

23  
201



# Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Química

Almacenamiento de petróleo crudo en cavernas  
minadas en domos salinos en Tuzandepetl,  
Veracruz. "Ingeniería Básica Preliminar."

**T E S I S**

Que para obtener el Título de:

**Ingeniero Químico**

**PRESENTA:**

**Carlos Gabriel Colín Flores**

México, D. F.

1990.



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## C O N T E N I D O .

	PAG.
RESUMEN	1
INTRODUCCION	3
BASES DE DISEÑO	11
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO	33
ANALISIS HIDRAULICO	40
CRITERIOS DE DISEÑO	104
DESCRIPCION DEL PROCESO	120
FILOSOFIAS DE OPERACION	127
PREPARATIVOS DE ARRANQUE Y PUESTA EN MARCHA	136
MEMORIA DE CALCULO	145
HOJAS DE DATOS DEL EQUIPO	164
LOCALIZACION DEL SISTEMA	186
REQUERIMIENTO DE SERVICIOS AUXILIARES	197
CONCLUSIONES	206
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.	208

## INTRODUCCION.

## JUSTIFICACION.

MÉXICO ES UNO DE LOS PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES DE PETRÓLEO. DURANTE EL AÑO DE 1987, SE PRODUJERON EN PROMEDIO 2.54 MMBPD, CIFRA QUE SOLO FUÉ SUPERADA POR LA UNIÓN SOVIÉTICA (12.49 MMBPD), ESTADOS UNIDOS (8.28 MMBPD), ARABIA SAUDITA (4.05 MMBPD) Y CHINA (2.65 MMBPD).

ESTA CANTIDAD CUMPLIÓ CON LAS POLÍTICAS NACIONALES SOBRE ENERGÉTICOS, QUE ESTABLECÍAN QUE LA PRODUCCIÓN DE PETRÓLEO DEBERÍA CRECER A UN RITMO TAL QUE, CUBRIERA LA DEMANDA INTERNA Y GENERARA UN EXCEDENTE EXPORTABLE, QUE EN 1987 FUÉ DE 1.5 MMBPD, DE LOS CUALES 39.1% FUÉ ISTMO Y 60.9% CORRESPONDIÓ A MAYA.

CONSIDERANDO QUE EL PRECIO PROMEDIO FUÉ DE 16.02 DÓLARES POR BARRIL EXPORTADO (17.52 PARA ISTMO Y 15.1 PARA MAYA), ESTA CANTIDAD REPORTÓ VENTAS POR CASI 8.000 MILLONES DE DÓLARES ANUALES A NUESTRO PAÍS Y CONSTITUYO EL 93% DEL TOTAL DE LAS VENTAS EXTERIORES DE PEMEX (LA FIGURA 1 MUESTRA LAS TERMINALES DE EXPORTACIÓN DE MÉXICO).

ADEMÁS DEBE MENCIONARSE QUE LA PRODUCCIÓN DIARIA DE CRUDO SE DISTRIBUYO GEOGRÁFICAMENTE DE LA SIGUIENTE FORMA:

ZONA MARINA	66.4%
ZONA SURESTE	26.2%
ZONA NORTE-CENTRO-SUR.	7.4%

DADA LA IMPORTANCIA QUE TIENEN LAS ZONAS SURESTE Y MARINA, SE REALIZARON ESTUDIOS DE PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA QUE MOSTRARON QUE EN EL GOLFO DE MÉXICO PUEDEN PRESENTARSE TEMPORADAS DE MAL TIEMPO HASTA DE 7 DÍAS CONSECUTIVOS, QUE IMPIDAN REALIZAR EMBARQUES PARA EXPORTACIÓN, TRAYENDO CONSIGO TRASTORNOS ECONÓMICOS Y TÉCNICOS GRAVES COMO:

- A) AUMENTAR LOS RIESGOS DE DECLINACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LOS YACIMIENTOS, A-

CAUSA DE LA ESTRANGLACIÓN.

B) PERDER DIVISAS POR LA SUSPENSIÓN DE LA EXPORTACIÓN DE CRUDO QUE NO SE PUEDE RECUPERAR POR NO EXISTIR UN ALMACENAMIENTO ADICIONAL.

C) HACERSE ACREEDOR A PENALIZACIONES POR INCUMPLIMIENTO DE LOS COMPROMISOS COMERCIALES, CUANDO EXISTAN CONTINGENCIAS EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y TRANSPORTE.

LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO QUE PETROLEOS MEXICANOS POSEE EN LAS TERMINALES DE EXPORTACIÓN ES:

PAJARITOS	5.9 MMBBL
DOS BOCAS	4.0 MMBBL
CAYO ARCAS	5.2 MMBBL

EN LOS ÚLTIMOS AÑOS EL DESARROLLO DE LAS INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO PARA EL PETRÓLEO CRUDO, HA SIDO MENOR EN 30% QUE EL CRECIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN Y DE LA DEMANDA, LAS CAPACIDADES DE ALMACENAMIENTO ACTUALES, SON REDUCIDAS Y SE CONSIDERA NECESARIO INCREMENTARLAS A FIN DE OPTIMIZAR, POR UNA PARTE LA PRODUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LAS INSTALACIONES Y POR OTRA, GARANTIZAR EL CUMPLIMIENTO DE LOS PROGRAMAS DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN QUE SE ESTABLEZCAN.

