 971.9 m. Como la altura de la bomba debe ser la máxima (únicamente la restringida por un porcentaje elevado de agua y excesiva inversión de dinero) se han tomado los valores respectivos considerando las profundidades máximas: 824.0 m. para el primer grupo y 971.9 m. para el segundo. Se ha hecho esta división, porque si se considerara únicamente la profundidad máxima alcanzada en el día

trito a la inmensa mayoría de los pozos se le destinarían e quipos cuyas especificaciones resultarían excesivas.

c. Velocidad de bombeo:

La velocidad de bombeo, que se expresa en golpes por minuto, es uno de los factores que influyen en el volumen de fluido que puede ser extraído del pozo. Una velocidad excesiva trae como consecuencia el deterioro tanto de las varillas de succión como del equipo superficial, pero también, una baja velocidad puede ocasionar los mismos perjuicios al desarrollarse esfuerzos excesivos debidos a la vibración. Por tanto la velocidad de bombeo adecuada será aquella en la cual los esfuerzos que se desarrollen sean mínimos. Los estudios mas recientes que se han llevado a cabo sobre los problemas de vibración en los pozos petroleros permiten elegir velocidades de bombeo con las cuales se evitan los efectos más serios de la vibración.

Cuando se aplica súbitamente una fuerza al extremo de una columna de varillas de succión, la fuerza en cuestión se transmite hasta el otro extremo de la columna con la misma velocidad con la cual se transmite el sonido en el material de que están hechas y en forma de ondas longitudinales. La velocidad del sonido en el acero, algunos autores la consideran a razón de 4,800 m/seg. y otros a razón de 5,250 m/seg. pero con la primera cifra indicada se obtienen resultados mas conservadores. Por tal razón en estos cálculos la velocidad de la transmisión del esfuerzo se considera de 4,800 m/seg. ó sean 288,000 m/min. para tener homogeneidad en las unidades, ya que la velocidad de bombeo se toma en golpes por minuto.

Si una columna de varillas se pone en movimiento por me-

tráfico a las máquinas mayores de los pozos se le bastaría y
quiere cuyos aperturas reanudarían excesivas.

e. Velocidad de bombas:

La velocidad de bombas, que se expresa en golpes por
minuto, es uno de los factores que influyen en el volumen de
trabajo que puede ser extraído del pozo. Una velocidad excesiva
se trata como consecuencia el deterioro tanto de las varillas
de succión como del equipo superficial, pero también, una de
las velocidades puede ocasionar los mismos perjuicios al des-
truirse estas partes excesivas debido a la vibración. Por
tanto la velocidad de bombas adecuada será aquella en la que
las vibraciones que se desarrollan sean mínimas. Los estudios
más recientes que se han llevado a cabo sobre los problemas
de vibración en los pozos petroleros permiten elegir veloci-
dades de bombas con las cuales se evitan los efectos más se-
rios de la vibración.

Cuando se aplica rápidamente una fuerza al extremo de una
columna de varillas de succión, la fuerza en cuestión se
transmite hasta el otro extremo de la columna con la misma
velocidad con la cual se transmite el sonido en el material.
de que están hechas y en forma de ondas longitudinales. La
velocidad del sonido en el acero, algunos autores la conside-
ran a razón de 4,800 m/seg. y otros a razón de 5,250 m/seg.
pero con la primera cifra indicada se obtienen resultados
más exactos. Por tal razón en estos cálculos la veloci-
dad de la transmisión del esfuerzo se considera de 4,800
m/seg. ó sea 288,000 m/min. para tener homogeneidad en las
unidades, ya que la velocidad de bombas se toma en golpes
por minuto.

Si una columna de varillas se pone en movimiento por mo-

dió de un impulso simple, el sistema vibrará de acuerdo con su frecuencia natural, pero cada onda irá siendo de amplitud menor debido a la fricción. Si se agrega otro impulso antes de que se disipe el primero, la vibración será reforzada ó amortiguada dependiendo del intervalo de tiempo entre los dos impulsos. Cuando los impulsos se suceden uno a otro de tal manera que aumenten la magnitud de la vibración se tiene un estado al cual se le denomina sincrónico. Por el contrario - cuando el intervalo entre los impulsos es de tal naturaleza que las vibraciones se amortigüen unas a las otras, entonces se tiene un estado denominado asincrónico. Es indudable que el estado asincrónico es el que debe tratarse de obtener al elegir la velocidad de bombeo. En los estudios respectivos - que se han efectuado se demuestra que la frecuencia de vibración de una columna de varillas de succión es igual al cociente de la velocidad de transmisión de los esfuerzos entre la longitud de la columna de varillas multiplicada por 4.

$$F = \frac{288,000}{4 L} = \frac{72,000}{L} \dots\dots(1)$$

En la cual:

F = Frecuencia en ondas por minuto.

L = Longitud de la columna de varillas en metros.

Si en un pozo dado se emplea una velocidad de bombeo en golpes por minuto numéricamente igual a su frecuencia respectiva calculada de acuerdo con la expresión anterior se tendrá una vibración sincrónica de primer orden; si se emplea una velocidad numéricamente igual a la mitad de la frecuencia la vibración será sincrónica de segundo orden; si se emplea igual a la tercera parte será sincrónico de tercer orden y

de un impulso simple, el sistema vibrará de acuerdo con su frecuencia natural, pero cada vez que se aplique un mayor impulso a la fricción. Si se agrega otro impulso antes de que se disipe el primero, la vibración será reforzada o amortiguada dependiendo del intervalo de tiempo entre los dos impulsos. Cuando los impulsos se suceden uno a otro de tal manera que aumenten la magnitud de la vibración se tiene un estado el cual se le denomina sincrónico. Por el contrario cuando el intervalo entre los impulsos es de tal naturaleza que las vibraciones se amortiguen unas a las otras, entonces se tiene un estado denominado asincrónico. Es indudable que el estado asincrónico es el que debe tratarse de obtener al elegir la velocidad de bombeo. En los estudios respectivos que se han efectuado se demuestra que la frecuencia de vibración de una columna de varillas de acero es igual al cociente de la velocidad de transmisión de las ondas entre la longitud de la columna de varillas multiplicada por 4.

$$F = \frac{888,000}{L} = \frac{22,000}{L} \dots (1)$$

En la cual:

F = Frecuencia en ondas por minuto.

L = Longitud de la columna de varillas en metros.

Si en un pozo dado se emplea una velocidad de bombeo en golpes por minuto numéricamente igual a su frecuencia respectiva calculada de acuerdo con la expresión anterior se tendrá una vibración sincrónica de primer orden; si se emplea una velocidad numéricamente igual a la mitad de la frecuencia la vibración será sincrónica de segundo orden; si se emplea una velocidad numéricamente igual a la tercera parte será sincrónica de tercer orden y

así sucesivamente. La vibración sincrónica de primer orden es más severa que la de segundo y tercer orden, porque en cada onda se le agrega un nuevo impulso. Sin embargo cuando se agrega un impulso a cada segunda, tercera o cuarta onda, la magnitud de la vibración se incrementa proporcionalmente. Arriba y abajo de las velocidades sincrónicas los esfuerzos que se desarrollan no incrementan la vibración en las varillas y el sistema es entonces asincrónico. El empleo de velocidades asincrónicas en las columnas de varillas de succión es equivalente a la costumbre establecida de ordenar a los soldados formados al atravesar un puente, que rompan el paso, evitando así el desarrollo de una vibración sincrónica que a la larga pueda destruir la estructura.

Las velocidades asincrónicas más recomendables son las de 1.5, 2.5, 3.5, 4.5 órdenes que se obtienen dividiendo la frecuencia natural calculada de acuerdo con la expresión (1) entre 1.5, 2.5, 3.5, 4.5

En el caso especial de El Burro al poner en operación cada uno de los pozos se determinará su velocidad de bombeo — más adecuada de acuerdo con lo anteriormente indicado, pero se considera conveniente no emplearla mayor de 18 golpes por minuto pues en el Distrito de Tonalá se ha comprobado que es la velocidad máxima aceptable para la operación eficiente de los pozos de la región. Posteriormente se llevarán a cabo — pruebas con el dinamómetro con el objeto de comprobar si se está operando en buenas condiciones y en caso contrario hacer las correcciones pertinentes.

d. Longitud de la carrera:

Siendo mas conveniente en la operación de los pozos de bombeo mecánico, una baja velocidad y la mayor longitud po-

sible de la carrera, se considera como más adecuada una carrera máxima de 44" por ser la que proporcionan las unidades Muskogee que se han seleccionado por presentar algunas ventajas en su diseño, por estarse experimentando con buenos resultados en El Plán y con el objeto de uniformizar el equipo empleado en la región.

e. Tubería de producción:

La tubería de producción (tubing) recomendable por la experiencia en otros pozos de la zona, para usarse en la operación, es de 2-1/2" reforzada (external upset) a excepción de los 5 pozos que tienen cedazo de 4-3/4" en los que se empleará tubería de 2" reforzada.

f. Diámetro efectivo del pistón:

Al proyectar un equipo de bombeo es necesario fijar previamente las características de algunos elementos y basándose en estos calcular los restantes. La elección previa debe hacerse teniendo presente las características de los materiales disponibles ó de fácil adquisición y la experiencia obtenida en pozos que trabajen en condiciones semejantes. En esta forma, si se escogen la longitud máxima de la carrera de la varilla pulida y los diámetros de las varillas de succión y de la tubería de producción es posible calcular el diámetro efectivo más adecuado del pistón y posteriormente calcular las características del equipo superficial apropiado.

Por la experiencia se ha encontrado que en pozos profundos al emplear una bomba de diámetro efectivo excesivo, el volumen de fluido disminuye, debido a que el área del pistón aumenta en tal forma el alargamiento de las varillas de succión que la reducción de la carrera efectiva no queda compensada

Alto de la carrera, se considera como más adecuada una ca-
 rra máxima de 44" por ser la que proporciona las unidades
 más que se han seleccionado por presentar algunas ventaj-
 as en su diseño, por estarse experimentando con buenas re-
 sultados en El Tlax y con el objeto de uniformizar el equip-
 o en la región.

2. Tubería de producción:

La tubería de producción (tubing) recomendable por la
 experiencia en otros pozos de la zona, para usarse en la o-
 peración, es de 2-1/2" (externa) (external upset) a excep-
 ción de los 5 pozos que tienen cebazo de 4-3/4" en los que
 se emplea tubería de 2" reforzada.

3. Diámetro efectivo del platón:

Al proyectar un equipo de bombeo es necesario fijar -
 previamente las características de algunos elementos y basan-
 dose en estos calcular los restantes. La elección previa de-
 be hacerse teniendo presente las características de los ma-
 teriales disponibles ó de fácil adquisición y la experiencia
 obtenida en pozos que trabajen en condiciones semejantes. En
 esta forma, si se escogen la longitud máxima de la carrera de
 la varilla pulida y los diámetros de las varillas de succión
 y de la tubería de producción es posible calcular el diáme-
 tro efectivo más adecuado del platón y posteriormente cal-
 cular las características del equipo superficial apropiado.

Por la experiencia se ha encontrado que en pozos profundos
 al emplear una bomba de diámetro efectivo excesivo, el volu-
 men de líquido disminuye, debido a que el área del platón au-
 monta en tal forma el alargamiento de las varillas de succión
 que la reducción de la carrera efectiva no pueda compensarla

por el aumento en área. Se ha comprobado que para determinadas condiciones es posible fijar el diámetro efectivo del pistón que permita obtener la producción máxima y que con diámetros mayores ó menores la producción sufre un abatimiento.

Ha sido establecida una expresión para calcular el diámetro efectivo del pistón que permita obtener la producción máxima cuando se tiene determinada carrera de la varilla pulida y los diámetros de las varillas de succión y de la tubería de producción. Como en la carrera efectiva del pistón influye que la tubería de producción esté anclada ó nó, se tienen dos expresiones para el cálculo, una para cada condición

A continuación se indican éstas fórmulas:

Para tubería sin anclar:

$$A = \frac{P E}{10.39 g L^2 (1/r + 1/t)} \dots (2)$$

Para tubería anclada:

$$A = \frac{P E r}{10.39 g L^2} \dots (3)$$

En las cuales:

A = Area del pistón en pulgs. cuadradas.

P = Carrera de la varilla pulida en pulgs.

E = Módulo de elasticidad, (30,000,000 lbs/pulgada cuadrada).

g = Gravedad específica del fluido.

L = Profundidad de la bomba en pies.

r = Area de las varillas de succión en pulgs. cuadradas.

por el aumento en área, se ha comprobado que para determinar las condiciones es posible fijar el diámetro efectivo del pistón que permita obtener la producción máxima y que con diámetros mayores ó menores la producción sufre un abatimiento.

La idea establecida una expresión para calcular el diámetro efectivo del pistón que permita obtener la producción máxima cuando se tiene determinadas carreras de la varilla plástica y los diámetros de las varillas de succión y de la tubería de producción. Como en la carrera efectiva del pistón influye que la tubería de producción esté anclada ó no, se tienen dos expresiones para el cálculo, una para cada condición:

A continuación se indican estas fórmulas:

Para tubería sin anclar:

$$A = \frac{P \cdot H \cdot \pi}{10.39 \cdot E \cdot L^2 \cdot (1 + \nu)} \quad (2)$$

Para tubería anclada:

$$A = \frac{P \cdot H \cdot \pi}{10.39 \cdot E \cdot L^2} \quad (3)$$

En las cuales:

- A = Área del pistón en pulgadas cuadradas.
- P = Carrera de la varilla plástica en pulgadas.
- H = Módulo de elasticidad, (30,000,000 libras/pulgadas cuadradas).
- E = Gravedad específica del líquido.
- L = Profundidad de la bomba en pies.
- r = Área de las varillas de succión en pulgadas cuadradas.

t = Área de la tubería de producción en pulgs. cuadradas.

En las fórmulas anteriores (2) y (3) se supone que la carrera efectiva del pistón es igual a la carrera de la varilla pulida disminuida de los alargamientos, de las varillas de succión y de la tubería de producción. Como en la práctica se ha encontrado que la carrera efectiva del pistón es un poco mayor que la calculada en la forma mencionada, las expresiones (2) y (3) deben afectarse de un factor de sobrecarrera. A continuación se indica este factor:

$$F = 1 + \frac{2.4 (LN)^2}{100,000} \quad (4)$$

En la cual:

F = Factor de corrección.

L = Longitud de las varillas de succión en miles de pies.

N = Número de golpes por minuto.

Aunque todo el equipo y materiales empleados en la Industria Petrolera tienen sus características expresadas en unidades del Sistema Inglés, es conveniente convertir las fórmulas (2), (3) y (4) al Sistema Métrico Decimal que es el adoptado legalmente en nuestro país.

Al convertir las fórmulas (2) y (3) se tendrá:

P en cm.

E en Kgs/cm².

L en m.

r y t en cm².

Designando por u, el factor de conversión, la fórmula (2) en el sistema métrico decimal será:

Arca de la tubería de producción en pulgadas, una
diseño.

En las fórmulas anteriores (2) y (3) se supone que la
presión efectiva del pistón es igual a la carrera de la varilla
sin pérdida debida a los estrangulamientos, de las varillas
de acción y de la tubería de producción. Como en la práctica
no se ha encontrado que la carrera efectiva del pistón es un
poco mayor que la calculada en la forma mencionada, las ex-
presiones (2) y (3) deben efectuarse de un factor de sobre-
presión. A continuación se indica este factor:

$$(4) \quad F = 1 + \frac{S \cdot A \cdot (LW)^2}{100,000}$$

En la cual:

F = Factor de corrección.

L = Longitud de las varillas de acción en miles de
pies.

N = Número de golpes por minuto.

Mientras todo el equipo y materiales empleados en la indus-
tria petrolera tienen sus características expresadas en un-
dades del Sistema Inglés, es conveniente convertir las fórmu-
las (2), (3) y (4) al Sistema Métrico Decimal que es el adop-
tado legalmente en nuestro país.

Al convertir las fórmulas (2) y (3) se tendrán:

P en gr.

L en Meters.

F en m.

r y t en cm.

Designando por u, el factor de corrección, la fórmula (2)

en el sistema métrico decimal será:

$$A = u \frac{P E}{10.39 \text{ g L}^2 (1/r + 1/t)}$$

y su ecuación dimensional:

$$\text{pulgs}^2 = u \frac{\text{pulgs.lbs/pulgs}^2}{\text{pies}^2/\text{pulgs}^2} \quad 6$$

$$\text{pulgs}^2 = u \frac{\text{lbs/pulgs}}{\text{pies}^2/\text{pulgs}^2} = u \frac{\text{lbs.pulgs}}{\text{pies}^2}$$

de donde:

$$u = \frac{\text{pulgs}^2 \text{ pies}^2}{\text{lbs. pulgs}} = \frac{\text{pulgs pies}^2}{\text{lbs}}$$

Sustituyendo por los factores de conversión de unas unidades a otras:

$$u = \frac{2.54 \times 0.0929}{0.4536} \times \frac{\text{cm. m}^2}{\text{Kgs}}$$

de donde:

$$u = 0.52 \frac{\text{cm. m}^2}{\text{Kgs}}$$

Sustituyendo éste valor de u en la expresión respectiva:

$$A = \frac{0.52 P E}{10.39 \text{ g L}^2 (1/r + 1/t)}$$

de donde:

$$A = \frac{P E}{19.98 \text{ g L}^2 (1/r + 1/t)} \quad (2a)$$

Que es la fórmula (2) convertida al sistema métrico decimal.

En la misma forma las fórmulas (3) y (4) convertidas al sistema métrico decimal se expresan como a continuación se indica:

$$A = \frac{P E r}{19.98 \text{ g L}^2} \quad (3^*)$$

$$F = 1 + \frac{0.258 (LN)^2}{100,000} \quad (4a)$$

$$A = \frac{P E}{10.39 E L^2 (I_T + I_F)}$$

donde:

$$u = \frac{\text{pulg.}^2}{\text{pulg.}^2} = u$$

$$u = \frac{\text{pulg.}^2}{\text{pulg.}^2} = u$$

donde:

$$u = \frac{\text{pulg.}^2}{\text{pulg.}^2} = u$$

Reemplazando por los factores de conversión de unidades:

donde:

$$u = \frac{2.54 \times 0.0254}{0.4536} \times \frac{\text{cm.}^2}{\text{kg.}}$$

donde:

$$u = 0.28 \frac{\text{cm.}^2}{\text{kg.}}$$

Reemplazando este valor de u en la expresión respectiva:

$$A = \frac{0.28 P E}{10.39 E L^2 (I_T + I_F)}$$

donde:

$$A = \frac{P E}{19.98 E L^2 (I_T + I_F)} \quad (2a)$$

que es la fórmula (2) convertida al sistema métrico decimal.

mas:

En la misma forma las fórmulas (3) y (4) convertidas al sistema métrico decimal se expresan como a continuación se indica:

$$A = \frac{P E T}{19.98 E L^2} \quad (3)$$

$$V = 1 + \frac{0.288 (M)^2}{100,000} \quad (4a)$$

En esta última se tiene L en cientos de metros.