DEBE OBSERVARSE QUE, EN CASO DE MAL TIEMPO LA INFRAESTRUCTURA DE ALMACENAMIENTO DE CRUDO TIENE UNA CAPACIDAD LIMITADA, SI SE USARA EL ALMACENAMIENTO DISPONIBLE PARA LA PRODUCCIÓN TOTAL A FIN DE EVITAR EL CIERRE DE POZOS SE CONTARÍA CON UNA CAPACIDAD DE 5.9 DÍAS, MIENTRAS QUE EN PAISES CON MENORES PRODUCCIONES QUE EL NUESTRO, DISPONEN DE UNA CAPACIDAD PARA ALMACENAR HASTA 30 DÍAS DEL EQUIVALENTE DE SU PRODUCCIÓN<sup>7</sup>.

LAS NECESIDADES DE ALMACENAMIENTO PARA CRUDO SE HAN CUBIERTO HASTA AHORA EN PEMEX CON INSTALACIONES DE TANQUES DE ACERO SUPERFICIALES, QUE SE LOCALIZAN PRIMORDIALMENTE EN LA ZONA SUR Y TIENE COMO FUNCIÓN PRINCIPAL LA DE BALANCE PARA LAS OPERACIONES DE

EXPORTACIÓN POR LOS PUERTOS DE PAJARITOS Y SALINA CRUZ, COMPLEMENTADOS POR LAS BOYAS EN TUXPAN, RABÓN GRANDE, DOS BOCAS Y CAYO ARCAS.<sup>8</sup>

## TECNICAS DE ALMACENAMIENTO.

DE ACUERDO CON LOS ASPECTOS MENCIONADOS ANTERIORMENTE, SE HACE NECESARIO DE --  
DISPONER DE CAPACIDAD SUFICIENTE PARA ALMACENAMIENTO DE CRUDO.

PARA AMPLIAR ESTA CAPACIDAD, ES CONVENIENTE ANALIZAR LA FACTIBILIDAD DE UTILI-  
ZAR ALGUNAS DE LAS DIFERENTES TÉCNICAS DESARROLLADAS PARA EL ALMACENAMIENTO DE --  
GRANDES VOLÚMENES DE HIDROCARBUROS.<sup>8,6</sup>

ESTAS TÉCNICAS SON:

- ALMACENAMIENTO EN BOYAS.
- ALMACENAMIENTO EN TANQUES DE ACERO SUPERFICIALES.
- ALMACENAMIENTO EN TANQUES ENTERRADOS DE CONCRETO.
- ALMACENAMIENTO EN CAVERNAS MINADAS EN ROCA.
- ALMACENAMIENTO EN CAVERNAS MINADAS EN DOMOS SALINOS.

DE ACUERDO CON ESTAS TÉCNICAS SE PRESENTAN A CONTINUACIÓN ALGUNOS PARÁMETROS --  
DE SELECCIÓN.

BOYAS: TIENEN GRANDES LIMITACIONES EN SU OPERACIÓN Y UNA VIDA ÚTIL CORTA.

TANQUES DE ACERO: SON MUY COSTOSOS, NECESITAN EXCESIVO MANTENIMIENTO E INSTALA-  
CIONES GRANDES.

TANQUES ENTERRADOS: SU COSTO ES MODERADO COMPARADO CON LOS TANQUES DE ACERO, --  
SU MANTENIMIENTO ES MENOR PERO REQUIERE DE GRANDES INSTALACIONES SUPERFICIALES.

ESTOS TRES MÉTODOS TIENEN CARACTERÍSTICAS COMUNES COMO:

- PUEDEN PRESENTAR PÉRDIDAS POR EVAPORACIÓN.
- ESTÁN EXPUESTOS A CONTINGENCIAS SUPERFICIALES.
- EXISTE RIESGO DE EXPLOSIÓN O INCENDIO.
- PUEDEN PROVOCAR PROBLEMAS DE AFECTACIÓN ECOLÓGICA POR DERRAMES.

CAVERNAS MINADAS EN ROCA Y EN DOMOS SALINOS, ESTAS DOS TÉCNICAS PRESENTAN CARACTERÍSTICAS COMUNES<sup>8</sup>.

- REDUCEN AL MÍNIMO LAS POSIBILIDADES DE EXPLOSIÓN O INCENDIO,
- ELIMINAN LA CONTAMINACIÓN SUPERFICIAL REDUCIENDO LOS PROBLEMAS DE AFECTACIÓN,
- LA CAPACIDAD QUEDA LIMITADA A LA EXTENSIÓN DEL YACIMIENTO,
- SE ENCUENTRAN A SALVO DE CUALQUIER CONTINGENCIA SUPERFICIAL,
- LOS COSTOS DE OPERACIÓN SON CONSIDERABLEMENTE MENORES A CUALQUIERA DE LOS TRES MÉTODOS ANTES MENCIONADOS.

-EL MANTENIMIENTO Y CONSTRUCCIÓN ES MÁS BARATO QUE EL CASO DE ALMACENAMIENTO SUPERFICIAL.

-LA DESVENTAJA ES QUE LA TECNOLOGÍA ES EXTRANJERA.

LA DIFERENCIA ENTRE ESCOGER UNA CAVERNA MINADA EN ROCA O EN DOMOS SALINOS ES MÁS QUE NADA DE LOCALIZACIÓN Y LOGÍSTICA<sup>8</sup>.

#### ELECCION DE LA TECNICA DE ALMACENAMIENTO.

DE ACUERDO CON UNA EVALUACIÓN CUALITATIVA Y CUANTITATIVA (HECHA POR PEMEX-IMP)<sup>9</sup> QUE DEMOSTRÓ QUE EL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO EN CAVERNAS MINADAS EN DOMOS SALINOS ERA EL MÁS FAVORABLE ENTRE TODOS LOS SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO EXISTENTES.

EL PROYECTO DE ALMACENAMIENTO EN DOMOS SALINOS PERMITIRÁ RESOLVER (AL MENOS PARCIALMENTE) LOS PROBLEMAS MENCIONADOS EN PÁRRAFOS ANTERIORES, ADEMÁS DE TENER VENTAJAS COMO LAS SIGUIENTES:

A) HACER FRENTE A CASOS DE EMERGENCIA QUE IMPIDAN EL SUMINISTRO REGULAR DE CRUDO A REFINERÍAS.

B) CONTAR CON ALMACENAMIENTO ESTRATÉGICO PARA AJUSTARSE A LA DEMANDA NACIONAL Y AL ESTADO QUE GUARDE EL MERCADO INTERNACIONAL PARA LA EXPORTACIÓN DE HIDROCARBUROS.



## SELECCION DEL LUGAR DONDE SE LOCALIZARA EL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO EN CAVERNAS MINADAS EN DOMOS SALINOS.

CON BASE EN ESTUDIOS GEOLOGICOS Y ECONOMICOS, SE DETERMINÓ QUE TUZANDÉPETL, VERACRUZ, ES EL LUGAR MÁS APROPIADO PORQUE PERMITE INTEGRAR EL ALMACENAMIENTO Y LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN ACTUAL (NUEVO TEAPA, PAJARITOS, CÁRDENAS, SALINA CRUZ, CANGREJERA) A TRAVÉS DE UNA ESTACIÓN ENLACE -- QUE REALIZA OPERACIONES DE MEZCLADO Y DISTRIBUCIÓN, LA CUAL SE INSTALÓ EN PALOMAS, VERACRUZ (FIG. 1.2)

## FASES DE LA QUE CONSTA UN PROYECTO DE ALMACENAMIENTO EN CAVERNAS MINADAS EN DOMOS SALINOS.

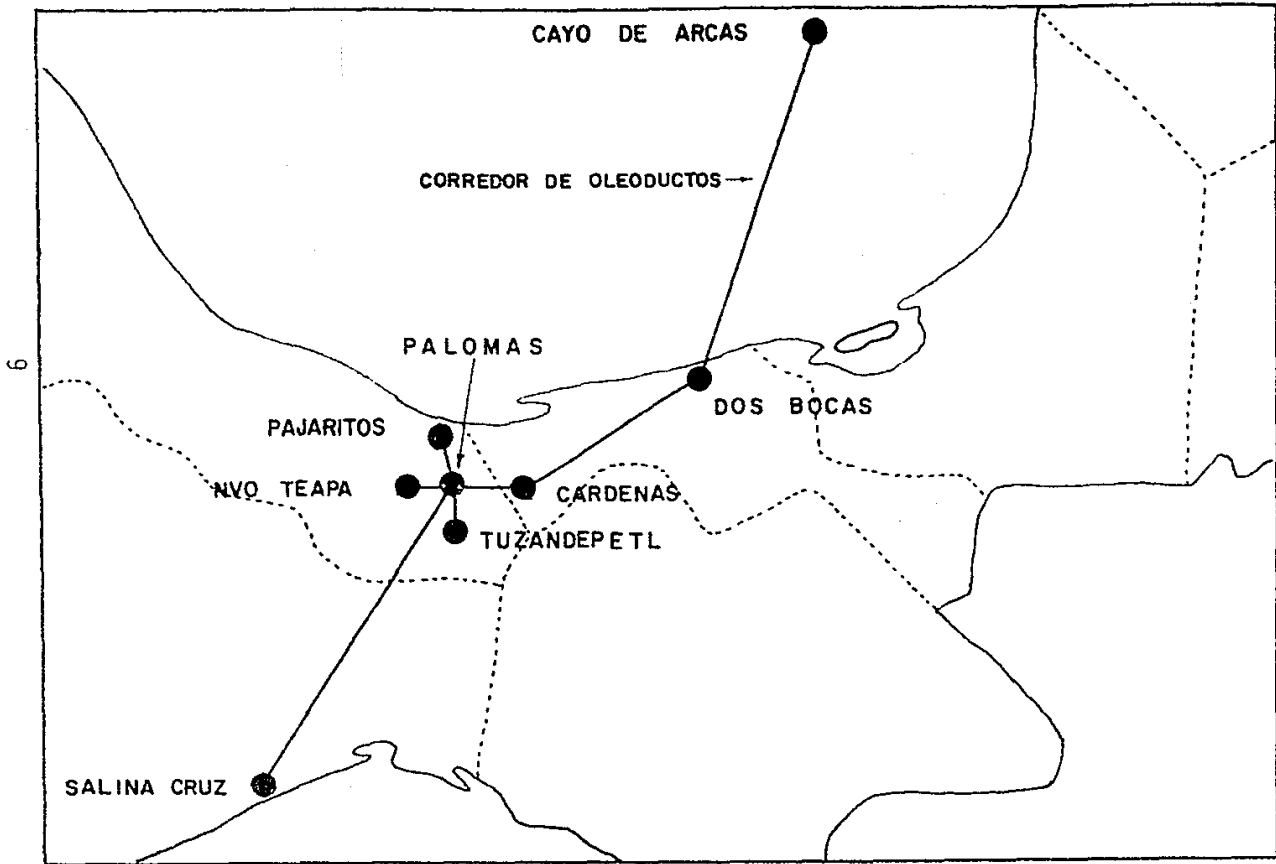
UN PROYECTO DE ALMACENAMIENTO DE CAVIDADES MINADAS EN DOMOS SALINOS, CONSTA DE DOS FASES LIXIVIACION Y EXPLOTACION.