En el caso de El Burro, por lo dicho anteriormente, es necesario calcular el diámetro del pistón para el grupo de pozos cuya profundidad máxima es 824.0 m. y para los 5 pozos cuya profundidad máxima es 971.9 m. En ambos se usará tubería de producción de 2-1/2" sin anclar, varillas de succión de 3/4" de diámetro, carcasa en la varilla pulida de 44 pulgadas y velocidad de bombeo de 18 golpes por minuto. Se considerará como es costumbre y para tener un margen de seguridad que el fluido por extraer es agua y que el módulo de elasticidad del acero es de 2,100,000 Kgs/cm². Para los dos casos se tendrá:

$$P = 112 \text{ cm.}$$

$$E = 2,100,000 \text{ Kgs/cm}^2$$

$$g = 1.0$$

$$L = 824.0 \text{ m. (para 31 pozos)}$$

$$L = 971.9 \text{ m. (para los 5 pozos restantes)}$$

$$r = 2.85 \text{ cm}^2.$$

$$t = 11.81 \text{ cm}^2.$$

$$N = 18 \text{ golpes por minuto.}$$

Sustituyendo valores en la fórmula (2a) para el grupo de pozos cuya profundidad máxima es 824.0 m. se tiene:

$$A = \frac{112 \times 2,100,000}{19.98 \times 1.0 \times 824.0^2 (1/2.85 + 1/11.81)}$$

de donde:

$$A = 39.8 \text{ cm}^2.$$

El factor de corrección de sobre-carrera para este caso se obtiene sustituyendo valores en la expresión (4a):

$$F = 1 + \frac{0.253 (8.24 \times 18)^2}{100,000}$$

por tanto:

En esta última se tiene L en cientos de metros.
 En el caso de El águila, por lo dicho anteriormente, se re-
 curre a utilizar el diámetro del pistón para el grupo de po-
 zos cuya profundidad máxima es 824.0 m. y para los 2 pozos
 cuya profundidad máxima es 271.9 m. En estos se usará tubo
 de producción de 2-1/2" sin anular, varillas de succión
 de 3/4" de diámetro, colocadas en la varilla guía de 44 pul-
 gadas y velocidad de bombeo de 18 golpes por minuto. Se con-
 siderará como es costumbre y para tener un margen de seguri-
 dad que el fluido por extraer es agua y que el módulo de es-
 lasticidad del acero es de $2,100,000 \text{ Kg/cm}^2$. Para los dos
 casos se tendrá:

$$P = 115 \text{ cm.}$$

$$E = 2,100,000 \text{ Kg/cm}^2$$

$$g = 1.0$$

$$L = 824.0 \text{ m. (para 21 pozos)}$$

$$L = 271.9 \text{ m. (para los 2 pozos restantes)}$$

$$r = 2.87 \text{ cm.}^2$$

$$t = 11.81 \text{ cm.}^2$$

$$N = 18 \text{ golpes por minuto.}$$

Se sustituyen valores en la fórmula (2a) para el grupo de

pozos cuya profundidad máxima es 824.0 m. se tiene:

$$A = \frac{115 \times 2,100,000}{19.98 \times 1.0 \times 824.0^2 (11.81^2 + 2.87^2)}$$

de donde:

$$A = 32.8 \text{ cm.}^2$$

El factor de corrección de sobre-carro para este caso

se obtiene sustituyendo valores en la expresión (3a):

$$F = 1 + \frac{0.253 (8.24 \times 18)^2}{100,000}$$

por tanto:

$$F = 1.006$$

Y entonces se tendrá:

$$A = 39.8 \times 1.006 = 40.0 \text{ cm}^2.$$

Por tanto, designando por D el diámetro se tiene:

$$D^2 = \frac{40.0}{0.785}$$

de donde:

$$D = \underline{7.1 \text{ cm.}}$$

Sustituyendo valores en la misma fórmula (2a) para el grupo de pozos cuya profundidad máxima es 971.9 m. se tiene:

$$A = \frac{112 \times 2,100,000}{19.98 \times 1.0 \times 971.9^2 (1/2.85 + 1/11.81)}$$

de donde:

$$A = 28.6 \text{ cm}^2.$$

El factor de corrección de sobre-carrera para este caso se obtiene sustituyendo valores en la expresión (4a):

$$F = 1 + \frac{0.258 (9.719 \times 18)^2}{100,000}$$

de donde:

$$F = 1.008$$

Y entonces se tendrá:

$$A = 28.6 \times 1.008 = 28.8$$

Por tanto designando por D el diámetro se tiene:

$$D^2 = \frac{28.8}{0.785}$$

de donde:

$$D = \underline{6.1 \text{ cm.}}$$

De acuerdo con lo dicho anteriormente el diámetro del pistón con la tubería sin anclar en ambos casos no debe ser mayor de 7.1 cm. (2.79 pulgs.) y de 6.1 cm. (2.4 pulgs) respectivamente. Sin embargo como estas fórmulas son para condiciones de carga estática, para tener un margen de seguridad

$$V = 1.008$$

Y entonces se tendrá:

$$A = 39.8 \times 1.008 = 40.0 \text{ cm}^2$$

Por tanto, designando por D el diámetro se tiene:

$$D^2 = \frac{40.0}{0.785}$$

de donde:

$$D = 7.1 \text{ cm.}$$

Substituyendo valores en la misma fórmula (2a) para el grupo de pozos cuyas profundidades máximas es 271.9 m. se tiene:

$$A = \frac{115 \times 2,100,000}{19.98 \times 1.0 \times 271.9^2 (12.85 + 111.81)}$$

de donde:

$$A = 28.6 \text{ cm}^2$$

El factor de corrección de sobre-carriera para este caso se obtiene substituyendo valores en la expresión (4a):

$$F = 1 + \frac{0.258 (2.79 \times 18)}{100,000}$$

de donde:

$$F = 1.008$$

Y entonces se tendrá:

$$A = 28.6 \times 1.008 = 28.8$$

Por tanto designando por D el diámetro se tiene:

$$D^2 = \frac{28.8}{0.785}$$

de donde:

$$D = 6.1 \text{ cm.}$$

De acuerdo con lo dicho anteriormente el diámetro del pistón con la tubería sin anclar en ambos casos no debe ser mayor de 7.1 cm. (2.79 pulg.) y de 6.1 cm. (2.4 pulg.) respectivamente. Sin embargo como estas fórmulas son para condiciones de carga estática, para tener un margen de seguridad

en las cargas dinámicas, los diámetros mencionados deben reducirse. Por tanto se recomienda para ambos casos un diámetro efectivo del pistón de 5.7 cm. (2-1/4"), que es el que corresponde a las bombas cuyo tamaño nominal es de 2-1/2". Por otra parte para cedazo de 6-5/8" que es el que tienen -- instalado los pozos de El Burro, a excepción de 5 de ellos, deben usarse precisamente bombas de tamaño nominal de 2-1/2" como máximo. Para los 5 pozos que tienen cedazo de 4-3/4" -- hay necesidad, por tal motivo, de reducir el diámetro del pistón a 4.45 cm. (1-3/4") que corresponde a las bombas de tamaño nominal de 2".

El tamaño nominal de 2-1/2" que se fijó previamente para la tubería de producción, es el apropiado para estas bombas. Para las bombas de 2" (5 pozos) es más conveniente usar tubería de producción de 2".

g. Diámetro de las varillas de succión:

Después de calcular el diámetro efectivo del pistón, es necesario comprobar si el diámetro fijado previamente para las varillas de succión es el adecuado. Para esto puede hacerse uso de la siguiente fórmula basada en la experiencia:

$$R = \frac{Fr - AwL \left(1 + \frac{b^2 s}{g}\right)}{W \left(1 + \frac{b^2 s}{g}\right)} \quad (5)$$

En la cual:

R = Longitud de las varillas en pies.

F = Esfuerzo unitario de las varillas en lbs/pulg².

r = Area de las varillas en pulgadas cuadradas.

A = Area del pistón en pulgadas cuadradas.

w = Presión hidrostática ejercida por pie de fluido en libras/pulgada cuadrada.

en las curvas características, los diámetros mencionados deben re-
 gularse. Por tanto se recomienda para ambos casos un diáme-
 tro efectivo del pistón de 2.7 cm. (2-1/4"), que es el que
 corresponde a las bombas cuyo tamaño nominal es de 2-1/2".
 Por otra parte para cedazo de 6-5/8" que es el que tienen
 instalados los pozos de El Barro, a excepción de 5 de ellos,
 deben usarse precisamente bombas de tamaño nominal de 2-1/2"
 como máximo. Para los 5 pozos que tienen cedazo de 4-3/4"
 hay necesidad, por tal motivo, de reducir el diámetro del
 pistón a 4.45 cm. (1-3/4") que corresponde a las bombas de
 tamaño nominal de 2".

El tamaño nominal de 2-1/2" que se fijó previamente para
 la tubería de producción, es el apropiado para estas bombas.
 Para las bombas de 2" (5 pozos) es más conveniente usar tu-
 bería de producción de 2".

El Diámetro de las varillas de succión:

Después de calcular el diámetro efectivo del pistón,
 es necesario comprobar si el diámetro fijado previamente pa-
 ra las varillas de succión es el adecuado. Para esto puede
 hacerse uso de la siguiente fórmula basada en la experiencia

$$R = \frac{Fr - AwL \left(1 + \frac{d^2}{E}\right)}{W \left(1 + \frac{d^2}{E}\right)} \quad (2)$$

donde:

- R = longitud de las varillas en pies.
- F = esfuerzo unitario de las varillas en libras/pulg².
- T = área de las varillas en pulgadas cuadradas.
- A = área del pistón en pulgadas cuadradas.
- W = presión hidrostática ejercida por pie de líq.
- do en libras/pulgada cuadrada.

L = Profundidad de la bomba en pies.

W = Peso por pie de las varillas, en libras,

$1 + \frac{b^2 s}{g}$ = Factor de aceleración, en el cual:

b = Velocidad angular en radianes por segundo

s = Un medio de la carrera en la varilla pulida,
en pies.

g = Aceleración de la gravedad en pulgs/seg².

Como en ésta fórmula se emplea el mismo factor de aceleración para el fluido y para las varillas, se obtendrán esfuerzos conservadores y en realidad con la presencia de gas los factores de impulso son más bajos debido a la compresibilidad del fluido.

El esfuerzo unitario debe ser considerado de acuerdo con las especificaciones del fabricante, pero en la práctica se acostumbra tomarlo de 30,000 libras/pulg². (2,100 Kgs/cm².)

La fórmula (5) que está expresada en unidades inglesas no sufre modificación alguna al convertirla a las siguientes unidades del sistema métrico:

R en metros.

F en Kgs/cm².

r y A en cm².

w en Kgs/cm²/m.

L en metros.

W en Kgs/m.

s en metros.

g en m/seg².

Es necesario comprobar si las varillas de 3/4" (1.91 cm) de diámetro son adecuadas para el grupo de 31 pozos cuya -- profundidad máxima es de 824.0 m. Se considerará que el fluido por extraer, para tener un margen de seguridad, es agua.

- L = Profundidad de la bomba en pies.
- W = Peso por pie de las varillas, en libras.
- $I + \frac{D^2 S}{C}$ = Factor de aceleración, en el cual:
- D = Velocidad angular en radianes por segundo
- C = Un medio de la carrera en la varilla pulida
- en pies.

g = Aceleración de la gravedad en pies/seg^2 .

Como en esta fórmula se emplea el mismo factor de aceleración para el fluido y para las varillas, se obtendrá siempre los conservadores y en realidad con la presencia de gas los factores de impulso son más bajos debido a la compresibilidad del fluido.

El esfuerzo unitario debe ser considerado de acuerdo con las especificaciones del fabricante, pero en la práctica se acostumbra tomarlo de 30,000 libras/pulg.² (2,100 kg/cm^2). La fórmula (2) que está expresada en unidades inglesas no requiere modificación alguna al convertirla a las siguientes unidades del sistema métrico:

- L en metros.
- W en kg/cm^2 .
- r y A en cm^2 .
- w en $\text{kg}/\text{cm}^2/\text{m}$.
- I en metros.
- W en kg/m^2 .
- a en metros.
- g en m/seg^2 .

Es necesario comprobar si las varillas de 3/4" (1.91 cm) de diámetro son adecuadas para el grupo de 31 pozos cuya profundidad máxima es de 8240 m. Se considerará que el fluido por extraer, para tener un margen de seguridad, es agua.

En este caso:

$$F = 2,100 \text{ Kgs/cm}^2.$$

$$r = 2.85 \text{ cm}^2.$$

$$A = 25.68 \text{ cm}^2.$$

$$w = 0.1 \text{ Kgs/cm}^2/\text{m}.$$

$$L = 824.0 \text{ m}.$$

$$W = 2.41 \text{ Kgs/m}.$$

$$b = 1.88 \text{ radianes por seg. (18 R.P.M.)}$$

$$s = .56 \text{ m}.$$

$$g = 9.80 \text{ m/seg}^2.$$

Sustituyendo valores en la ecuación (5) se tiene:

$$R = \frac{2,100 \times 2.85 - 25.68 \times 0.1 \times 824.0 \left(1 + \frac{1.88^2 \times .56}{9.80} \right)}{2.41 \left(1 + \frac{1.88^2 \times .56}{9.80} \right)}$$

De donde:

$$R = 1,186 \text{ m.} \quad (\text{mayor de } 824.0 \text{ m.})$$

Como estas varillas resultan un poco sobradas, ya que en las condiciones del problema pueden usarse para una profundidad de 1,186 m. y la máxima que se tiene es de 824.0 m., es necesario revisar si las varillas de diámetro menor, esto es de 5/8", son adecuadas. En este caso:

$$r = 1.97 \text{ cm}^2.$$

$$W = 1.67 \text{ Kgs/m}.$$

Sustituyendo valores en la misma expresión (5) se tiene:

$$\frac{2,100 \times 1.97 - 25.68 \times 0.1 \times 824.0 \left(1 + \frac{1.88^2 \times .56}{9.80} \right)}{1.67 \left(1 + \frac{1.88^2 \times .56}{9.80} \right)}$$

De donde:

$$R = 797.0 \text{ m.} \quad (\text{menor de } 824.0 \text{ m.})$$

Por tanto, para las condiciones del problema, las vari--

En este caso:

$$P = 2,100 \text{ Kg/cm}^2$$

$$r = 2.82 \text{ cm}$$

$$A = 25.68 \text{ cm}^2$$

$$w = 0.1 \text{ Kg/cm}^2$$

$$l = 824.0 \text{ m}$$

$$W = 2.41 \text{ Kg/m}$$

$$p = 1.88 \text{ radiantes por seg. (18 R.P.M.)}$$

$$s = .26 \text{ m}$$

$$g = 9.80 \text{ m/seg}^2$$

Quitiendo valores en la ecuación (5) se tiene:

$$R = \frac{2,100 \times 2.82 - 25.68 \times 0.1 \times 824.0 (1 + \frac{1.88^2 \times .26}{9.80})}{2.41 (1 + \frac{1.88^2 \times .26}{9.80})}$$

De donde:

$$R = 1,186 \text{ m. (mayor de } 824.0 \text{ m.)}$$

Como estas varillas resultan un poco sobradas, ya que en las condiciones del problema pueden usarse para una profundidad de 1,186 m. y la máxima que se tiene es de 824.0 m., es necesario revisar si las varillas de diámetro menor, de 2 1/8", son adecuadas. En este caso:

$$r = 1.97 \text{ cm}$$

$$W = 1.67 \text{ Kg/m}$$

Quitiendo valores en la misma expresión (5) se tiene:

$$R = \frac{2,100 \times 1.97 - 25.68 \times 0.1 \times 824.0 (1 + \frac{1.88^2 \times .26}{9.80})}{1.67 (1 + \frac{1.88^2 \times .26}{9.80})}$$

De donde:

$$R = 797.0 \text{ m. (menor de } 824.0 \text{ m.)}$$

Por tanto, para las condiciones del problema, las varillas

llas de 5/8" de diámetro no son adecuadas y es necesario usar las de 3/4" de diámetro aunque sean un poco sobradas, - que por otra parte, según la experiencia obtenida en Tonalá, son las más apropiadas para pozos cuya profundidad es mayor de 700.0 m.

Por último es necesario comprobar si las varillas de 3/4" de diámetro son las apropiadas para los 5 pozos cuya profundidad máxima es de 971.9 m.

En este caso:

$$L = 971.9 \text{ metros.}$$

$$R = \frac{2,100 \times 2.85 - 25.68 \times 0.1 \times 971.9 \left(1 + \frac{1.88^2 \times .56}{9.80} \right)}{2.41 \left(1 + \frac{1.88^2 \times .56}{9.80} \right)}$$

De donde:

$$R = 1,029 \text{ m.} \quad (\text{mayor de } 971.9 \text{ m.})$$

Por tanto, las varillas de 3/4" de diámetro son adecuadas también para los 5 pozos cuya profundidad máxima es de 971.9 m.

En conclusión, en todos los pozos de El Burro se usarán varillas de 3/4" de diámetro.

En los 5 pozos en los cuales, debido a que tienen cedazo de 4-3/4", se usarán bombas de tamaño nominal de 2" podrán emplearse varillas de 5/8" de diámetro sin apartarse de los límites de seguridad.

h. Unidad de bombeo:

Para seleccionar la Unidad de bombeo adecuada es necesario calcular la carga máxima en la varilla pulida que soportará la que soporte el balancín y el momento máximo de torsión que deba permitir la caja de engranes de reducción.

El Instituto Americano de Petróleo (A.P.I.) recomienda la siguiente expresión para calcular la carga máxima en la vari

Las de 5/8" de diámetro no son adecuadas y es necesario u-
 sar las de 3/4" de diámetro cuando sean un poco sobradas,
 que por otra parte, según la experiencia obtenida en Tonala,
 son las más apropiadas para pozos cuya profundidad es mayor
 de 700.0 m.

Por último es necesario comprobar si las varillas de 3/4"
 de diámetro son las apropiadas para los 5 pozos cuya profun-
 didad máxima es de 971.9 m.

En este caso:

$$L = 971.9 \text{ metros.}$$

$$R = \frac{2,100 \times 2.85 - 25.68 \times 0.1 \times 971.9 (1 + \frac{1.88^2}{9.80} \times 25)}{2.41 (1 + \frac{1.88^2}{9.80} \times 25)}$$

$$R = 1.029 \text{ m.}$$

De donde:

$$R = 1.029 \text{ m. (mayor de 971.9 m.)}$$

Por tanto, las varillas de 3/4" de diámetro son adecuadas
 también para los 5 pozos cuya profundidad máxima es de 971.9
 m. En conclusión, en todos los pozos de El Barro se usarán
 varillas de 3/4" de diámetro.

En los 5 pozos en los cuales, debido a que tienen caballos
 de 4-5/4", se usarán bombas de tamaño nominal de 5" podrán
 emplearse varillas de 5/8" de diámetro sin apartarse de los
 límites de seguridad.

h. Unidad de bombas:

Para seleccionar la Unidad de bombas adecuada en cada
 caso calcular la carga máxima en la varilla pulled que se
 rá la que soporte el balanceo y el momento máximo de torsión
 que debe permitir la caja de engranes de reducción.

El Instituto Americano de Petróleo (A.P.I.) recomienda la
 siguiente expresión para calcular la carga máxima en la varilla

lla pulida:

$$P = (W_r + W_f) \left(1 + \frac{S \text{ G.p.m.}}{5,400} \right) \quad (6)$$

En la cual:

P = Carga máxima en libras.

W_r = Peso de las varillas en lbs.

W_f = Peso del fluido en lbs = $\frac{\pi}{4} D^2 \times 0.43 L$

D = Diámetro efectivo del pistón en pulgadas.

L = Profundidad de la bomba en pies.

S = Carrera en la varilla pulida en pulgadas.

G.p.m. = Golpes po minuto.

$1 + \frac{S \text{ G.p.m.}}{5,400}$ = Factor de aceleración ó factor de carga dinámica.

Anteriormente se acostumbraba indicar la capacidad de una Unidad de Bombeo en términos de caballos de fuerza, pero ahora esta práctica ha caído en desuso debido a las confusiones que se presta al seleccionar el motor primordial. Actualmente las Unidades de Bombeo tienen especificada la capacidad de carga en lbs. del balancín y todas las piezas restantes de la Unidad - chumaceras, bielas, cigüeñal, etc. - están diseñadas para soportar también esa carga.

Al seleccionar la Unidad para soportar una carga calculada de acuerdo con la fórmula (6) debe hacerse un tanto sobrada para tener un margen de seguridad al presentarse posibles aumentos de la velocidad y sobre cargas momentáneas debidas a los arenamientos de los pozos.

Como antes se dijo es indispensable cerciorarse de que el momento de torsión que es capaz de soportar la caja de engranes de la Unidad no será excedido.

El Instituto Americano de Petróleo (A.P.I.) recomienda .

las pulidas:

$$P = (W_r + W_l) \left(1 + \frac{S \cdot G.P.M.}{2,400} \right) \quad (6)$$

donde las cuales:

P = Carga máxima en libras.

W_r = Peso de las varillas en libras.

W_l = Peso del fluido en libras = $\frac{\pi}{4} D^2 L \times 0.474$

D = Diámetro efectivo del pistón en pulgadas.

L = Profundidad de la bomba en pies.

S = Carrera en la varilla pulida en pulgadas.

G.P.M. = Golpes por minuto.

$$1 + \frac{S \cdot G.P.M.}{2,400} = \text{Factor de aceleración ó factor de}$$

carga dinámica.

Anteriormente se acostumbraba indicar la capacidad de una Unidad de Bombas en términos de caballos de fuerza, pero en la práctica ha caído en desuso debido a las confusiones que se presta al seleccionar el motor primario. Actualmente las Unidades de Bombas tienen especificada la capacidad de carga en libras del balanceo y todas las piezas partes de la Unidad - chumaceras, piezas, cigüeñal, etc. - son tan diseñadas para soportar también esa carga.

Al seleccionar la Unidad para soportar una carga calculada de acuerdo con la fórmula (6) debe hacerse un tanto más para tener un margen de seguridad al presentarse momentos de la velocidad y sobre cargas momentáneas debido a los arranques de los pozos.

Como antes se dijo es indispensable advertirse de que el momento de torsión que se espera de soportar la carga de emergencia de la Unidad no será excedido.

El Instituto Americano de Petróleo (A.P.I.), recomienda

la siguiente expresión para calcular el momento máximo de torsión:

$$M_{\text{máx.}} = \frac{P_n S}{2} \quad (7)$$

En la cual:

$M_{\text{máx.}}$ = Momento máximo de torsión en lbs.pulg.

P_n = Carga neta máxima en la varilla pulida en lbs.

S = Carrera en la varilla pulida en pulgs.

La carga neta máxima en la varilla pulida se define como la carga máxima sobre dicha varilla disminuida del contrapeso efectivo. En otras palabras es la fuerza máxima que debe ser soportada por la caja de engranes. Teóricamente, el contrapeso efectivo debe ser equivalente al peso de las varillas aumentado de un medio del peso del fluido y disminuido de un medio del empuje debido a la flotación de las varillas sin embargo, esta proporción no es posible obtenerla bajo condiciones dinámicas. Si se emplea un contrapeso excesivo, el momento de torsión máximo es mayor en la carrera descendente que en la ascendente. Por tanto, el contrapeso efectivo es el peso necesario para igualar el momento de torsión en las carreras ascendente y descendente.

El Instituto Americano de Petróleo sugiere la siguiente fórmula para calcular la carga neta máxima en la varilla pulida:

$$P_n = 0,4 P \quad (8)$$

En la cual:

P_n = Carga neta máxima en libras.

P = Carga máxima en libras.

La fórmula (6) en el sistema métrico decimal se expresa como a continuación se indica:

la siguiente expresión para calcular el momento máximo de torsión:

$$M_{\text{máx.}} = \frac{P_n S}{2} \quad (7)$$

en la cual:

Máx. = momento máximo de torsión en lbs.pulg.

P_n = carga neta máxima en la varilla pulida en lbs.

S = distancia en la varilla pulida en pulg.

La carga neta máxima en la varilla pulida se define como la carga máxima sobre dicha varilla disminuida del contrapeso efectivo. En otras palabras es la fuerza máxima que debe ser soportada por la caja de engranes. Teóricamente, el contrapeso efectivo debe ser equivalente al peso de las varillas aumentado de un medio del peso del fluido y disminuido de un medio del empuje debido a la flotación de las varillas. Sin embargo, esta proporción no es posible obtenerla bajo condiciones dinámicas. Si se emplea un contrapeso excesivo el momento de torsión máximo es mayor en la carrera descendente que en la ascendente. Por tanto, el contrapeso efectivo debe ser el peso necesario para igualar el momento de torsión en las carreras ascendente y descendente.

El Instituto Americano de Petróleos recomienda la siguiente fórmula para calcular la carga neta máxima en la varilla de

libras:

$$P_n = 0.4 T \quad (8)$$

en la cual:

P_n = carga neta máxima en libras.

T = carga máxima en libras.

La fórmula (8) en el sistema métrico decimal se expresa

como a continuación se indica:

$$P = (W_r + W_f) \left(1 + \frac{S \text{ G.p.m.}}{13,716} \right) \quad (6a)$$

En la cual:

P en Kgs.

W_r en Kgs.

$$W_f = \frac{P_f D^2}{4} \times 0.1 L = 0.0785 D^2 L \text{ en Kgs.}$$

D en centímetros.

L en metros.

S en centímetros.

G.p.m. = Golpes por minuto.

$$\left(1 + \frac{S \text{ G.p.m.}}{13,716} \right) = \text{Factor de aceleración o - factor de carga dinámica.}$$

En el caso de El Burro es necesario, como se ha venido -- haciendo en los cálculos anteriores, considerar dos casos: El grupo de 31 pozos cuya profundidad máxima es de 824.0 m. y los 5 pozos restantes cuya profundidad máxima es de 971.9m.

En el primer caso:

$$D = 5.72 \text{ cm. (2-1/2")}$$

$$L = 824.0 \text{ m.}$$

$$W_r = 2.41 \times 824.0 = 1,986 \text{ Kgs.}$$

$$W_f = 0.0785 \times 5.72^2 \times 824.0 = 2,118 \text{ Kgs.}$$

$$S = 112 \text{ cm.}$$

$$\text{G.p.m.} = 18$$

Sustituyendo valores en la fórmula (6a) se tiene:

$$P = (1,986 + 2,118) \left(1 + \frac{112 \times 18}{13,716} \right)$$

De donde:

$$\underline{P = 4,707 \text{ Kgs. (10,377 lbs.)}}$$

Por tanto en el primer caso se necesitará una Unidad cuya capacidad de carga en el balancín sea mayor de 4,707 Kgs.

$$P = (W_r + W_l) \left(1 + \frac{S \cdot G.p.m.}{13.716} \right) \quad (6a)$$

En la cual:

P en Kgs.

W_r en Kgs.

$$W_l = \frac{W_r}{D^2} \times 0.1 D = 0.0785 D^2 \text{ en Kgs.}$$

D en centímetros.

L en metros.

S en centímetros.

G.p.m. = Golpes por minuto.

$$\left(1 + \frac{S \cdot G.p.m.}{13.716} \right) = \text{Factor de aceleración o}$$

Factor de carga dinámica.

En el caso de El Puerto es necesario, como se ha venido haciendo en los cálculos anteriores, considerar dos casos: El grupo de 31 pozos cuya profundidad máxima es de 824.0 m. y los 2 pozos restantes cuya profundidad máxima es de 971.9 m. En el primer caso:

$$D = 2.75 \text{ cm. (2-1/2")}$$

$$L = 824.0 \text{ m.}$$

$$W_r = 2.41 \times 824.0 = 1,986 \text{ Kgs.}$$

$$W_l = 0.0785 \times 2.75^2 \times 824.0 = 2,118 \text{ Kgs.}$$

$$S = 112 \text{ cm.}$$

$$G.p.m. = 18$$

Sustituyendo valores en la fórmula (6a) se tiene:

$$P = (1,986 + 2,118) \left(1 + \frac{112 \times 18}{13.716} \right)$$

De donde:

$$P = 4,707 \text{ Kgs. (10,377 lbs.)}$$

Por tanto en el primer caso se necesitan una Unidad cuya capacidad de carga en el balancín sea mayor de 4,707 Kgs.

Para calcular el momento máximo de torsión que, en este caso, deberá permitir la caja de engranes de la Unidad se emplean las fórmulas (7) y (8) que no sufren modificación alguna usando unidades del sistema métrico. Para este caso se tiene:

$$S = 112, \text{ cm.}$$

$$P = 4,707 \text{ Kgs.}$$

Sustituyendo valores en la (8) se tiene:

$$P_n = 0.4 \times 4,707$$

De donde:

$$P_n = 1,883 \text{ Kgs.}$$

Sustituyendo valores en la (7) se tendrá:

$$M_{\text{máx.}} = \frac{1,883 \times 112}{2}$$

De donde:

$$M_{\text{máx.}} = 105,448 \text{ Kgs.cm.} \quad (91,525 \text{ lbs.})$$

Por tanto será necesario que la caja de engranes permita un momento máximo de torsión superior a 105,448 Kgs.cm.

En el segundo caso, esto es para los 5 pozos cuya profundidad es de 971.9 m. se tiene:

$$D = 5.72 \text{ cm.}$$

$$L = 971.9 \text{ m.}$$

$$W_r = 2.41 \times 971.9 = 2,342 \text{ Kgs.}$$

$$W_f = 0.0785 \times 5.72^2 \times 971.9 = 2,498 \text{ Kgs.}$$

$$S = 112 \text{ cm.}$$

$$G.p.m. = 18$$

Sustituyendo valores en la fórmula (6a) se tiene:

$$P = (2,342 + 2,498) \left(1 + \frac{112 \times 18}{13,716} \right)$$

De donde:

$$P = 5,551 \text{ Kgs.} \quad (12,237 \text{ lbs.})$$

Para calcular el momento máximo de torsión que, en este caso, deberá permitir la caja de engranes de la Unidad se emplean las fórmulas (7) y (8) que no requieren modificación alguna usando unidades del sistema métrico. Para este caso se tienen:

$$S = 112 \text{ cm.}$$

$$P = 4,707 \text{ Kgs.}$$

Substituyendo valores en la (8) se tienen:

$$P_t = 0.4 \times 4,707$$

De donde:

$$P_t = 1,883 \text{ Kgs.}$$

Substituyendo valores en la (7) se tendrá:

$$\text{Mmáx.} = \frac{1,883 \times 112}{2}$$

De donde:

$$\text{Mmáx.} = 105,448 \text{ Kgs.cm.} \quad (91,525 \text{ lbs.})$$

Por tanto será necesario que la caja de engranes permita un momento máximo de torsión superior a 105,448 Kgs.cm. En el segundo caso, esto es para los 2 pozos cuya profundidad es de 271.9 m. se tienen:

$$D = 2.72 \text{ cm.}$$

$$L = 271.9 \text{ m.}$$

$$W_r = 2.41 \times 271.9 = 2,345 \text{ Kgs.}$$

$$W_t = 0.0785 \times 2.72^2 \times 271.9 = 2,438 \text{ Kgs.}$$

$$S = 112 \text{ cm.}$$

$$G.P.m. = 18$$

Substituyendo valores en la fórmula (6a) se tienen:

$$P = (2,345 + 2,438) \left(1 + \frac{112 \times 18}{12,716} \right)$$

De donde:

$$P = 2,521 \text{ Kgs.} \quad (12,537 \text{ lbs.})$$

Por, tanto para los 5 pozos de este grupo se necesita que el balancín tenga una capacidad de carga mayor de 5,551 Kgs.

El momento máximo de torsión se calcula como en el caso anterior. Se tiene:

$$S = 112 \text{ cm.}$$

$$P = 5,551 \text{ Kgs.}$$

Sustituyendo valores en la fórmula (8) se tiene:

$$P_n = 0.4 \times 5,551$$

De donde:

$$P_n = 2,220 \text{ Kgs.}$$

Sustituyendo estos valores en la fórmula (7) se tiene:

$$M_{\text{máx.}} = \frac{2,220 \times 112}{2}$$

De donde:

$$M_{\text{máx.}} = 124,320 \text{ Kgs.cm.} \quad (107,905 \text{ lbs.})$$

Por tanto será necesario que la caja de engranes permita un momento máximo de torsión superior a 124,320 Kgs.cm.

A continuación se resumen las características que deberán ofrecer las unidades de bombeo para cada uno de los dos grupos en que se han dividido los pozos de acuerdo con sus profundidades totales:

Primer grupo, 31 pozos, profundidad máxima 824.0 m.

Capacidad de carga del

balancín mayor de 4,707 Kgs. (10,377 lbs.)

Momento de torsión en la

caja de engranes mayor de 105,448 Kgs. (91,525 lbs.)

Contrapeso necesario 2,680 Kgs. (5,910 lbs.)

Segundo grupo, 5 pozos, profundidad máxima 971.9 m.

Capacidad de carga del

balancín mayor de 5,551 kgs. (12,237 lbs.)

Por tanto para los 5 pozos de este grupo se necesita que el balancín tenga una capacidad de carga mayor de 2,521 Kgs. El momento máximo de torsión se calcula como en el caso -

anterior, se tiene:

$$S = 112 \text{ cm.}$$

$$P = 2,521 \text{ Kgs.}$$

Sustituyendo valores en la fórmula (8) se tiene:

$$M_t = 0.4 \times 2,521$$

De donde:

$$M_t = 2,520 \text{ Kgs.}$$

Sustituyendo estos valores en la fórmula (7) se tiene:

$$M_{\text{máx.}} = \frac{2,520 \times 112}{2}$$

De donde:

$$M_{\text{máx.}} = 124,520 \text{ Kgs.cm.} \quad (107,902 \text{ lbs.})$$

Por tanto será necesario que la caja de engranes permita un momento máximo de torsión superior a 124,520 Kgs.cm. A continuación se resumen las características que deberá ofrecer las unidades de bombas para cada uno de los dos pozos en que se han dividido los pozos de acuerdo con sus profundidades totales:

Primer grupo, 5 pozos, profundidad máxima 224.0 m.

Capacidad de carga del

balancín mayor de 4,707 Kgs. (10,377 lbs.)

Momento de torsión en la

caja de engranes mayor de 102,448 Kgs. (91,222 lbs.)

Contrapeso necesario 2,680 Kgs. (5,910 lbs.)

Segundo grupo, 5 pozos, profundidad máxima 271.9 m.

Capacidad de carga del

balancín mayor de 2,521 Kgs. (5,537 lbs.)

Momento de torsión en la
caja de engranes mayor de 124,320 Kgs. (107,905 lbs.)
Contrapeso necesario 3,177 Kgs. (7,005 lbs.)

Los contrapesos se tomaron iguales a la suma del peso de las varillas dentro del fluido (agua) y un medio del peso del fluido.

i. Motor primordial:

Al seleccionar el motor primordial para el sistema de bombeo mecánico en muchas ocasiones se supone que la potencia del motor elegido debe corresponder a la de la Unidad respectiva. Esta costumbre conduce con frecuencia a una selección impropia del motor primordial pues unidades de bombeo de 20 H.P. nominales se pueden emplear en pozos que requieran de 7 a 25 H.P. para el motor primordial. Por tanto la capacidad del motor primordial debe ser determinada directamente teniendo en cuenta el fluido por manejar y una eficiencia total razonable de la unidad de bombeo. Al elegir el tipo del motor primordial es necesario tener presentes los siguientes factores:

- 1o. Combustible o energía disponible.
- 2o. Inversión total inicial.
- 3o. Costos de operación y mantenimiento.
- 4o. Adaptabilidad al control automático.
- 5o. Seguridad y protección en la operación.
- 6o. Flexibilidad con respecto al momento de torsión y a variaciones de velocidad.
- 7o. Inercia de las piezas giratorias y capacidad para soportar cargas máximas de corta duración.
- 8o. Facilidades de instalación y desmantelamiento.
- 9o. Valor de salvamento.

Momento de torsión en la

caja de engranes mayor de 124,320 Kgs. (107,905 lbs.)

Contrapeso necesario 2,177 Kgs. (7,005 lbs.)

Los contrapesos se tomaron iguales a la suma del peso de las varillas dentro del fluido (agua) y un medio del peso del fluido.

1. Motor primario:

Al seleccionar el motor primario para el sistema de bombeo mecánico en muchas ocasiones se supone que la potencia del motor elegido debe corresponder a la de la Unidad respectiva. Esta costumbre conduce con frecuencia a una selección impropia del motor primario para unidades de bombeo de 20 H.P. nominales se pueden emplear en pozos que requieren de 7 a 25 H.P. para el motor primario. Por tanto la capacidad del motor primario debe ser determinada cuidadosamente teniendo en cuenta el fluido por manejar y un eficiente total razonable de la unidad de bombeo. Al elegir el tipo del motor primario es necesario tener presentes los siguientes factores:

- 1o. Compatibilidad o energía disponible.
- 2o. Inversión total inicial.
- 3o. Costos de operación y mantenimiento.
- 4o. Adaptabilidad al control automático.
- 5o. Seguridad y protección en la operación.
- 6o. Flexibilidad con respecto al momento de torsión y a variaciones de velocidad.
- 7o. Inercia de las piezas giratorias y capacidad para soportar cargas máximas de corta duración.
- 8o. Facilidades de instalación y desmantelamiento.
- 9o. Valor de salvamento.

Cuando se trata de nuevas instalaciones y no es posible medir por medio de un dinamómetro la carga que va a ser manejada por el motor primordial, es necesario determinar por medio del cálculo. De todas maneras, ya sea que se tomen como base medidas directas ó se emplee el cálculo, es necesario considerar que en un gran porcentaje de los pozos de bombeo la carga en la varilla pulida va aumentando con la antigüedad de los pozos. Este aumento se presenta aunque no haya invasión de agua, puesto que las disminuciones del nivel del fluido y de la producción de gas también incrementan la carga. La consideración de que el fluido por extraer es agua - cuyo nivel estático está muy cerca de la profundidad total del pozo al hacer los cálculos, proporciona un margen de seguridad muy aceptable.

Por medio del estudio de pruebas llevadas a cabo con dinamómetro en diversos campos petroleros y en pozos de muy diferentes condiciones se ha logrado derivar una fórmula que permite calcular la potencia necesaria que deberá ofrecer el motor primordial para usarlo en determinadas condiciones.

A continuación se indica esta fórmula:

$$T = \frac{W_f S G.p.m. \left(1 + \frac{b^2 s}{g} \right)}{396,000} \quad (9)$$

En la cual:

T = Potencia en H.P.

Wf = Carga estática del fluido = $0.34 D^2 L$ en lbs.

D = Diámetro efectivo del pistón en pulgs.

L = Profundidad de la bomba en pies.

S = Carrera en la varilla en pulgs.

Quando se trata de nuevas instalaciones y no es posible medir por medio de un dinamómetro la carga que va a ser levantada por el motor primario, es necesario determinar por medio del cálculo, de todas maneras, ya sea que se tomen como base medidas directas ó se emplee el cálculo, es necesario considerar que en un gran porcentaje de los pozos de bombeo la carga en la varilla cambia va aumentando con la antigüedad de los pozos. Este aumento se presenta aunque no haya inversión de agua, puesto que las disminuciones del nivel del líquido y de la producción de gas también incrementan la carga. La consideración de que el líquido por extraer es agua cuyo nivel estático está muy cerca de la profundidad total del pozo al hacer los cálculos, proporciona un margen de seguridad muy aceptable.

Por medio del estudio de pruebas llevadas a cabo con dinamómetro en diversos campos petroleros y en pozos de muy diferentes condiciones se ha logrado derivar una fórmula que permite calcular la potencia necesaria que deberá ofrecer el motor primario para servir en determinadas condiciones.

A continuación se indica esta fórmula:

$$T = \frac{W \times G.P.M. \left(1 + \frac{D}{R} \right)}{396,000} \quad (2)$$

En la cual:

- T = Potencia en H.P.
- W = Carga estática del líquido = 0.34 D² L en lbs.
- D = Diámetro efectivo del pistón en pulgadas.
- L = Profundidad de la bomba en pies.
- R = Carrera en la varilla en pulgadas.

G.p.m. = Golpes por minuto.

$1 + \frac{b^2 s}{g}$ = Factor de aceleración (idéntico al de la fórmula 5)

Los resultados obtenidos con esta fórmula deben afectarse de un coeficiente de eficiencia de la Unidad de bombeo, ya que en ésta se tienen pérdidas a causa de la fricción. - Los valores de éste factor de eficiencia varían entre el 85% y el 60 %. Una eficiencia del 75 % es aceptable en la operación de la unidad, pero debe disminuirse cuando se tienen agujeros desviados que producen pérdidas subsuperficiales a causa de la fricción.

La fórmula (9) convertida al sistema métrico se expresa - en la siguiente forma:

$$T = \frac{Wf S G.p.m. \left(1 + \frac{b^2 s}{g} \right)}{456,239} \quad (9a)$$

En la cual se tiene:

$$Wf = 0.0785 D^2 L \text{ en Kgs.}$$

S en cm.

Para el grupo de 31 pozos de El Burro cuya profundidad - máxima es de 824.0 m.:

$$D = 5.72 \text{ cm. } (2-1/2")$$

$$L = 824.0 \text{ m.}$$

$$Wf = 0.0785 \times 5.72^2 \times 824.0 = 2,118 \text{ Kgs.}$$

$$S = 112 \text{ cm.}$$

$$G.p.m. = 18$$

$$b = 1.88 \text{ radianes por seg. } (18 \text{ R.P.M.})$$

$$s = 0.56 \text{ m.}$$

$$g = 9.80 \text{ m/seg}^2.$$

Sustituyendo en la (9a):

G.p.m. = Golpes por minuto.

$$1 + \frac{p_s}{e} = \text{Factor de aceleración (léntico al$$

de la fórmula 5)

Los resultados obtenidos con esta fórmula deben ajustarse de un coeficiente de eficiencia de la Unidad de Bombas, ya que en ésta se tienen pérdidas a causa de la fricción. Los valores de éste factor de eficiencia varían entre el 85% y el 60%. Una eficiencia del 75% es aceptable en la operación de la unidad, pero debe disminuirse cuando se tienen algunas desviaciones que producen pérdidas superficiales a causa de la fricción.