DURANTE LA LIXIVIACIÓN SE CREA LA CAVIDAD MEDIANTE LA DISOLUCIÓN DE LA SAL DEL DOMO DE AGUA DULCE.

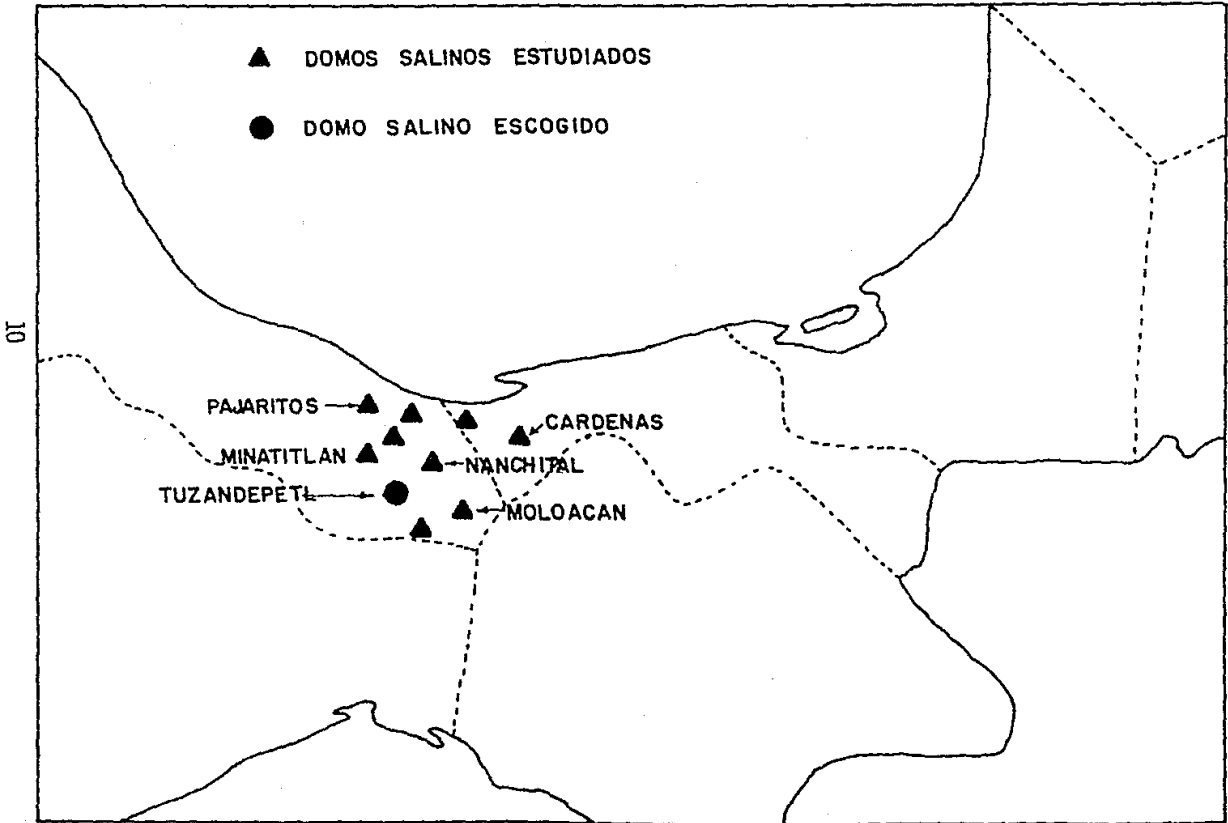
UNA VEZ QUE SE HA VERIFICADO CON UN REGISTRO SONAR QUE EL VOLUMEN PROGRAMADO DE ALMACENAMIENTO SE HA ALCANZADO, LA CAVIDAD PODRÁ SER UTILIZADA PARA ALMACENAR HIDROCARBUROS, INICIÁNDOSE ASÍ LA FASE EXPLOTACIÓN.

### OBJETIVOS DE LA FASE EXPLOTACION

IMPLEMENTAR LAS INSTALACIONES SUPERFICIALES NECESARIAS PARA PODER UTILIZAR COMO ALMACENAMIENTO LAS CAVIDADES DE TUZANDÉPETL, CON FINES ESTRATÉGICOS Y DE LOGÍSTICA DE DISTRIBUCIÓN Y TRANSPORTE, PARA EXPORTACIÓN Y DEMANDA NACIONAL.



TERMINALES DE EXPORTACION DE MEXICO



ALMACENAMIENTO DE DOMOS SALINOS SITIOS ESTUDIADOS

## BASES DE DISEÑO.

## GENERALIDADES DE LA FASE DE EXPLOTACION.

-EN EL PROCESO SE MANEJARÁN DOS TIPOS DE FLUÍDOS.

I.-HIDROCARBURO.

II.-SALMUERA.

-EN LA CAVIDAD EXISTE UN APAREJO CONSTITUÍDO POR DOS TUBERÍAS CONCÉNTRICAS: --  
11 3/4" Y 18".

-EL PRINCIPIO DE OPERACIÓN ES POR DESPLAZAMIENTO DE VOLUMEN.

-LAS CAVIDADES OPERARÁN EN PROMEDIO OCHO VECES AL AÑO, DURANTE VEINTE AÑOS.