La fórmula (9) convertida al sistema métrico se expresa en la siguiente forma:

$$T = \frac{W \text{ G.p.m.} \left(1 + \frac{p_s}{e} \right)}{456,239} \quad (9a)$$

en la cual se tiene:

$$W = 0.0785 D^2 L \text{ en Kgs.}$$

S en cm.

Para el grupo de 31 pozos de 31 metros de profundidad -

máxima es de 824.0 m.

$$D = 2.72 \text{ cm. (S-12")}$$

$$L = 824.0 \text{ m.}$$

$$W = 0.0785 \times 2.72^2 \times 824.0 = 2,118 \text{ Kgs.}$$

$$S = 112 \text{ cm.}$$

$$G.p.m. = 18$$

$$p = 1.88 \text{ radianes por seg. (18 R.P.M.)}$$

$$e = 0.75 \text{ m.}$$

$$e = 2.80 \text{ m}^2 \text{seg}^2$$

Substituyendo en la (9a):

$$T = \frac{2,118 \times 112 \times 18 \left(1 + \frac{1.88^2 \times 0.56}{9.80} \right)}{456,239}$$

De donde:

$$T = 11.3 \text{ H.P.}$$

Suponiendo una eficiencia total de 65 % incluyendo el equipo subsuperficial, puesto que los pozos de El Burro presentan desviaciones de la vertical, se tiene:

$$T = \frac{11.3}{65}$$

De donde:

$$T = 17.4 \text{ H.P.}$$

Por tanto el motor primordial para este grupo de pozos - deberá ser de una potencia mayor de 17.4 H.P.

En el segundo grupo constituido por los 5 pozos cuya profundidad máxima es de 971.9 m. se tiene:

$$D = 5.72 \text{ cm. } (2-1/2")$$

$$L = 971.9 \text{ m.}$$

$$WF = 0.0785 \times 5.72^2 \times 971.9 = 2,498 \text{ Kgs.}$$

$$S = 112 \text{ cm.}$$

$$G.p.m. = 18$$

$$b = 1.88 \text{ radiantes por seg. (18 R.P.M.)}$$

$$s = 0.56 \text{ m.}$$

$$g = 9.80 \text{ m/seg}^2.$$

Sustituyendo en la (9a):

$$T = \frac{2,498 \times 112 \times 18 \left(1 + \frac{1.88^2 \times 0.56}{9.80} \right)}{456,239}$$

De donde:

$$T = 13.3 \text{ H.P.}$$

Aplicando, como en el caso anterior un factor de eficiencia de 65 % se tiene:

$$T = \frac{2,118 \times 112 \times 18 (1 + \frac{1.88^2 \times 0.26}{2.80})}{426,239}$$

De donde:

$$T = 11.3 \text{ H.P.}$$

Suponiendo una eficiencia total de 65% incluyendo el equipo subterráneo, puesto que los pozos de El Barro presentan derivaciones de la vertical, se tiene:

$$T = \frac{11.3}{0.65}$$

De donde:

$$T = 17.4 \text{ H.P.}$$

Por tanto el motor primario para este grupo de pozos deberá ser de una potencia mayor de 17.4 H.P.

En el segundo grupo constituido por los 5 pozos cuya producción máxima es de 271.9 m. se tiene:

$$D = 2.72 \text{ cm. (2-1/2")}$$

$$L = 271.9 \text{ m.}$$

$$W = 0.0785 \times 2.72^2 \times 271.9 = 2,498 \text{ Kgs.}$$

$$S = 112 \text{ cm.}$$

$$G.P.R. = 18$$

$$p = 1.88 \text{ radianes por seg. (18 R.P.M.)}$$

$$e = 0.26 \text{ m.}$$

$$c = 2.80 \text{ m/seg.}^2$$

Substituyendo en la (2a):

$$T = \frac{2,498 \times 112 \times 18 (1 + \frac{1.88^2 \times 0.26}{2.80})}{426,239}$$

De donde:

$$T = 13.3 \text{ H.P.}$$

aplicando, como en el caso anterior un factor de eficiencia de 65% se tiene:

$$T = \frac{13.3}{65}$$

De donde:

$$T = 20.4 \text{ H.P.}$$

Teniendo presente los factores anotados anteriormente y las ventajas y desventajas que presentan los diferentes tipos de motores (de gas y eléctricos) se considera conveniente, dadas las condiciones de El Burro, emplear motores de combustión interna que usan gas como combustible. Por tanto los motores de gas además de las características ya calculadas y si se eligen de 4 cilindros deberán ser capaces de trabajar continuamente con una velocidad lineal de los pistones no mayor de 1,000 pies por minuto y a una presión media efectiva máxima en la carrera de 50 a 70 lbs/pulg².

3. Selección del equipo de acuerdo con las características calculadas anteriormente:

a. Bomba:

Por estar ampliamente experimentadas y haberse obtenido muy buenos resultados en el Distrito de Tonalá, se recomiendan las bombas de camisas seccionadas intercambiables, collares en ambos extremos y con pistones o émbolos buzos biselados ó bién, planos (tubing sectional liner pump, top collars both ends with barnwell plunger or with plain plunger) de las marcas Axelson ó Pacific.

b. Varillas pulidas y de succión y prensa-estopas:

Se recomiendan las varillas pulidas de 1-1/4" de diámetro por 11 pies de longitud de las marcas Axelson Núm. 60 ó Norris, Type 20.

Las varillas de succión más adecuadas son las de doble espiga y cople (double pin and coupling) de la marca Axelson -

$$T = \frac{13.3}{62}$$

de donde:

$$T = 20.4 \text{ H.P.}$$

Teniendo presente los factores anotados anteriormente y las ventajas y desventajas que presentan los diferentes tipos de motores (de gas y eléctricos) se considera conveniente, dadas las condiciones de El Barro, emplear motores de combustión interna que usen gas como combustible. Por tanto los motores de gas además de las características ya señaladas y al ser exigidos 4 cilindros deberán ser capaces de bajar continuamente con una velocidad lineal de los pistones no mayor de 1,000 pies por minuto y a una presión media efectiva máxima en la carrera de 50 a 70 lb/pulg^2 .

3. Selección del equipo de acuerdo con las características calculadas anteriormente:

a. Bombas:

Por estar ampliamente experimentadas y haberse obtenido muy buenos resultados en el Distrito de Tonala, se recomiendan las bombas de camisa seccionadas intermedias, colieres en ambos extremos y con pistones o dambos puzos de selados de plomo, planos (tubing sectional inner pump, top coilars both ends with bannwell plunger or with plain plunger) de las marcas Axelson & Pacific.

b. Varillas pulidas y de succión y presas-estopas:

Se recomiendan las varillas pulidas de 1-1/4" de diámetro por 11 pies de longitud de las marcas Axelson No. 60 & Morris, Type 20.

Las varillas de succión más adecuadas son las de doble eje y copie (double pin and coupling) de la marca Axelson -

Núm 60, Pin Type, que pueden resistir 2,250 Kgs/cm² (32,000 lbs/pulg².) ó una carga de 6,350 Kgs. (14,000 lbs) ó de la marca Norris Pin Type 20.

Aunque en el Distrito de Tonalá han sido de uso general los prensa-estopas de las marcas Axelson y Norris lográndose un servicio eficiente, se ha probado un prensa-estopas Red-Hed de la casa Gustin Bacon Mfg. Co. que ha rendido mejores resultados pues ha estado en servicio continuo durante tres años sin necesidad de reemplazar el empaque de hule. Por tanto se recomiendan estos prensa-estopas Red-Hed de 1-1/4" por 2-1/2".

c. Unidad de bombeo:

Se han seleccionado Unidades Muskogee Tipo D7-20 para los 31 pozos cuya profundidad máxima es de 824.0 m. pues sus especificaciones están de acuerdo con las características que anteriormente se han calculado. A continuación se indican sus especificaciones:

Potencia A.P.I. a 20 R.P.M.	20 H.P.
Par máximo A.P.I.	99,000 Pulg-lbs.
Reducción en la caja de engranes	30:1
Diámetro de la polea para bandas V	24"
Longitud de las carreras	24"-34"-44"
Capacidad A.P.I. del balancín	12,000 lbs.
Número de contrapesos extras de 95 lbs. c/u.	16

Para los 5 pozos cuya profundidad máxima es de 971.9 m. se han seleccionado Unidades Muskogee tipo D8-25 cuyas especificaciones son las siguientes:

Potencia A.P.I.	25 H.P.
Par máximo A.P.I.	123,500 pulg-lbs.
Reducción en la caja de engranes	30.6:1
Diámetro de la polea para bandas V	24"
Longitud de las carreras	24"-34"-44"-54"
Capacidad A.P.I. del balancín	15,000 lbs.
Número de contrapesos extra de 126 lbs. c/u.	8

d. Motor primordial:

1 lb. (454 gms.) de una carga de 2,550 lbs. (11,400 lbs) de la -
Mm 60, Pin Type, que pueden resistir 2,550 Kg/cm² (32,000

Unidad de bomba:
Se han seleccionado Unidades Markose Tipo DV-20 para
los 51 pozos cuya profundidad máxima es de 824.0 m. pues sus
características están de acuerdo con las características que
necesariamente se han exigido. A continuación se indican sus
características:

20 H.P.	Potencia A.P.L. a 20 H.P.M.
22,000 Pulg.-lbs.	Par máximo A.P.L.
30:1	Relación en la caja de engranes
24"	Diámetro de la polea para bandas V
24"-34"-44"	Longitud de las correas
12,000 lbs.	Capacidad A.P.L. del balanceo
16	Número de contrapesos extra de
	22 lbs. c/u.

Para los 5 pozos cuya profundidad máxima es de 971.9 m. se
han seleccionado Unidades Markose tipo DB-25 cuyas caracterís-
ticas son las siguientes:

25 H.P.	Potencia A.P.L.
122,500 Pulg.-lbs.	Par máximo A.P.L.
30:1	Relación en la caja de engranes
24"	Diámetro de la polea para bandas V
24"-34"-44"-54"	Longitud de las correas
12,000 lbs.	Capacidad A.P.L. del balanceo
8	Número de contrapesos extra de
	126 lbs. c/u.

5. Motor primario:

Se sugieren motores de combustión interna diseñados para consumir gas natural, marca Buda, que han sido utilizados con excelentes resultados para el bombeo mecánico en los Distritos de Filisola, Tonalá y El Plán. A continuación se indican las especificaciones, que están de acuerdo con las características previamente calculadas de los motores Buda, Modelo KT-281, seleccionados para mover las Unidades Muskogee tipo D7-20 (31 pozos).

Número de cilindros	4
Diámetro del pistón	4-1/8"
Carrera del pistón	5-1/4"
Desplazamiento embolar	281 Pulg ³ .
Potencia efectiva a una velocidad gobernada de 1,000 R.P.M. y con una presión media de efectiva de 70 lbs/pulg. cuadrada.	24 H.P.
Potencia máxima efectiva a 1,600 R.P.M. (durante cortos períodos)	48 H.P.
Par motor máximo a 1,000 R.P.M.	173 pies-lbs.
Diámetro de la polea para bandas V	13"
4 Bandas V Allis-Chalmers C-158.	

Como la caja de engranes de la Unidad seleccionada tiene una relación de 30:1, con 18 R.P.M. resulta una velocidad en su polea de 540 R.P.M. La relación entre los diámetros de las poleas de la Unidad y el Motor deberá ser de 1,000/540 - ésto es de 1.85. Se tendrá un par en la biela del balancín de 115,300 pulgs-lbs. que será suficiente para arrancar la Unidad ya que se ha calculado un par máximo necesario de 91,525 pulgs-lbs.

A continuación se indican las especificaciones que están de acuerdo con las características previamente calculadas de los motores Buda, Modelo HP.-298, seleccionados para mover las Unidades Muskogee Tipo D8-25 (5 pozos).

Número de cilindros	6
Diámetro del pistón	3-3/4"
Carrera del pistón	4-1/2"
Desplazamiento embolar	298 Pulgs ³ .
Potencia efectiva a una velocidad gobernada de 1,000 R.P.M. y con una presión media de	

Se sugieren motores de combustión interna diseñados para consumir gas natural, marca Buda, que han sido utilizados con excelentes resultados para el bombeo mecánico en los Distritos de Filisola, Tonalá y El Piñón. A continuación se indican las especificaciones, que están de acuerdo con las características previamente calculadas de los motores Buda, Modelo KT-281, seleccionados para mover las Unidades Makosee tipo DV-20 (51 pozos).

Número de cilindros
 Diámetro del pistón
 Carrera del pistón
 Desplazamiento empolar
 Potencia efectiva a una velocidad gobernada de 1,000 R.P.M. y con una presión media de efectiva de 70 lbs/pulg. cuadrada.
 Potencia máxima efectiva a 1,600 R.P.M. (durante ciertos períodos)
 Par motor máximo a 1,000 R.P.M.
 Diámetro de la polea para bandas V
 4 Bandas V Allis-Chalmers C-158.

4
 4-1/8"
 2-1/4"
 281 Pulg.
 24 H.P.
 48 H.P.
 173 pies-lbs.
 13"

Como la caja de engranes de la Unidad seleccionada tiene una relación de 30:1, con 18 R.P.M. resulta una velocidad en su polea de 540 R.P.M. La relación entre los diámetros de las poleas de la Unidad y el Motor deberá ser de 1,000/540 - esto es de 1.85. Se tendrá un par en la polea del balanceo de 115,300 pulg.-lbs. que será suficiente para arrancar la Unidad ya que se ha calculado un par máximo necesario de 91,525 pulg.-lbs.

A continuación se indican las especificaciones que están de acuerdo con las características previamente calculadas de los motores Buda, Modelo HP-298, seleccionados para mover las Unidades Makosee Tipo DS-25 (5 pozos).

Número de cilindros
 Diámetro del pistón
 Carrera del pistón
 Desplazamiento empolar
 Potencia efectiva a una velocidad gobernada de 1,000 R.P.M. y con una presión media de

6
 3-3/4"
 4-1/2"
 298 Pulg.
 24 H.P.

Potencia máxima efectiva a 1,800 R.P.M.
(durante cortos períodos)
Par motor máximo a 1,000 R.P.M.
Diámetro de la polea para bandas V
4 Bandas V Allis-Chalmers C-158

61.5 H.P.
190 pulg-lbs.
13"

Teniendo la caja de engranes de la Unidad D8-25 una relación de 30.6:1, con 18 R.P.M. resulta una velocidad de 551 - R.P.M. en su polea. La relación de los diámetros de las poleas de la Unidad y el Motor deberá ser de 1,000/551, es decir de 1.81. Se dispondrá de un par en la biela del balancín de 126,600 pulg-lbs. que es suficiente para arrancar la Unidad ya que se ha calculado un par máximo necesario de - - - 107,905 pulg-lbs.

4. Gas combustible y agua de enfriamiento:

El gas combustible que deberán usar los 36 motores Buda podrá ser seco ó húmedo, ésto es, previamente tratado en la Planta de Absorción de Gasolina ó tal como es producido por los pozos respectivamente. Para suministrarlo seco es necesario instalar una red de tuberías de distribución con ramales a cada uno de los motores. El gas húmedo se proporciona a través de una conexión del espacio anular existente entre las tuberías de producción y de ademe de cada uno de los pozos y el motor respectivo. En ambos casos es necesario instalar antes de cada motor un separador sencillo y de pequeñas dimensiones y un regulador de presión. El empleo del gas húmedo como combustible ocasiona la pérdida de la gasolina natural que contiene. Aunque ésta cantidad de gasolina que dejaría de aprovecharse no sería elevada ya que el consumo de gas combustible será de 5,000 m³. diarios aproximadamente y cuyo contenido de gasolina no alcanza los 1,000 litros, se considera conveniente usar gas seco en los motores que se sugieren para el Distrito de El Burro. La red de distri-

Potencia máxima efectiva a 1,800 R.P.M.
(durante cortos períodos)
Por motor máximo a 1,000 R.P.M.
Diámetro de la polea para bandas V
a Bandas V Alita-Galinas C-158

61.5 H.P.
190 pulg-lbs.
13"

Teniendo la caja de engranes de la Unidad D8-S2 una rela-
ción de 30.6:1, con 18 R.P.M. resulta una velocidad de 521 -
R.P.M. en su polea. La relación de los diámetros de las po-
leas de la Unidad y el Motor deberá ser de 1,000:521, es de-
cir de 1.92. Se dispondrá de un par en la pista del balanceo
de 126,600 pulg-lbs. que es suficiente para arrancar la Uni-
dad ya que se ha calculado un par máximo necesario de - - -
107,905 pulg-lbs.

4. Gas combustible y agua de enfriamiento:

El gas combustible que deberá usar los 36 motores Buda
podrá ser seco o húmedo, éste es, previamente tratado en la
Planta de Absorción de Gasolina ó tal como es producido por
los pozos respectivamente. Para suministrarlo seco es necesa-
rio instalar una red de tuberías de distribución con tama-
ños a cada uno de los motores. El gas húmedo se proporciona
a través de una conexión del espacio anular existente entre
las tuberías de producción y de séque de cada uno de los po-
zos y el motor respectivo. En ambos casos es necesario ins-
talar antes de cada motor un separador sencillo y de pedu-
nas dimensiones y un regulador de presión. El empleo del gas
húmedo como combustible ocasiona la pérdida de la gasolina
actual que contiene. Aunque ésta cantidad de gasolina que
debería de aprovecharse no sería elevada ya que el consumo
de gas combustible será de 2,000 m³. diarios aproximadamen-
te y cuyo contenido de gasolina no alcanza los 1,000 litros,
se considera conveniente usar gas seco en los motores que
se sugieren para el Distrito de El Niño. La red de distri-

bución estará constituida por un anillo de tubería de línea de 3" unido a la línea de 4" a través de la cual se envía - actualmente el gas seco de Tonalá a la Planta de Compresoras y a la Estación de Bombas de El Burro y por ramales de tubería de línea de 2" que unirán al mencionado anillo con cada uno de los motores. Antes de cada motor se colocará un separador cilíndrico vertical de 27 cm. (10.75 pulgs.) de diámetro y 1.0 m. de altura y un regulador de presión Fulton de 1".

Es necesario además dotar a cada uno de los motores del agua de enfriamiento indispensable. Para tal objeto se instalará a una distancia de 2 ó 3 m. de cada motor un tanque con capacidad de 400 ó 500 litros que será alimentado por - una red de distribución de agua semejante en trazo y dimensiones a la señalada para el gas combustible.

5. Material requerido:

A continuación se indica el material requerido teniendo presente que podrán utilizarse, 13,000 m. de tubería de producción de 2-1/2" plana y reforzada y 500 m. de 2" reforzada que actualmente están en servicio en el Distrito.

- 31 Unidades Muskogee tipo D7-20 completas, con contrapesos.
- 5 Unidades Muskogee tipo D8-25 completas, con contrapesos.
- 31 Motores Buda modelo KT-281, completos.
- 5 Motores Buda modelo HP-298, completos.
- 144 Bandas V Allis-Chalmers C-158 para la transmisión entre los Motores y las Unidades.
- 31 Bombas de camisas seccionadas intercambiables, collares en ambos extremos y con pistones ó émbolos buzos biselados ó bién, planos, completas (Tubing sectional liner pump, top collars both ends with barnwell plunger or with plain plunger) de 2-1/2", de las marcas Axelson ó Pacific.
- 5 Idem. de 2".
- 31 Niples perforados de 2-1/2".
- 5 Idem. de 2".
- 36 Varillas pulidas (Polished rods) de 1-1/4" de diáme-

bucción estará constituida por un anillo de tubería de línea de 3" unido a la línea de 4" a través de la cual se envía actualmente el gas seco de Tonala a la Planta de Compressor y a la Fábrica de Bombas de El Barro y por ramales de tubo de línea de 2" que unirá el mencionado anillo con cada uno de los motores. Antes de cada motor se colocará un regulador cilíndrico vertical de 27 cm. (10.75 pulgadas) de diámetro y 1.0 m. de altura y un regulador de presión fuertemente.

Es necesario además dotar a cada uno de los motores del gas de entricamiento indispensable. Para tal objeto se instalará a una distancia de 2 ó 3 m. de cada motor un tanque con capacidad de 400 ó 500 litros que será alimentado por una red de distribución de agua semejante en trazo y dimensiones a la señalada para el gas combustible.

2. Material requerido:

A continuación se indica el material requerido teniendo presente que podrá utilizarse, 15,000 m. de tubería de producción de 2-1/2" plana y reforzada y 500 m. de 2" reforzada que actualmente están en servicio en el Distrito.

- 31 Unidades Mankoo tipo D7-20 completas, con contrapesos.
- 2 Unidades Mankoo tipo D8-25 completas, con contrapesos.
- 31 Motores Buda modelo KT-281, completos.
- 2 Motores Buda modelo HP-298, completos.
- 144 Bandas V Alfa-Oxalona C-158 para la transmisión entre los Motores y las Unidades.
- 31 Bombas de empuje seccionadas intercambiables, con pistones en ambos extremos y con pistones de empuje en ambas secciones (Tubing sectional liner pump, top collar both ends with Downwell plug for or with plain plunger) de 2-1/2", de las marcas Axelson & Pacific.
- 2 Idem de 2".
- 31 Niples perforados de 2-1/2".
- 2 Idem de 2".
- 30 Válvulas pulidas (Polished rods) de 1-1/4" de diámetro.

- Núm. 60 ó Norris Type 20.
- 29,000 Metros, varillas de succión de doble espiga y caja - (Sucker rods with double pin and coupling) de 3/4" de las marcas Axelson Núm. 60, Pin Type ó Norris Pin Type 20.
 - 36 Prensa-estopas (Stuffing boxes) Red-Hed, de 1-1/4" x 2-1/2".
 - 12,000 Metros, tubería de producción (Tubing) de 2-1/2" reforzada (external upset).
 - 3,500 Idem, de 2".
 - 36 Reguladores de gas Fulton de 1".
 - 600 Metros, tubería de línea, galvanizada de 1" para las áncoras de lodo y conexiones de gas y agua.
 - 31 Tapones (Bull plugs) de 2-1/2" para áncoras de lodo.
 - 5 Idem, de 2".
 - 3,500 Metros, tubería de línea, galvanizada, de 3" para la red de distribución de gas combustible.
 - 2,500 Metros, tubería de línea, galvanizada, de 2" para los ramales de la red anterior.
 - 3,500 Metros, tubería de línea, galvanizada, de 3" para la red de distribución de agua.
 - 2,500 Metros, tubería de línea, galvanizada, de 2" para los ramales de la red anterior.

Además se requieren cemento y pernos de anclaje etc. para la cimentación de las Unidades; válvulas, uniones universales, codos, nipples, etc. para las cabezas de los pozos y las conexiones de gas y agua.

6. Material que se recuperará:

Al hacer la conversión se podrán recuperar para su utilización en otros Distritos los siguientes materiales:

- 1 Distribuidor de gas J.A.T. completo, con 5 secciones.
- 33 Válvulas magnéticas completas, con bovinas, válvulas piloto, etc.
- 4,500 Metros alambre de cobre.
- 33 Tubing Packing Spiders.
- 10,700 Metros, tubería de producción, (tubing) de 1-1/2" plana c.r. (plain).
- 10,900 Metros, tubería de producción, de 2" plana c.r. (plain).
- 13,000 Metros, tubería de producción, de 3" plana y reforzada (Plain and external upset).
- 3,000 Metros, tubería de 2" y de 3" de la línea de gas de A.P. (solamente se considera recobable el 50%).
- 3 Manómetros medidores Wescott, 0-500 lbs.

Además se recuperarán los cilindros neumáticos, barretas prensa-estopas, malacates de mano, etc. de los 5 pozos que

- 22,000 Metros, varillas de sujeción de sección de doble espiga y con - (Ancker rods with double pin end coupling) de 3/4" de las marcas Axelson M&M Co, Pin Type ó Norris Pin Type de 20.
- 36 Prensa-estopas (Stuffing boxes) Red-Hed, de 1-1/4" x 2-1/2".
- 12,000 Metros, tubería de producción (Tubing) de 2-1/2" forrada (external upset).
- 3,500 Idem, de 2".
- 36 Reguideros de gas Fliton de 1".
- 800 Metros, tubería de línea, galvanizada de 1" para las áncores de todo y conexiones de gas y agua.
- 31 Taponas (Ball plugs) de 2-1/2" para áncores de todo.
- 2 Idem, de 2".
- 2,500 Metros, tubería de línea, galvanizada, de 3" para la red de distribución de gas combustible.
- 2,500 Metros, tubería de línea, galvanizada, de 2" para las ramales de la red anterior.
- 2,500 Metros, tubería de línea, galvanizada, de 3" para la red de distribución de agua.
- 2,500 Metros, tubería de línea, galvanizada, de 2" para las ramales de la red anterior.

Además se requieren cemento y pernos de anclaje etc. para la cimentación de las Unidades; válvulas, uniones universales, codos, nipples, etc. para las cabezas de los pozos y las conexiones de gas y agua.

6. Material que se recuperará:

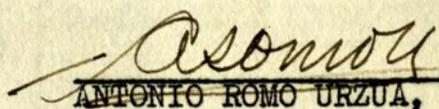
- Al hacer la conversión se podrán recuperar para su utilización en otros Distritos los siguientes materiales:
- 1 Distribuidor de gas L.A.T. completo, con 2 secciones
 - 33 Válvulas manométricas completas, con bovinas, válvula piloto, etc.
 - 4,500 Metros alambre de cobre.
 - 33 Tubing Packing spiders.
 - 10,700 Metros, tubería de producción, (tubing) de 1-1/2" de n.c.r. (plain).
 - 10,900 Metros, tubería de producción, de 2" plain c.r. (plain)
 - 13,000 Metros, tubería de producción, de 3" plain y forrada de (plain and external upset).
 - 3,000 Metros, tubería de 2" y de 3" de la línea de gas de A.P. (solamente se considerará recuperable el 20%).
 - 5 Medidores medidores Wescott, 0-500 lbs.

Asimismo se recuperarán los cilindros neumáticos, partes prensa-estopas, mangueras de mano, etc. de los 5 pozos que

producen por el sistema de Inyección Intermitente de Fondo.

Por otra parte como la Planta de Compresoras sufrirá una reducción considerable, quedará en disponibilidad una cantidad importante del equipo y materiales respectivos. También podrá simplificarse el sistema de recolección y medición de aceite y gas y podrán recuperarse tanques medidores, separadores de gas y manómetros medidores Wescott, 0-50 lbs.

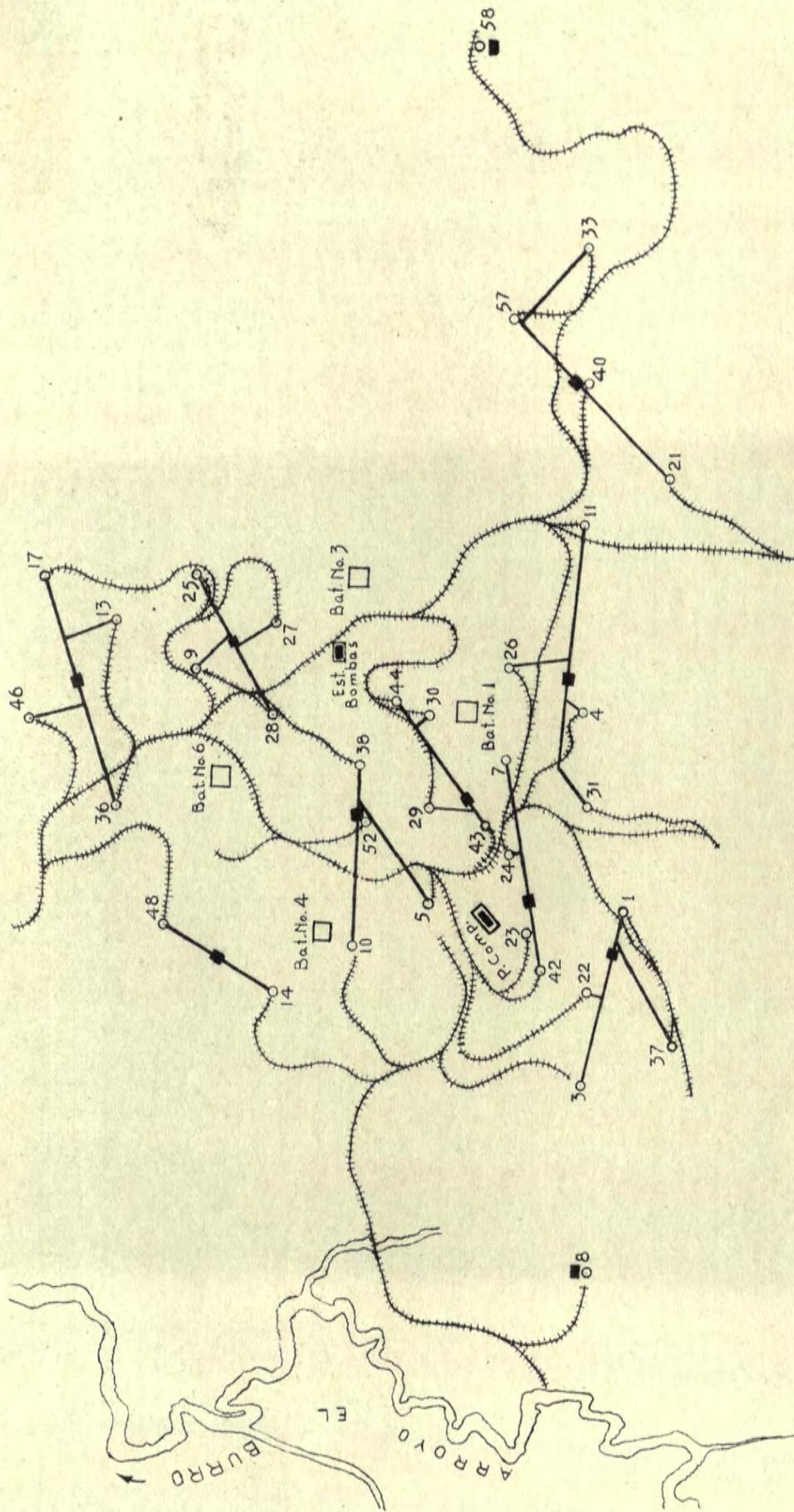
Agua Dulce, Ver., marzo de 1,944.


ANTONIO ROMO URZUA, P.I.P.

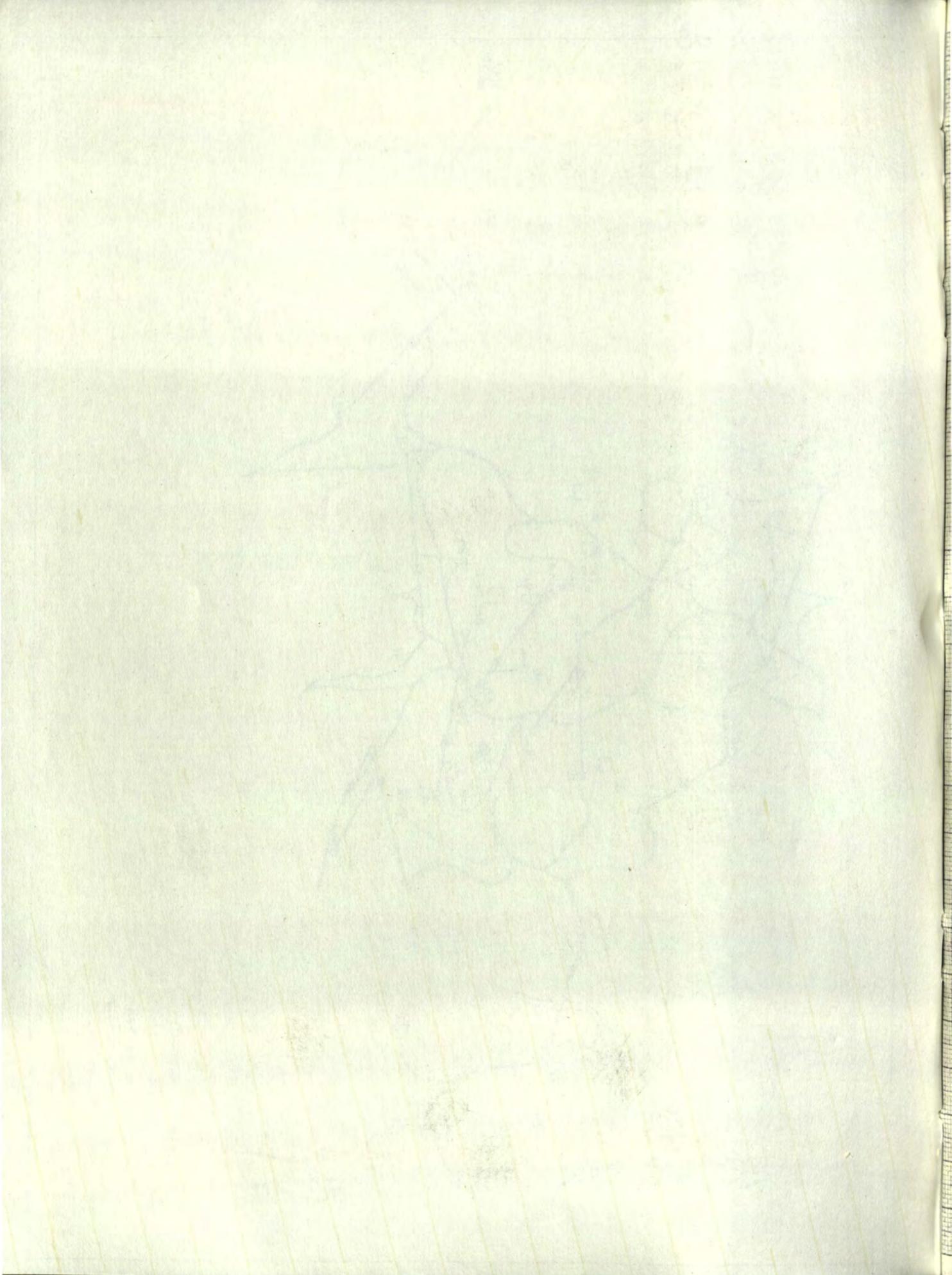
producen por el sistema de Inyección Intermitente de Bomba.
 Por otra parte como la Pinta de Compresores sufre una
 reducción considerable, quedan en disponibilidad una canti-
 dad importante del equipo y materiales respectivos. También
 podrá simplificarse el sistema de recolección y medición de
 aceite y Gas y podrá reemplazarse tanques medidores, separa-
 dores de Gas y manómetros medidores Westcott, O-50 lbs.

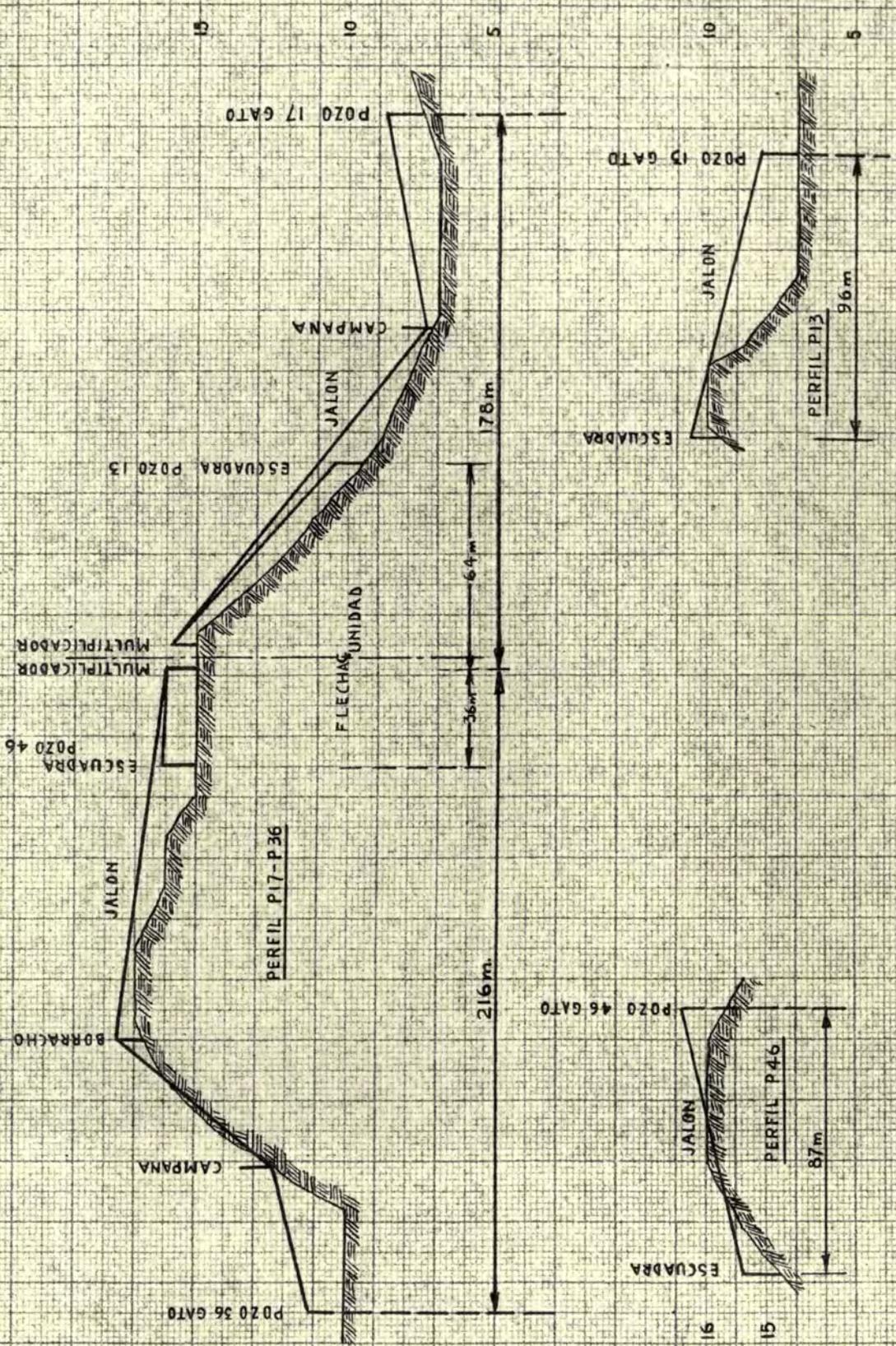
Aguila Dulce, Ver., marzo de 1944.

ANTONIO HOMO GERRA, P. I. P.