EN LA FASE EXPLOTACIÓN SE MANEJARÁN DOS TIPOS DE FLUÍDO HIDROCARBURO Y SALMUERA, EL PRIMERO PERMANECERÁ EN LA PARTE SUPERIOR DE LA CAVIDAD, DEBIDO A QUE PRESENTA MENOR DENSIDAD QUE EL SEGUNDO.

EL DESPLAZAMIENTO DE VOLUMEN ES EL PRINCIPIO FUNDAMENTAL DE LA OPERACIÓN.

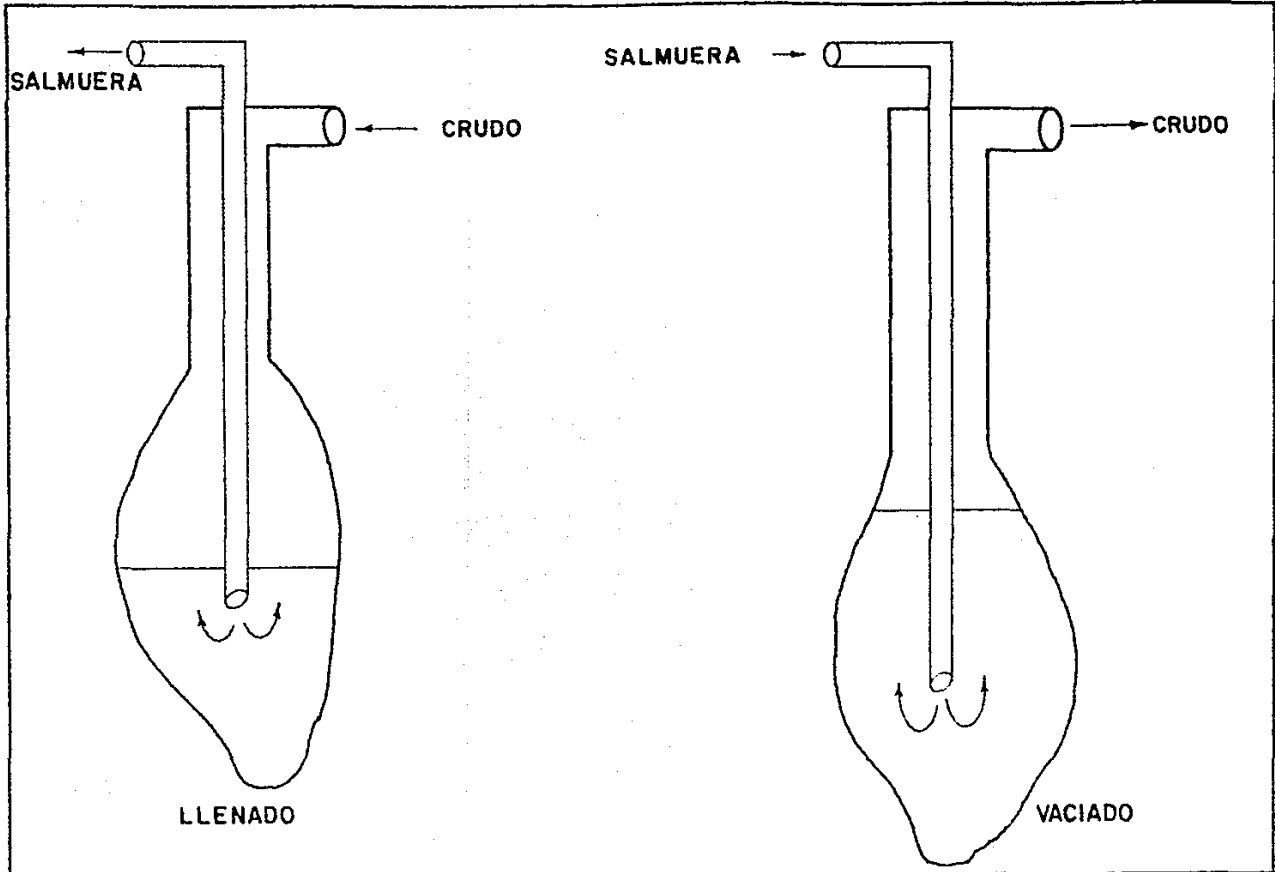
I.-LA INYECCIÓN DE CRUDO (O LLENADO). CONSISTE EN DESPLAZAR LA SALMUERA QUE SE ENCUENTRA EN LA CAVERNA MEDIANTE LA INYECCIÓN A PRESIÓN DE LOS HIDROCARBUROS QUE SE ALMACENARÁN.

II.-LA EXTRACCIÓN DE CRUDO (O VACIADO). SE REALIZARÁ A TRAVÉS DE LA INYECCIÓN DE SALMUERA A PRESIÓN, ESTA VARIABLE DEBE SER SUFICIENTE PARA QUE EL HIDROCARBURO VIAJE HASTA LA ESTACIÓN DE CONTROL Y MEZCLADO DE CRUDO EN PALOMAS, VERACRUZ.

DE ACUERDO CON ANALISIS ESTADÍSTICOS. SE ESTIMA QUE DADA LA FRECUENCIA CON QUE SE PRESENTAN PERIODOS DE MAL TIEMPO EN EL TRANSCURSO DEL AÑO, LAS CAVIDADES OPERARÁN EN PROMEDIO OCHO VECES AL AÑO.