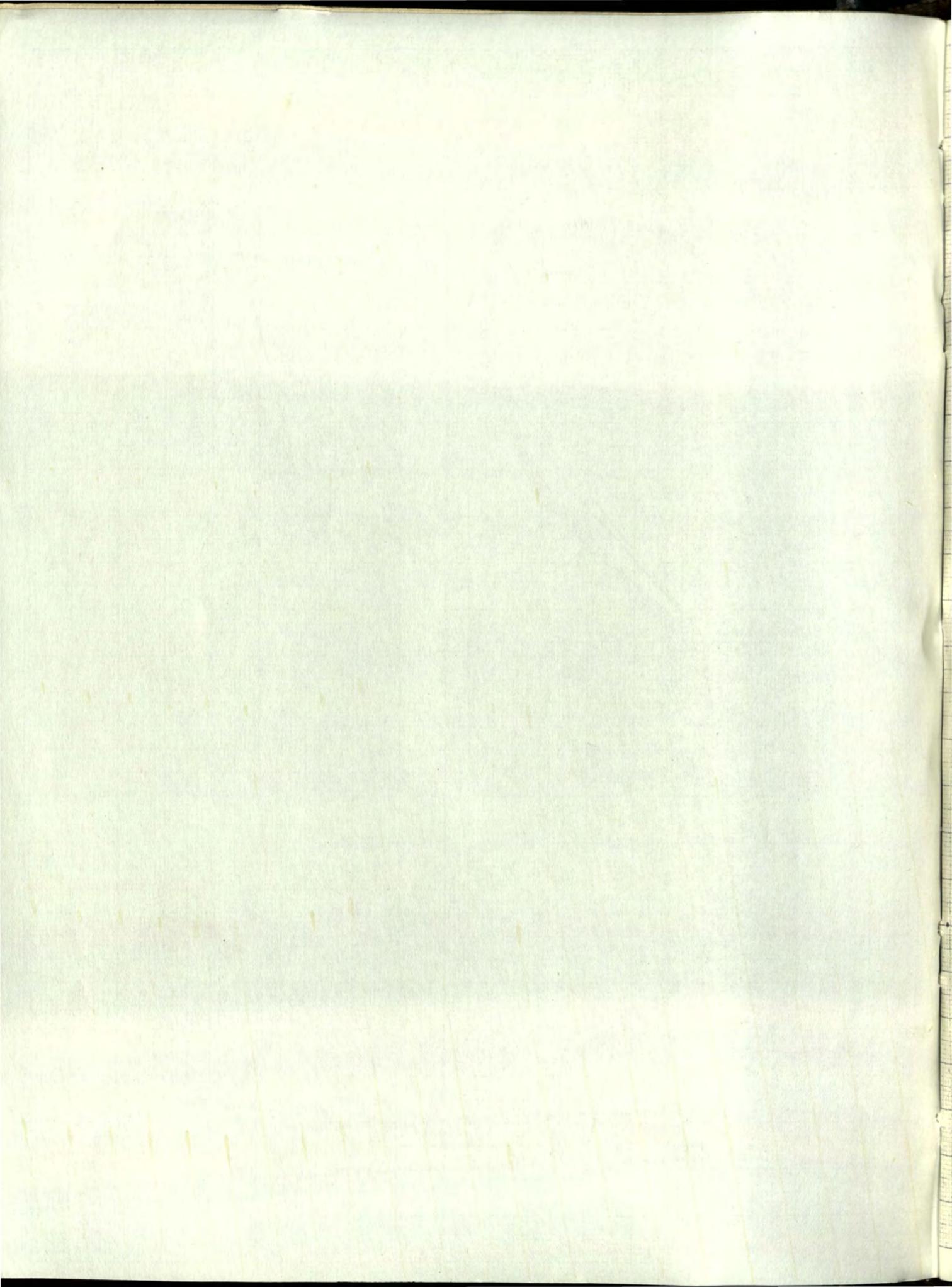


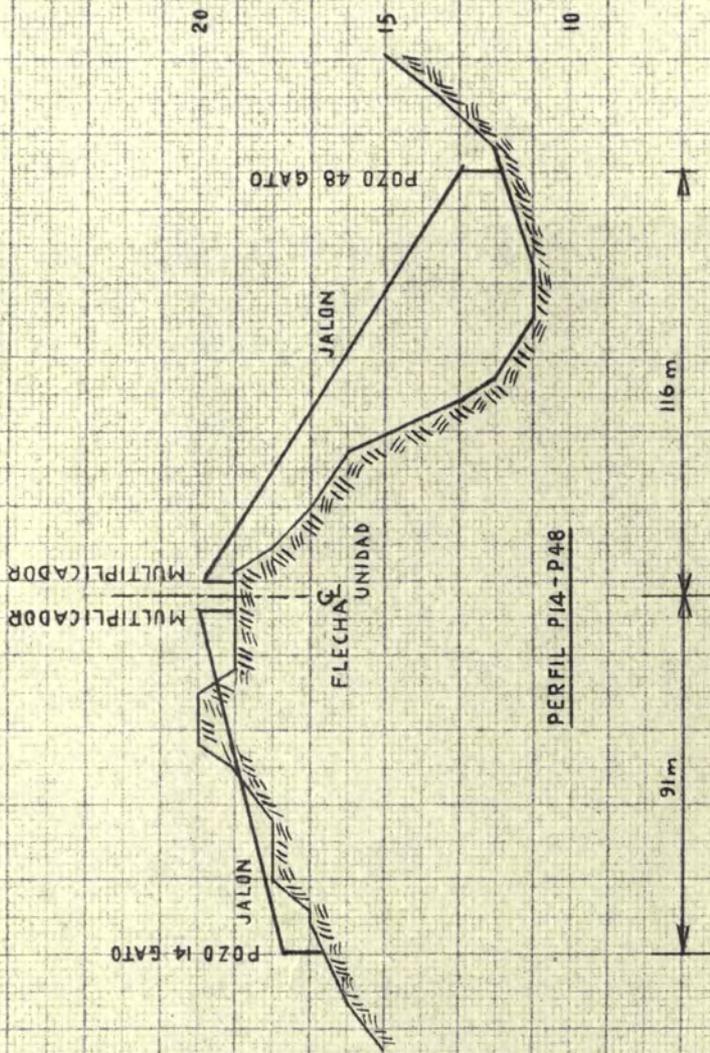
DISTRITO EL BURRO
 ESC. 1:10,000
 ■ UNIDAD DE BOMBEO
 — LINEA DE TRANSMISION
 - - - VIA DECAUVILLE



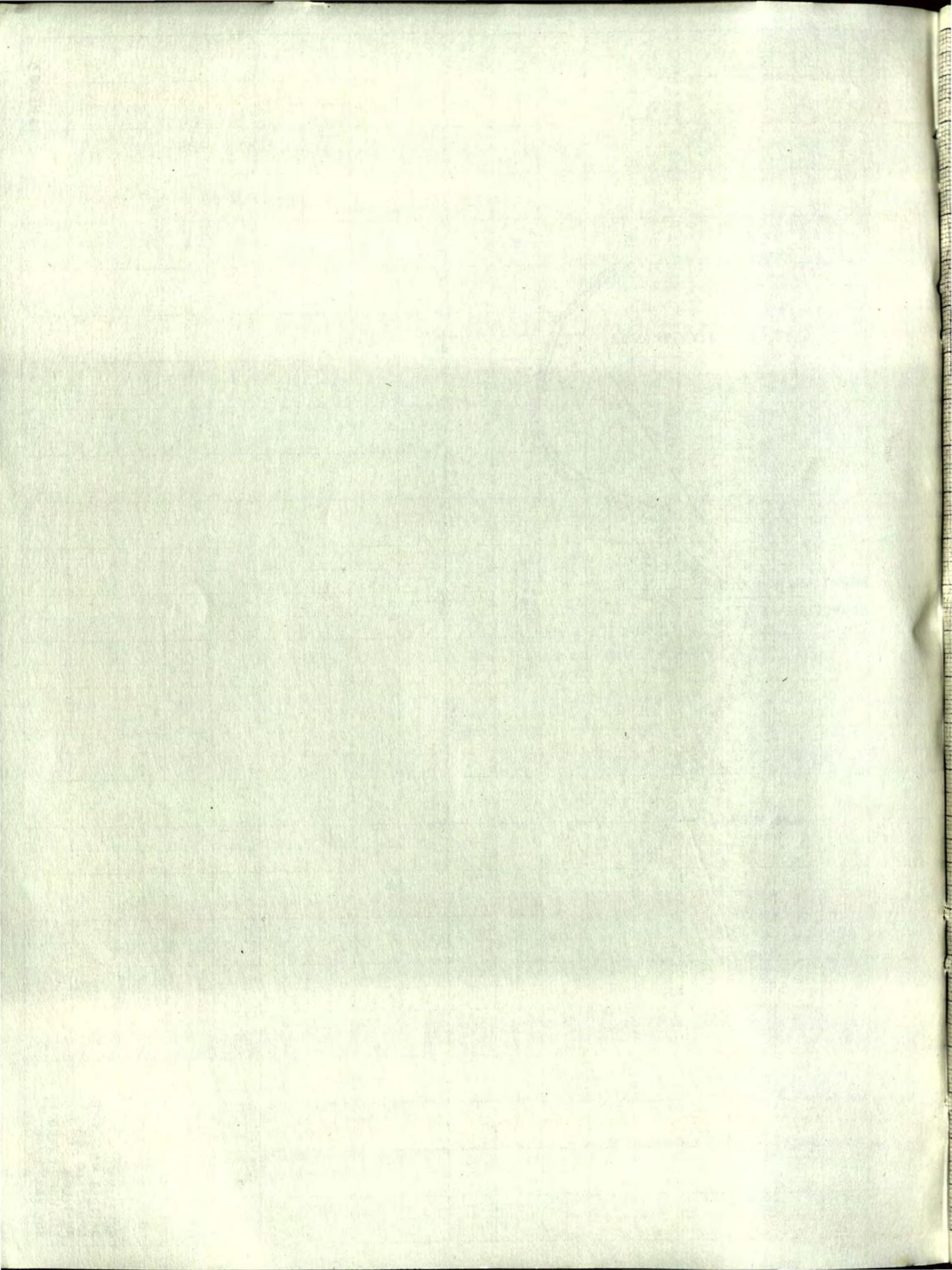


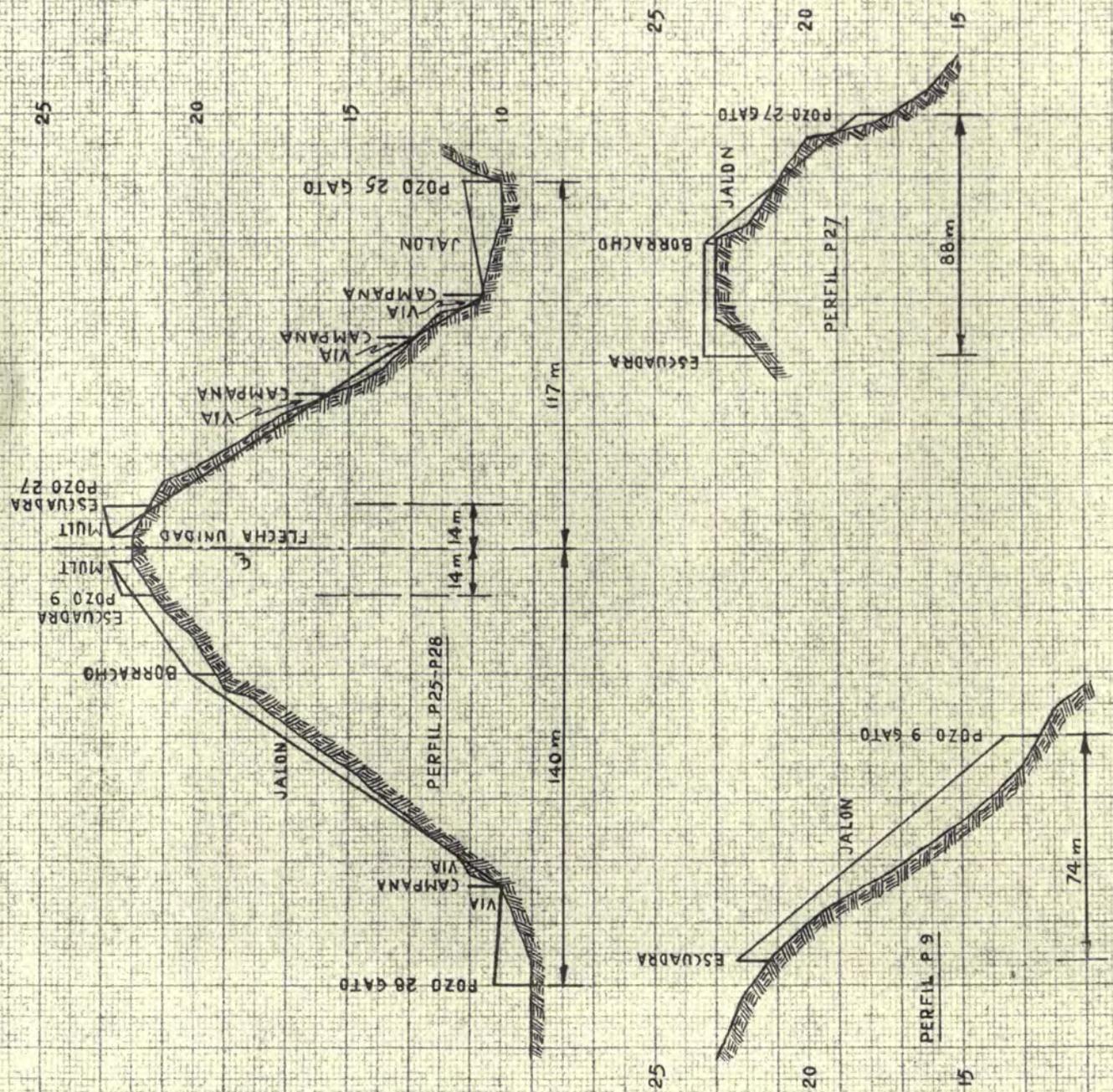
EL BURRO
 BOMBEO MECANICO
 GRUPO 13-17-36-46
 PERFILES
 ESC. HOR. 1:2000
 ESC. VER. 1:200



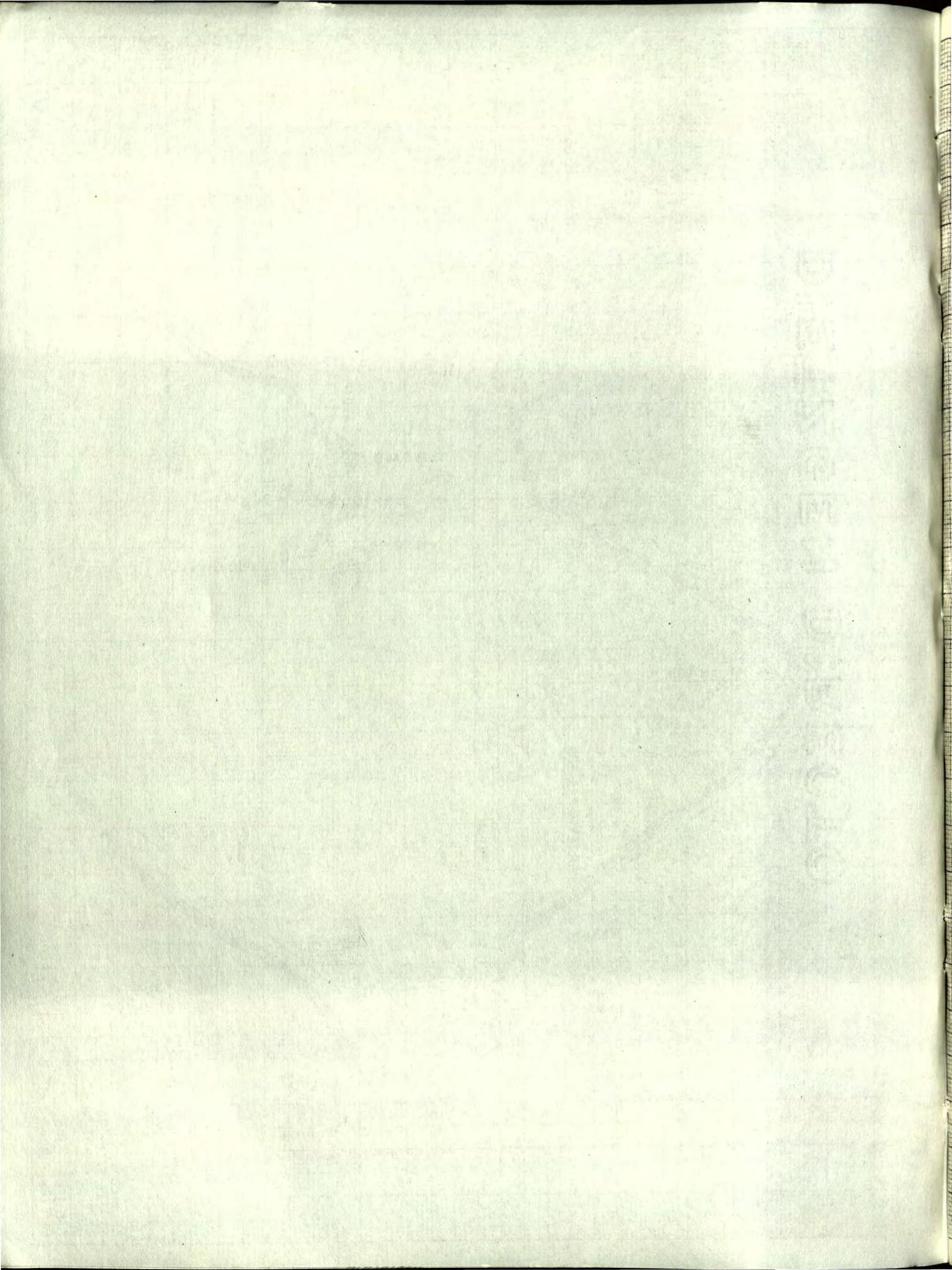


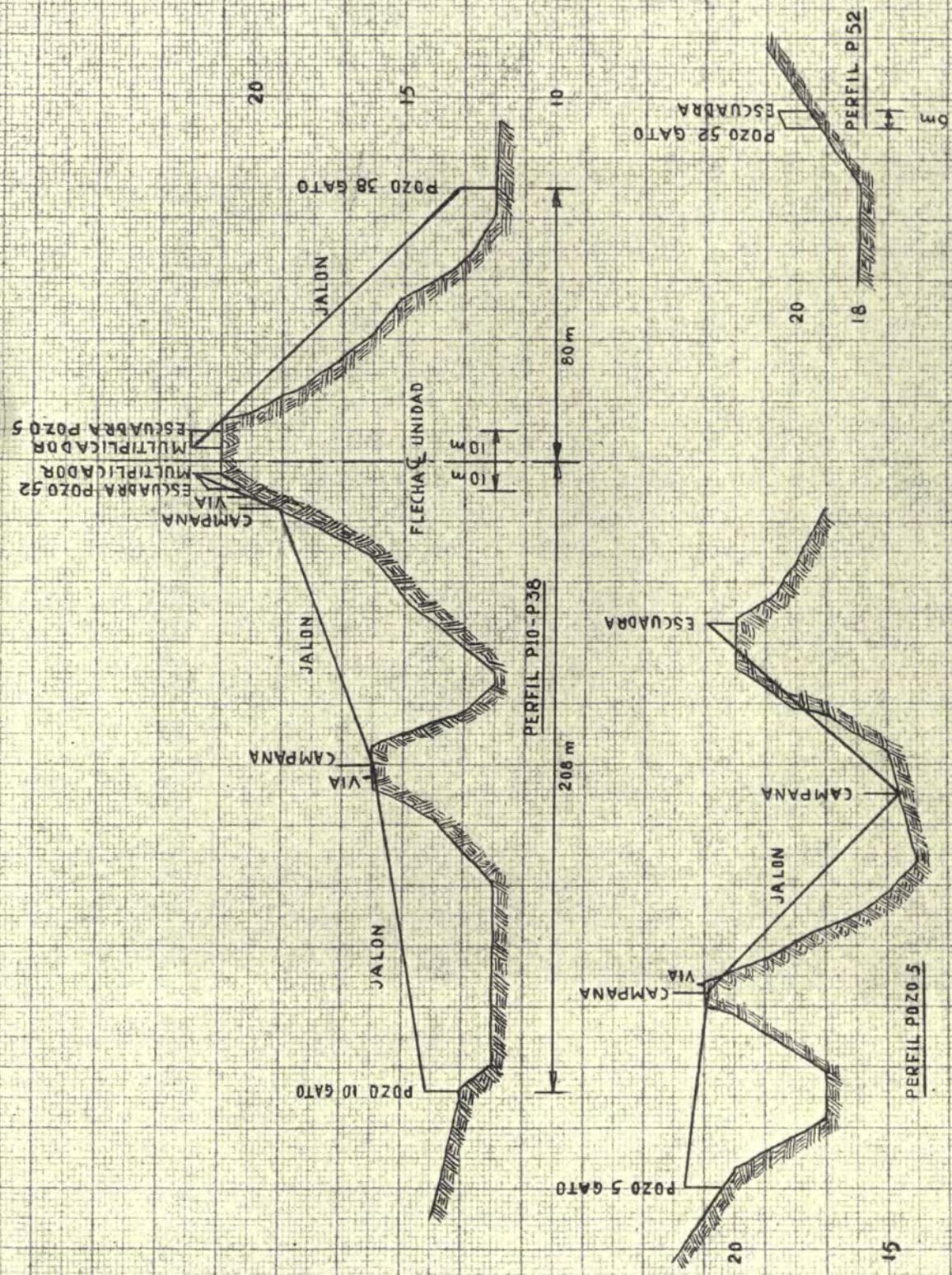
EL BURRO
BOMBEO MECANICO
GRUPO 14-48
PERFILES
ESC. HOR. 1:2000
ESC. VER. 1:200



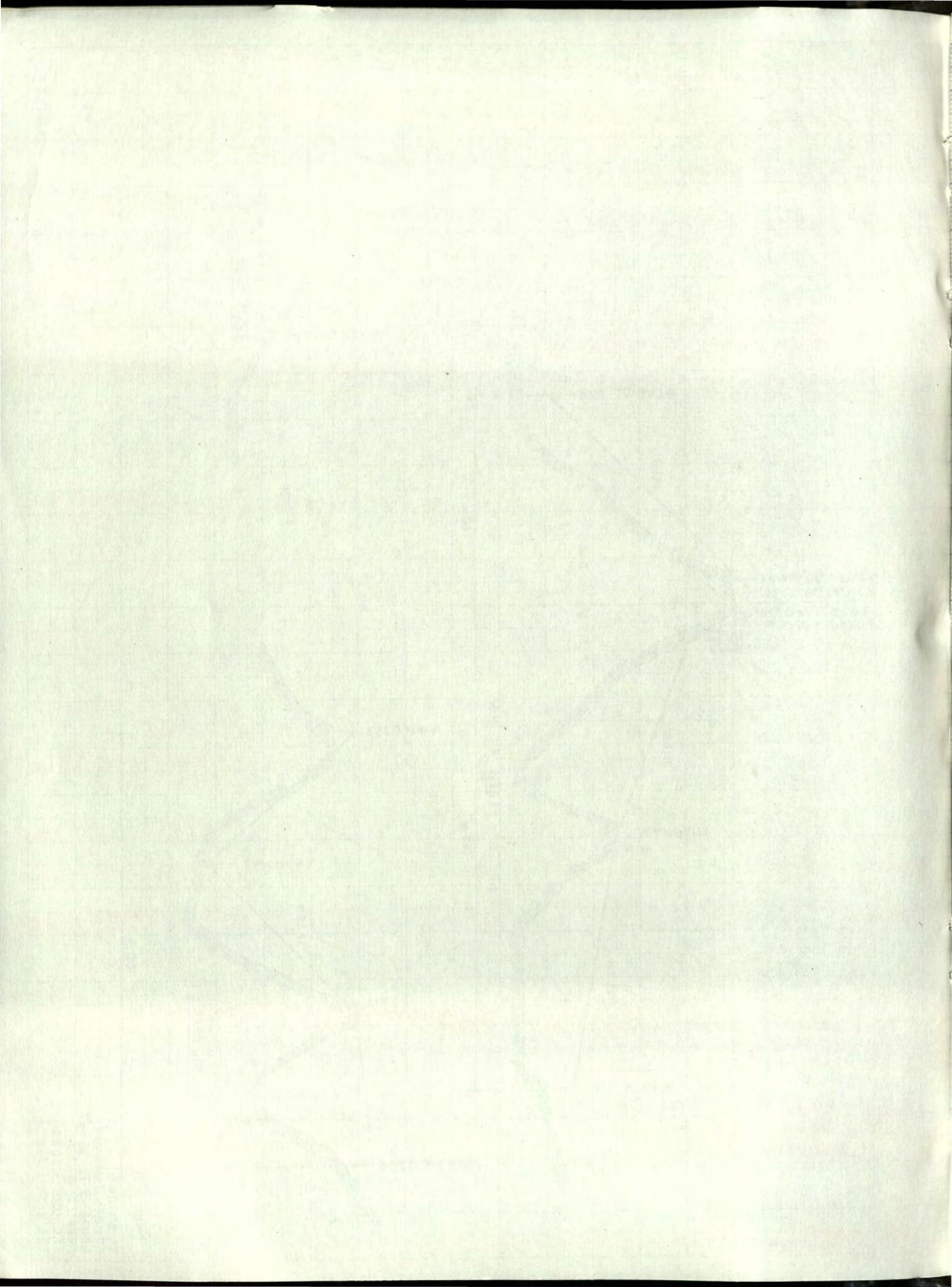


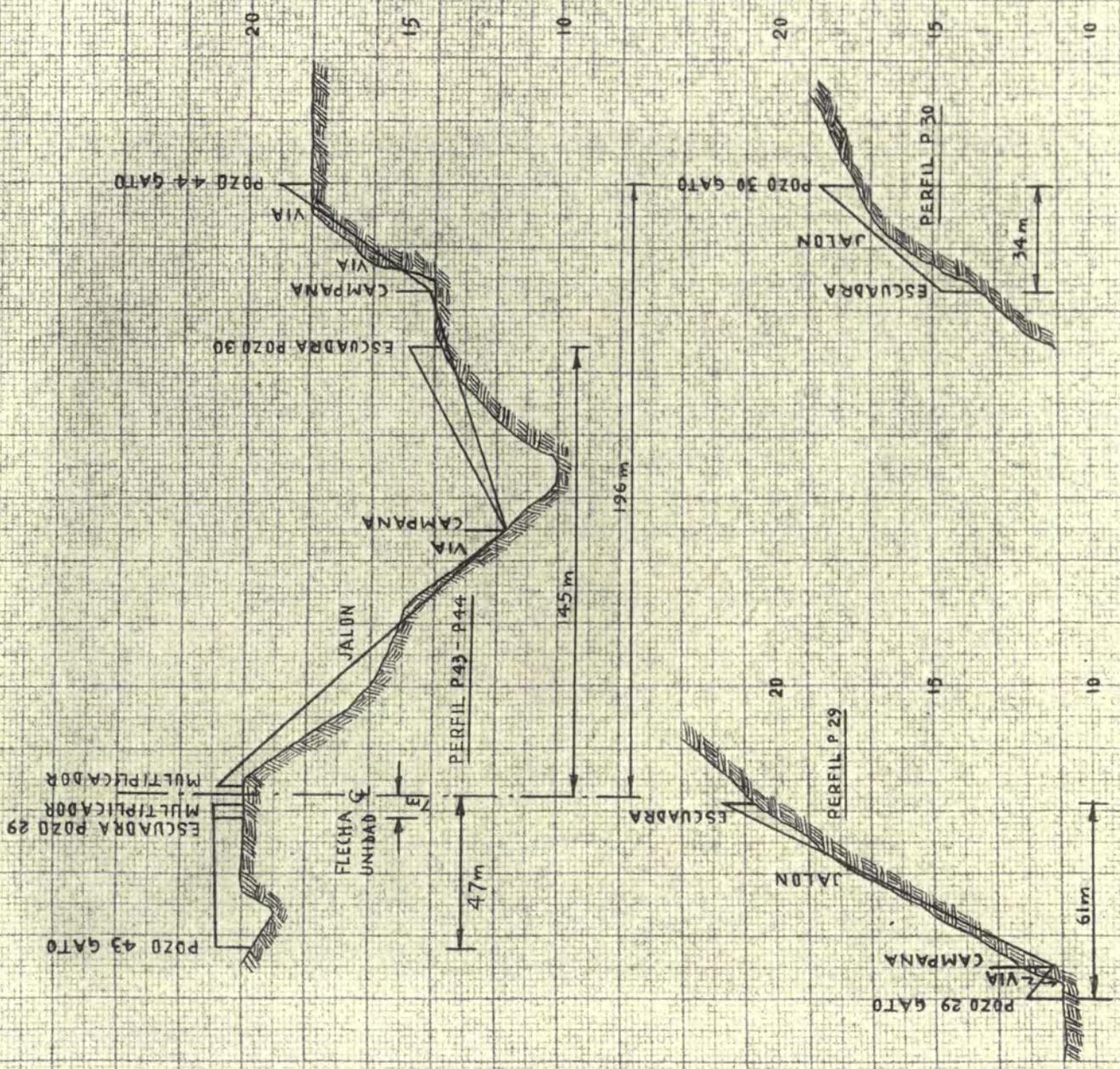
EL BURRO
 BOMBEO MECANICO
 GRUPO 9-25-27-28
 PERFILES
 ESC. HOR. 1:2000
 ESC. VER. 1:200



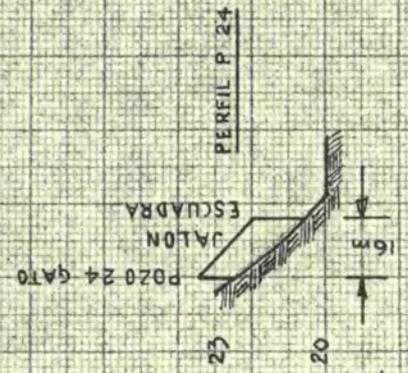
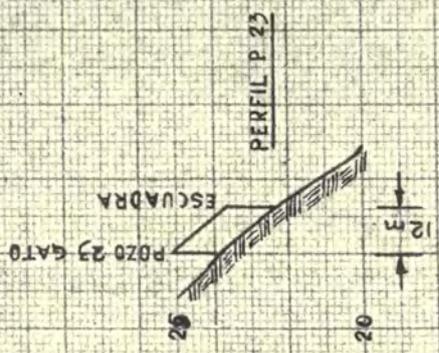
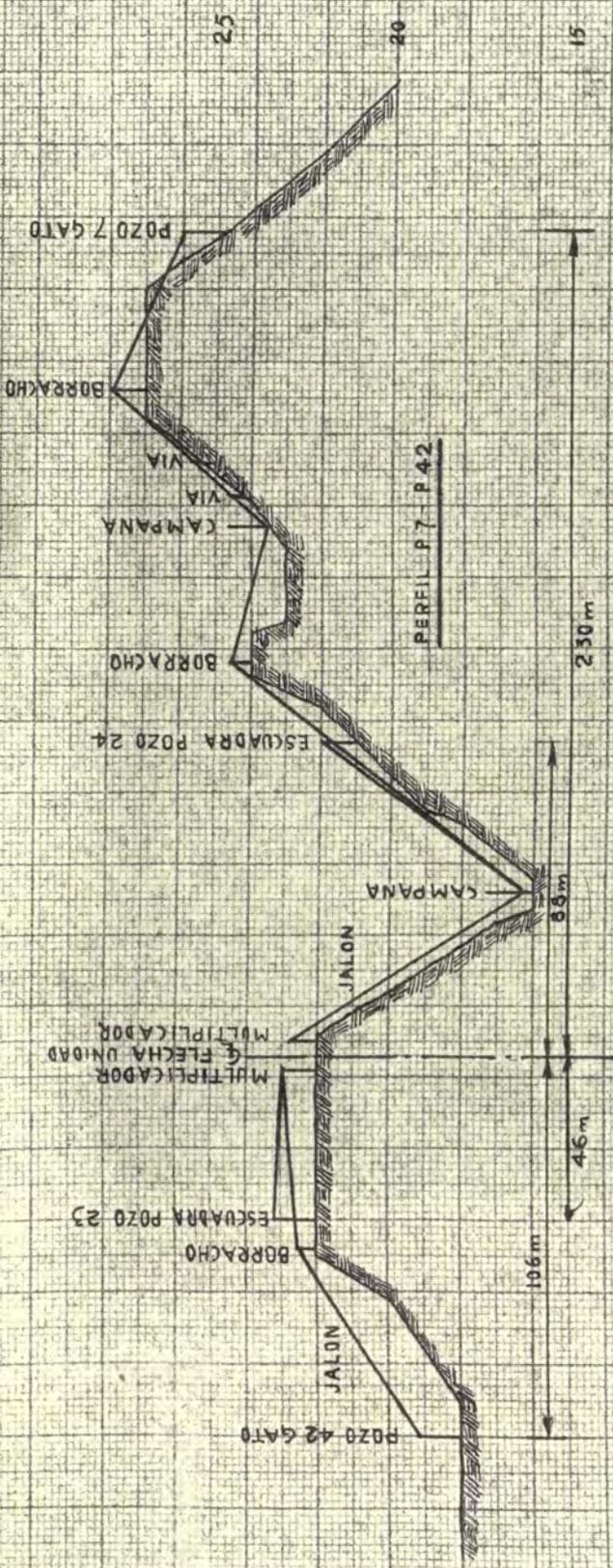


EL BURRO
 BOMBEO MECANICO
 GRUPO 5-10-38-52
 PERFILES
 ESC. HDR. 1:2000
 ESC. VER. 1:200

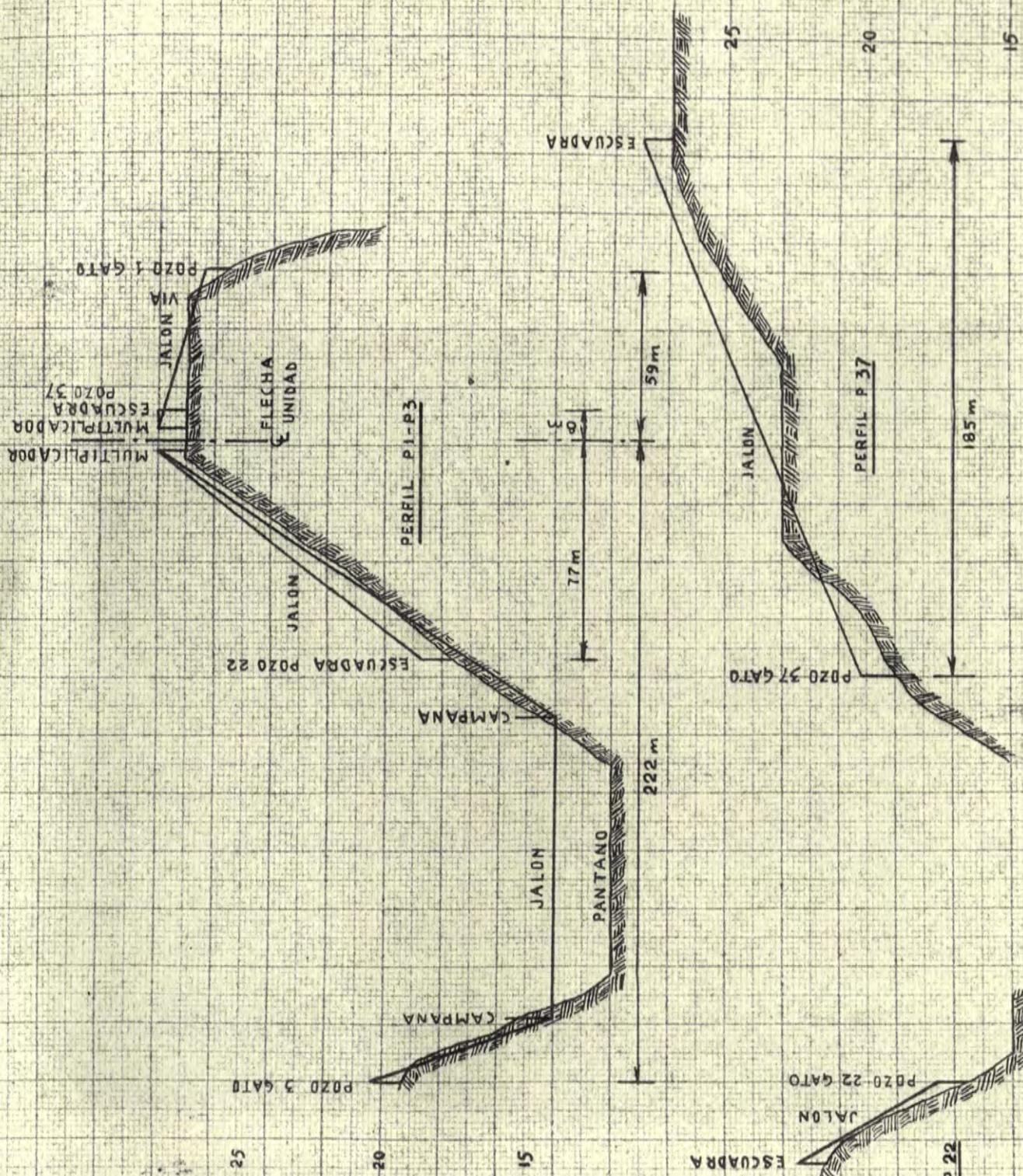




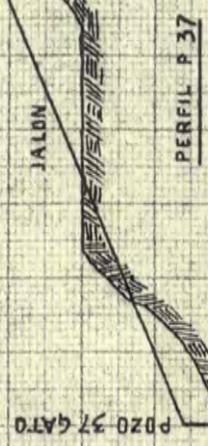
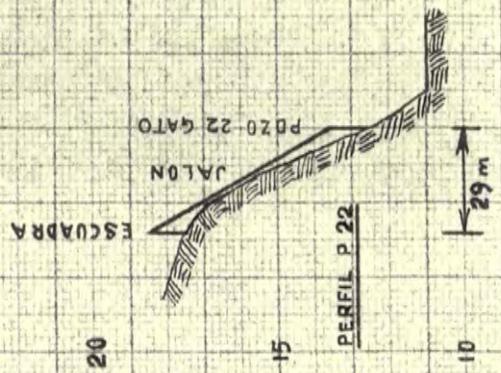
EL BURRO
 BOMBEO MECANICO
 GRUPO 29-30-43-44
 PERFILES
 ESC. HOR. 1:2000
 ESC. VER. 1:200