## CAPACIDAD DE DISEÑO.

EL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE PETRÓLEO CRUDO EN CAVERNAS MINADAS EN DOMOS SALINOS DE TUZANDÉPETL, CUENTA EN LA ACTUALIDAD CON UN TOTAL DE TRES CAVIDADES TERMINADAS (DE LAS DOCE PLANEADAS) QUE DEBEN ENTRAR EN OPERACIÓN CUANTO ANTES. DE TAL SUERTE QUE LA CAPACIDAD DE DISEÑO QUEDA EN FUNCIÓN DE LAS TRES CAVERNAS QUE PUEDEN ENTRAR EN OPERACIÓN.



OPERACION DE LLENADO Y VACIADO DE CAVIDADES

### I.-CAPACIDAD TOTAL DE ALMACENAMIENTO DE HIDROCARBUROS.

INICIAL - 2.5 MMBBL                    INICIO DE LA OPERACION  
FINAL - 5.0 MMBBL                    FINAL DE LA OPERACION

### II.-CAPACIDAD PARA CAVIDAD DE ALMACENAMIENTO DE HIDROCARBUROS.

INICIAL - 833 MMBL  
FINAL - 1.7 MMBBL

### III.-CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE SALMUERA

INICIAL - 2.5 MMBBL  
FINAL - 5.0 MMBBL

EL INICIO DE LA OPERACIÓN MARCA LA CAPACIDAD DE LAS CAVIDADES UNA VEZ QUE LA FASE LIXIVIACIÓN HA SIDO TERMINADA Y ÉSTAS SE ENCUENTRAN EN CONDICIONES PARA ENTRAR A LA FASE DE EXPLOTACIÓN.

EL FINAL DE LA OPERACIÓN SE REFIERE A LA CAPACIDAD DE LAS CAVIDADES DESPUÉS DE VEINTE AÑOS DE OPERACIÓN (TIEMPO DE VIDA ÚTIL). LA CAPACIDAD SE DUPLICA COMO CONSECUENCIA DE LA LIXIVIACIÓN OCASIONADA EN LAS CAVERNAS POR OPERAR CON SALMUERA NO SATURADA. A DEFINIRSE CONFORME A LA EVOLUCIÓN DE LA FORMA Y COMPORTAMIENTO DE CADA CAVIDAD.

EL SISTEMA CON TRES CAVIDADES OPERANDO TENDRÁ UNA CAPACIDAD INSTALADA DEL 25 % DE LA CAPACIDAD TOTAL. ASÍ MISMO SE PODRÁ ALMACENAR UN VOLUMEN DE 1.67 DÍAS AL INICIO Y 3.34 DÍAS AL FINAL DE LA CUOTA DE EXPORTACIÓN ACTUAL DE CRUDO (1.5 MMBPD).

### FACTOR DE SERVICIO

EL SISTEMA ESTARÁ DISPONIBLE TOTALMENTE PARA OPERAR EN PERIODO DE MAL TIEMPO, PARA LAS OPERACIONES INHERENTES A LA ÉPOCA.

### MANEJO DE HIDROCARBUROS

LLENADO. FLUJO MÁXIMO AL SISTEMA, SE CONTEMPLA UN FLUJO DE 450 MBPD. ES DECIR 150 MBPD POR CAVIDAD, CONSTITUIDO POR UNO DE LOS SIGUIENTES TIPOS DE CRUDO.

MAYA	450	MBPD
LIGERO MARINO	450	MBPD
LIGERO MESOZOICO	450	MBPD

-VACIADO. FLUJO MÁXIMO DEL SISTEMA. SE ESTIMA UN FLUJO DE 450 MBPD. ES DECIR, -150 MBPD POR CAVIDAD. CONSTITUIDO POR UNO DE LOS SIGUIENTES TIPOS DE CRUDO.

MAYA	450	MBPD
LIGERO MARINO	450	MBPD
LIGERO MESOZOICO	450	MBPD

-LLENADO. FLUJO NORMAL DEL SISTEMA. SE ESTABLECE UN FLUJO DE 300 MBPD. ES DECIR, 100 MBPD POR CAVERNA. CONSTITUIDO POR UNO DE LOS SIGUIENTES TIPOS DE CRUDO.

MAYA	300	MBPD
LIGERO MARINO	300	MBPD
LIGERO MESOZOICO	300	MBPD

OTRA VARIANTE. ES INTRODUCIR DOS TIPOS DE CRUDO\* EN LAS CAVIDADES, LLAMANDO -- CRUDO A, AL QUE SE INTRODUZCA A DOS CAVIDADES Y CRUDO B AL QUE LLENE LA CAVERNA -- RESTANTE.

CRUDO A	200	MBPD
CRUDO B	100	MBPD

\*CRUDO A Y/O B PUEDEN SER CUALQUIERA DE LOS TRES TIPOS DE CRUDO MANEJADOS POR EL-SISTEMA.

-VACIADO. FLUJO NORMAL DEL SISTEMA. SE FIJA UN FLUJO DE 100 MBPD. ES DECIR, -- 100 MBPD POR CAVIDAD. CONSTITUIDO POR UNO DE LOS SIGUIENTES TIPOS DE CRUDOS.

MAYA	300	MBPD
LIGERO MARINO	300	MBPD
LIGERO MESOZOICO	300	MBPD



TAMBIÉN PUEDEN MANEJARSE DOS TIPOS DE CRUDO.

CRUDO A	200	MBPD
CRUDO B	100	MBPD

-LLENADO FLUJO MÍNIMO AL SISTEMA. SE PRECISA UN FLUJO DE 150 MBPD. ES DECIR, 50 MBPD POR CAVERNA. CONSTITUÍDO POR UNO DE LOS SIGUIENTES TIPOS DE CRUDO.

MAYA	150	MBPD
LIGERO MARINO	150	MBPD
LIGERO MESOZOICO	150	MBPD

COMO EN EL CASO DE FLUJO NORMAL PUEDE MANEJARSE DOS TIPOS DE CRUDO.

CRUDO A.	100	MBPD
CRUDO B.	50	MBPD

-VACIADO. FLUJO MÍNIMO DEL SISTEMA. SE APLICA UN FLUJO DE 150 MBPD. ES DECIR, 50 MBPD POR CAVIDAD. CONSTITUÍDO POR UNO DE LOS SIGUIENTES TIPOS DE CRUDO.

MAYA	150	MBPD
LIGERO MARINO	150	MBPD
LIGERO MESOZOICO	150	MBPD

DE IGUAL MANERA PUEDEN MANEJARSE DOS TIPOS DE CRUDO.

CRUDO A	100	MBPD
CRUDO B	50	MBPD

#### FLEXIBILIDAD DEL SISTEMA.

-EL SISTEMA DE CAVIDADES SERÁ DISEÑADO PARA ALMACENAR DE FORMA INDEPENDIENTE DIFERENTES TIPOS DE CRUDO (MAYA, LIGERO MARINO Y MESOZOICO).

-LAS INSTALACIONES SUPERFICIALES SE DISEÑARÁN PARA QUE SEA POSIBLE UTILIZAR CUALQUIER TIPO DE CRUDO EN LAS CAVERNAS.

-LA DISTRIBUCIÓN DE LAS CAVIDADES ES LA SIGUIENTE,

GRUPO I	3 CAVIDADES	Pozos 334, 332, 340	(NO TERMINADAS)
GRUPO II	3 CAVIDADES	Pozos 306, 316, 318	(NO TERMINADAS)
GRUPO III	3 CAVIDADES	Pozos 312, 314, 332	( TERMINADAS )
GRUPO IV	3 CAVIDADES	Pozos 302, 311, 331	(NO TERMINADAS)

EN EL SISTEMA DE CAVIDADES LISTAS PARA LA FASE EXPLOTACIÓN (GRUPO III), SE PODRÁ DISPONER DE UN TIPO O DOS TIPOS DE CRUDO, DEPENDIENDO DE LAS NECESIDADES DE HIDROCARBUROS.

-DEBERÁ EVITARSE LA MEZCLA DE CRUDOS EN LAS CAVIDADES. ASÍ COMO EN LAS TUBERÍAS QUE SIRVEN DE ALIMENTACIÓN Y DESALOJO A LAS CAVERNAS.

-LAS CAVIDADES DEBERÁN SER LLENADAS Y VACIADAS EN FORMA TOTAL PARA MANTENER UN CONTROL EN LA CONFIGURACIÓN Y ESTRUCTURA MECÁNICA DE LAS MISMAS.

-EN CASO DE QUE POR REQUERIMIENTOS DE ALMACENAMIENTO LAS CAVERNAS NO SE LLENEN TOTALMENTE, SE TENDRÁ UN SISTEMA DE INTERCAMBIO DE CRUDO ENTRE ELLAS.

-EL SISTEMA DE CAVIDADES (SUBTERRANEO) NO SE VERÁ AFECTADO POR FALLAS EN SERVICIOS AUXILIARES Y ENERGÍA ELÉCTRICA.

-EL SISTEMA SUPERFICIAL DE LLENADO Y VACIADO DE CRUDO, PODRÁ OPERAR A FALLA DE AIRE DE INSTRUMENTOS, PERO NO A FALLA DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

-SE CONTARÁ CON UN GENERADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE EMERGENCIA PARA REALIZAR UN PARO ORDENADO Y ESTABILIZAR EL SISTEMA.

-LAS CAVIDADES CONTARÁN CON UN SISTEMA CONTROLADOR DE PRESIÓN QUE PERMITA PROTEGER LA ZAPATA CEMENTADA DE 18" (PARTE MÁS DÉBIL DE LA CAVERNA).

-PARA PREVENIR LA CORROSIÓN DEL SALINODUCTO DE 36" (DE LAS CAVIDADES A LA PRESA DE SALMUERA), SE TENDRÁ UN CONTROL DE PRESIÓN PARA MANTENER SIEMPRE LLENA Y A PRESIÓN SUFICIENTE ESTA TUBERÍA.

-LAS CAVERNAS DEBERÁN LLENARSE O VACIARSE A UN FLUJO QUE NO EXCEDA LA PRESIÓN-LÍMITE DE LA ZAPATA DE 18".

- EN EL CASO DE QUE EL CRUDO PERMANEZCA ALMACENADO POR UN PERIODO LARGO DE TIEMPO, EXISTE LA POSIBILIDAD DE QUE SE EFECTÚEN EXPANSIONES TÉRMICAS POR EL INTERCAMBIO DE CALOR ENTRE EL DOMO SALINO Y EL HIDROCARBURO, POR LO QUE LAS CAVIDADES CONTARÁN CON UN SISTEMA DE PROTECCIÓN QUE PERMITA LLEVAR A CABO UNA PURGA DE SALMUERA PARA MANTENER EN BUENAS CONDICIONES LA ESTRUCTURA DE LA CAVIDAD.