EL BURRO
 BOMBEO MECANICO
 GRUPO 7-23-24-42
 PERFILES 1:2000
 ESC. HDR. 1:200
 ESC. VER. 1:200



EL BURRO
 BOMBEO MECANICO
 GRUPO 1-3-22-37
 PERFILES
 ESC. HOR. 1:2000
 ESC. VER. 1:200



PERFIL P 1-P3

PERFIL P 22

PERFIL P 37

29 m

185 m

222 m

77 m

59 m

POZO 3 GATO

ESCUADRA POZO 22

POZO 37 GATO

CAMPANA

PANTANO

CAMPANA

JALON

JALON

MULTIPLICADORA

ESCUADRA

POZO 37

JALON VIA

POZO 1 GATO

FLECHA
E UNIDAD

25

20

15

20

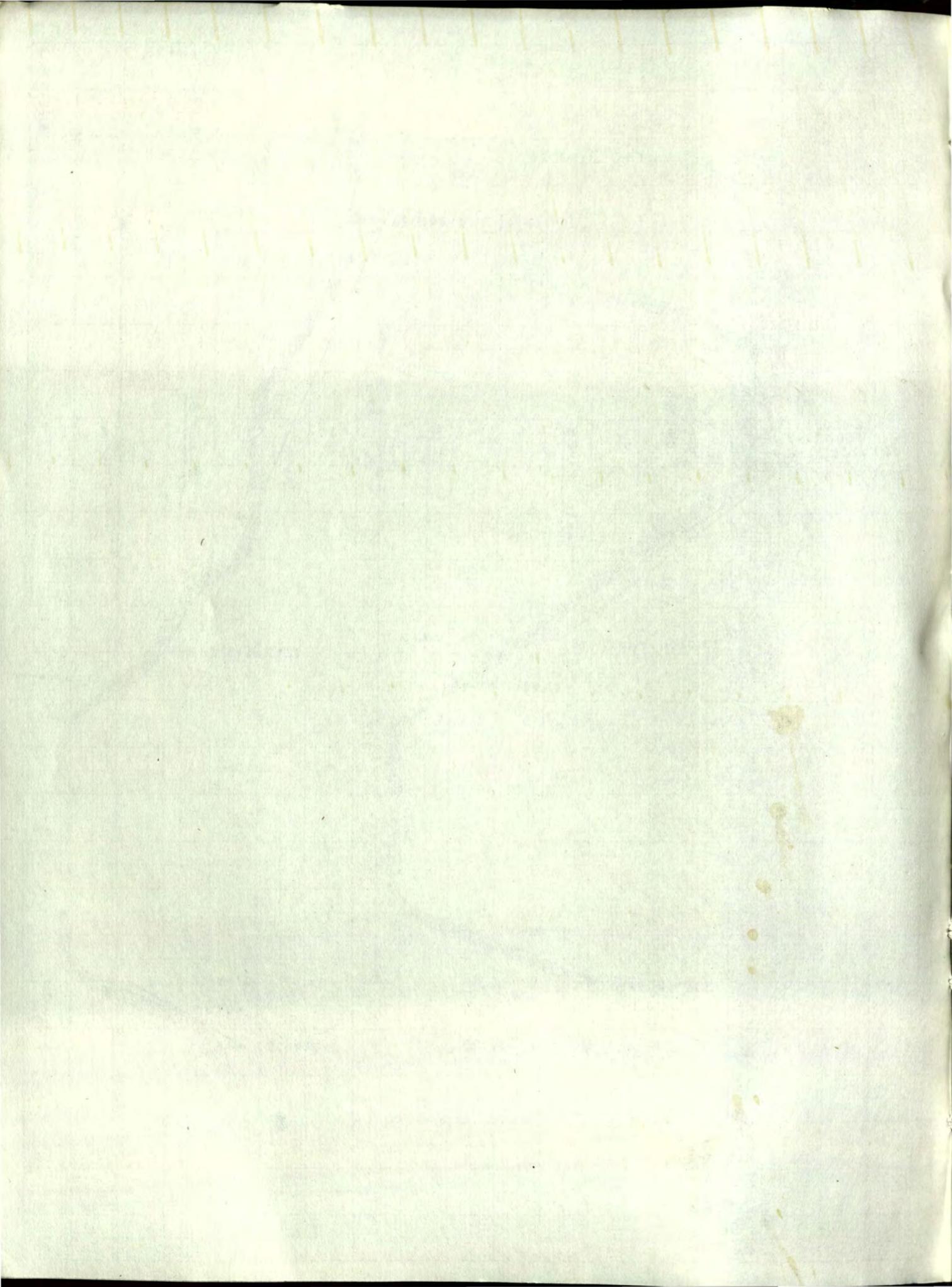
15

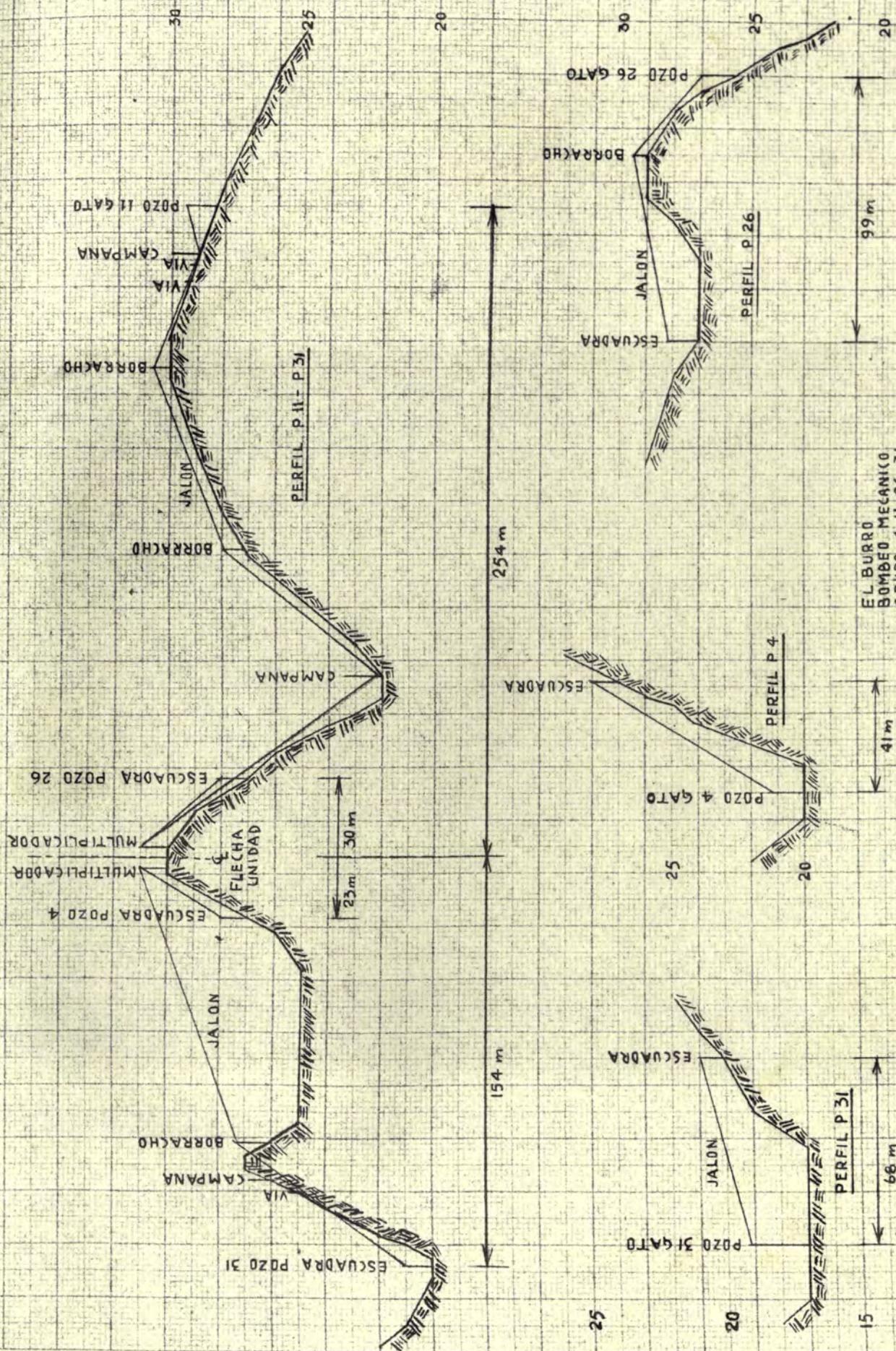
10

25

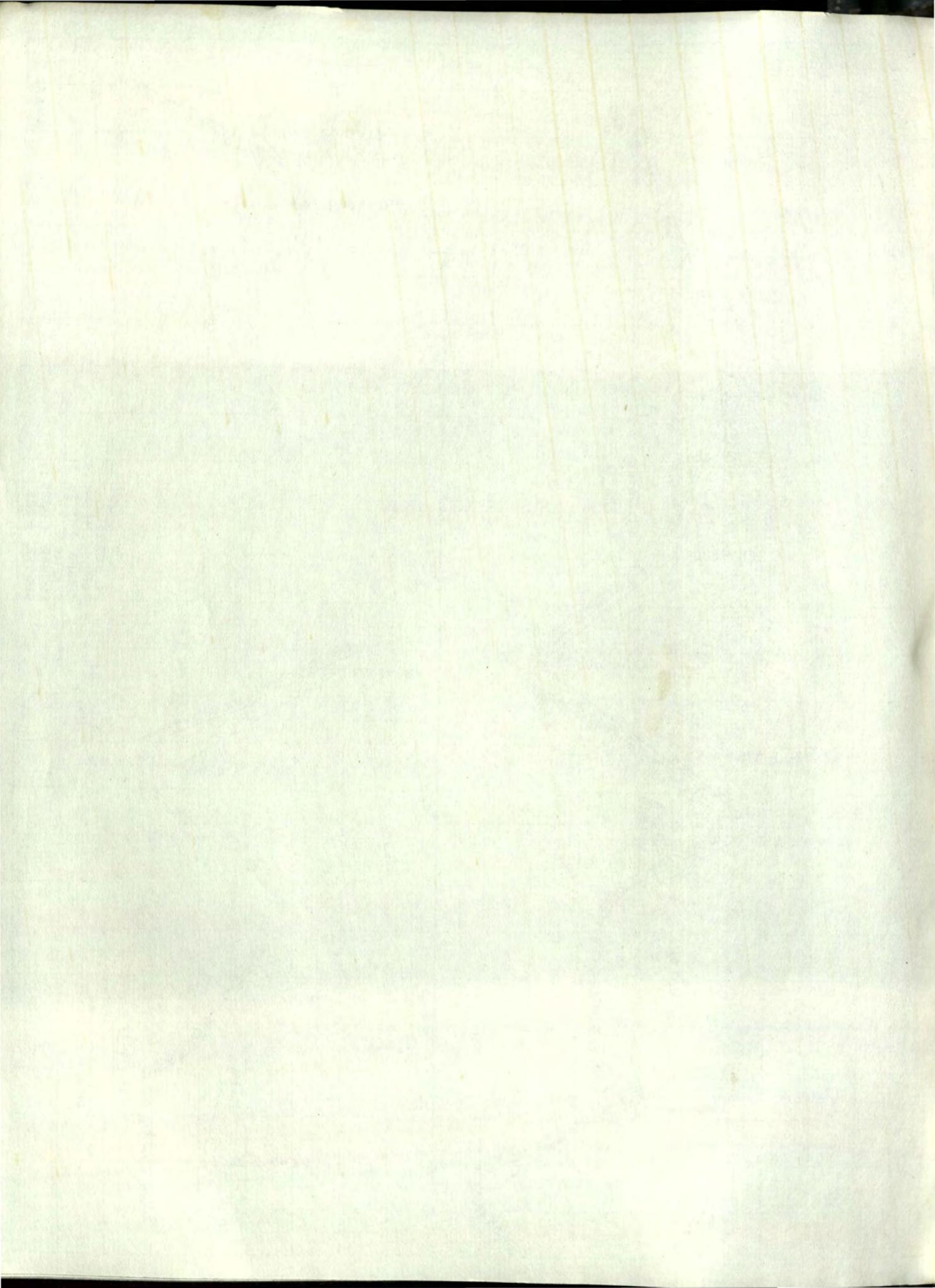
20

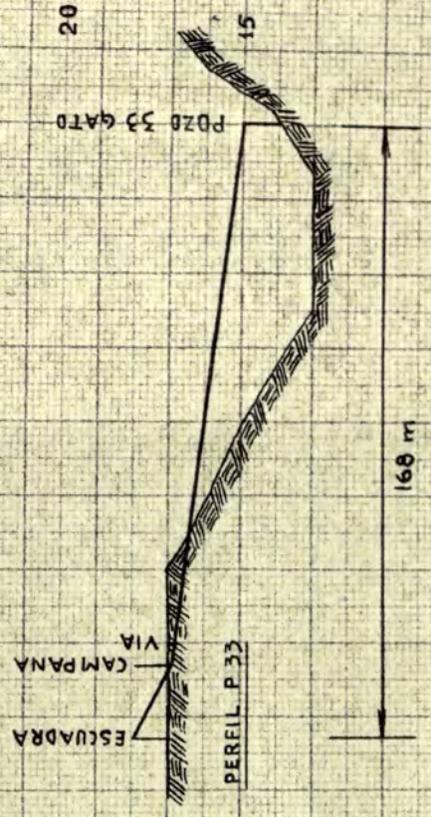
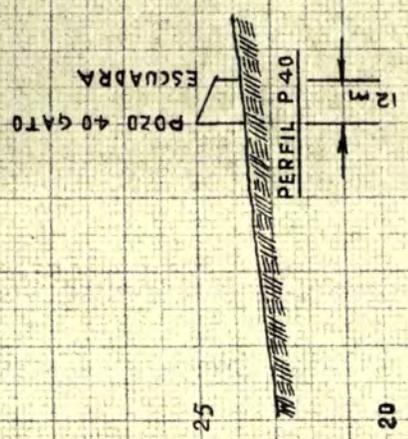
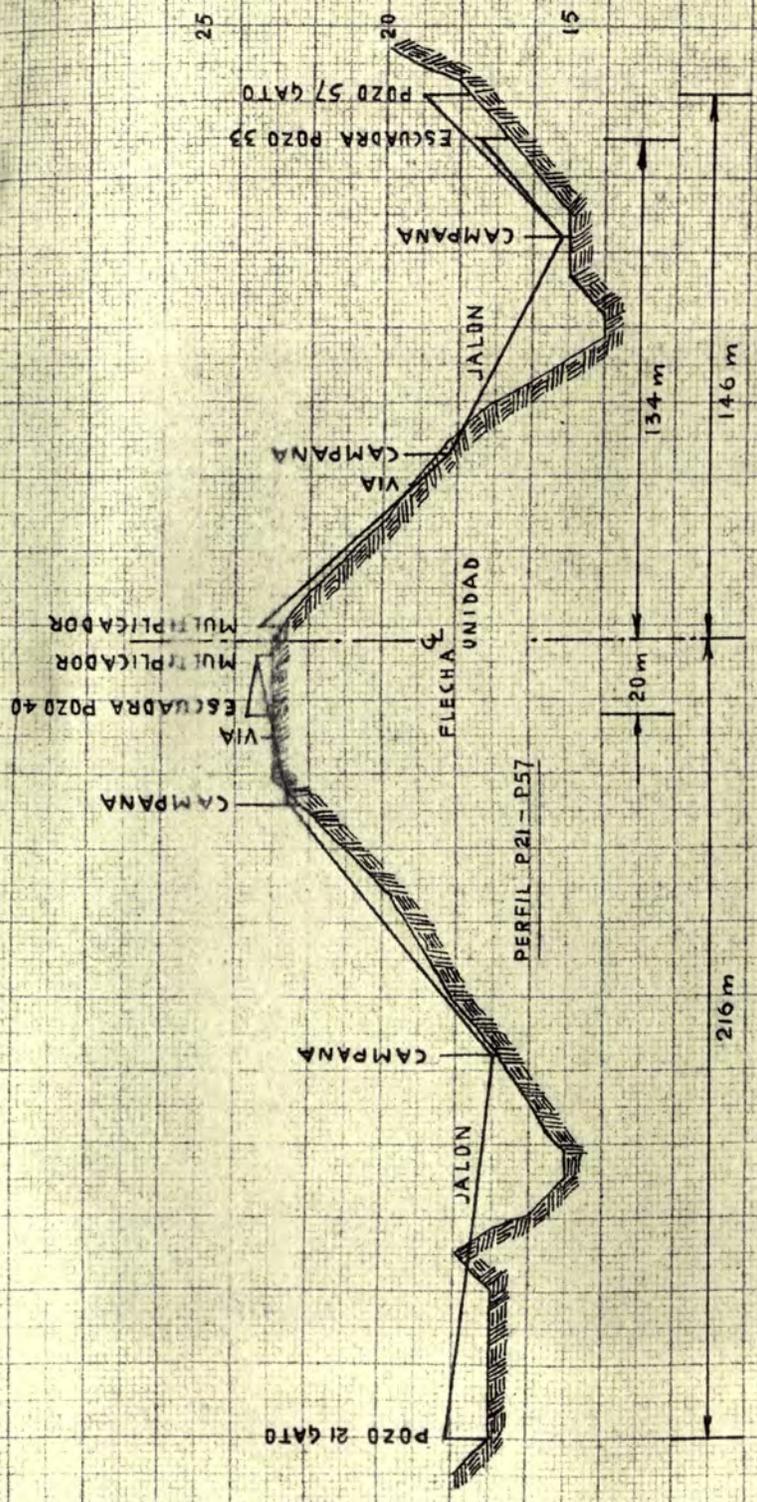
15



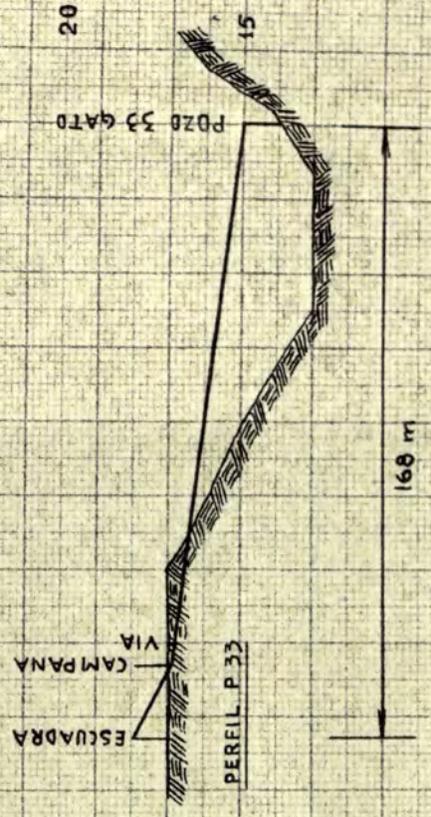
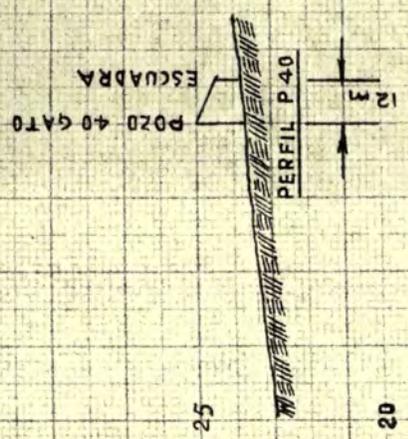
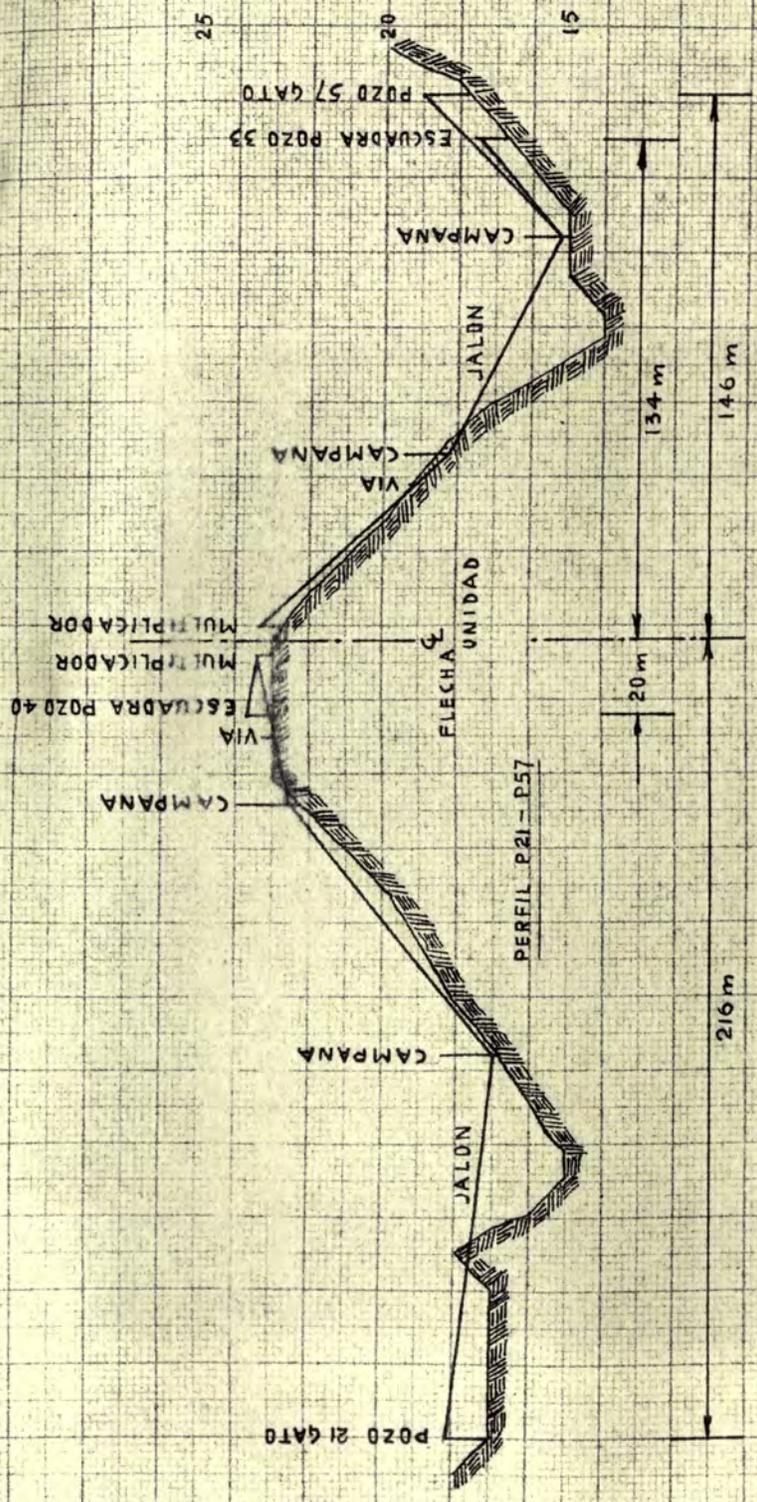


EL BURRO
 BOMBEO MECANICO
 GRUPO 4-II-26-31
 PERFILES
 ESC. HOR. 1:2000
 ESC. VER. 4:200





EL BURREO
 BOMBEO MECANICO
 GRUPO 21-33-40-57
 PERFILES
 ESC. HOR.
 ESC. VER.



EL BURREO
BOMBEO MECANICO
GRUPO 21-33-40-57
PERFILES
ESC. HOR.
ESC. VER.

FECHA DE DEVOLUCION

El lector se obliga a devolver este libro antes del vencimiento de préstamo señalado por el último sello.