### **AMPLIACIONES AL SISTEMA**

EN TUZANDÉPETL, SE CUENTA EN LA ACTUALIDAD CON UN TOTAL DE TRES CAVIDADES TERMINADAS DE LAS DOCE PLANEADAS, EN UN FUTURO PRÓXIMO SE PROYECTA LA INCORPORACIÓN DE LAS NUEVE CAVIDADES RESTANTES PARA DAR EL SISTEMA TERMINAL, POR LO QUE ES NECESARIO TOMAR EN CUENTA ESTA EXPANSIÓN PARA HACER EL DISEÑO DEL SISTEMA TERMINAL.

LA CONCATENACIÓN DE LOS DATOS DEL SISTEMA ACTUAL Y TERMINAL, DAN LA PAUTA A SEGUIR PARA DEFINIR UNA CAPACIDAD DE DISEÑO TERMINAL.

A CONTINUACIÓN SE DAN LOS SIGUIENTES VALORES PARA EL SISTEMA TERMINAL.

#### **CAPACIDAD DE DISEÑO**

##### **I.- CAPACIDAD TOTAL DE ALMACENAMIENTO DE HIDROCARBUROS.**

INICIAL - 10 MMBBL

FINAL - 20 MMBBL

##### **II.- CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE SALMUERA.**

INICIAL - 10 MMBBL

FINAL - 20 MMBBL

ESTE SISTEMA CONTARÁ CON UN POTENCIAL DE ALMACENAMIENTO DE 6.67 DÍAS AL INICIO Y 13.34 DÍAS AL FINAL DE LA CUOTA DE EXPORTACIÓN ACTUAL DE CRUDO.

### **MANEJO DE HIDROCARBUROS**

-LLENADO, FLUJO MÁXIMO AL SISTEMA, SE CONTEMPLA UN FLUJO DE 1.2 MMBPD, ES DECIR, 100 MBPD POR CAVIDAD, CONSTITUIDO POR DOS DE LOS SIGUIENTES TIPOS DE CRUDO.

MAYA	600	MBPD
LIGERO MARINO	600	MBPD
LIGERO MESOZOICO	600	MBPD

-VACIADO, FLUJO MÁXIMO DEL SISTEMA. SE ESTIMA UN FLUJO DE 1.2 MMBPD. ES DECIR, 100 MBPD POR CAVIDAD, CONSTITUÍDO POR DOS DE LOS SIGUIENTES TIPOS DE CRUDO,

MAYA	600	MBPD
LIGERO MARINO	600	MBPD
LIGERO MESOZOICO	600	MBPD

-LLENADO, FLUJO MÍNIMO AL SISTEMA. SE ESTABLECE UN FLUJO DE 600 MBPD. ES DECIR, 50 MBPD POR CAVIDAD, CONSTITUÍDO POR DOS DE LOS SIGUIENTES TIPOS DE CRUDO,

MAYA	300	MBPD
LIGERO MARINO	300	MBPD
LIGERO MESOZOICO	300	MBPD

-VACIADO, FLUJO MÍNIMO DEL SISTEMA. SE FIJA UN FLUJO DE 600 MBPD. ES DECIR, -- 50 MBPD POR CAVIDAD, CONSTITUÍDO POR DOS DE LOS SIGUIENTES TIPOS DE CRUDO,

MAYA	300	MBPD
LIGERO MARINO	300	MBPD
LIGERO MESOZOICO	300	MBPD

PARA EL CASO DE FLUJO NORMAL HACIA Y DESDE EL SISTEMA, ESTE QUEDARÁ EN FUNCIÓN DE LAS NECESIDADES DE CRUDO, EL FLUJO ESTARÁ ENTRE LOS LÍMITES MÁXIMO E INFERIOR.

ESPECIFICACIONES DE LOS CRUDOS A MANEJAR.

COMPOSICION % MOL	CRUDO MAYA	CRUDO MESOZOICO	CRUDO LIGERO MARTINO
AGUA	-	-	-
ACIDO SULFÚDRICO	0.072	0.023	0.055
BIÓXIDO DE CARBONO	0.030	0.026	0.025
METANO	0.081	0.154	0.061
ETANO	0.395	0.429	0.386
PROPANO	1.396	0.142	1.528
I-BUTANO	0.541	0.517	0.694
N-BUTANO	2.358	2.367	2.637
PENTANO	3.086	3.650	4.385
HEXANOS (+)	92.041	92.330	90.229
PESO MOLECULAR PROMEDIO	293.200	202.300	243.500
DENSIDAD RELATIVA 15.6/15/6	0.918	0.840	0.883
VISCOSIDAD CP	67.500	5.900	10.800
DENSIDAD API	22.000	37.000	29.000

ESPECIFICACIONES DE LA SALMUERA A MANEJAR.

SALINIDAD	250.000 PPM
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	1% VOLUMEN
DENSIDAD	1.164 G/CM <sup>3</sup>
VISCOSIDAD	1.680 CP

CONDICIONES DE ALIMENTACIÓN EN LOS LÍMITES DEL SISTEMA.

ALIMENTACION	ORIGEN	ESTADO FÍSICO	PRESION Kg/cm <sup>2</sup> (MAN) MAX/NORM/MIN	TEMPERATURA °C MAX/NORM/MIN	FORMA DE RECIBO
CRUDO MAYA	ESTACIÓN PALOMAS	LÍQUIDO	18/15/12	37/ 35 /25	TUBERÍA
CRUDO LIGERO MARINO	ESTACIÓN PALOMAS	LÍQUIDO	18/15/12	37/ 35 /25	TUBERÍA
CRUDO MESOZOICO	ESTACIÓN PALOMAS	LÍQUIDO	18/15/12	37/ 35 /25	TUBERÍA

CONDICIONES DE ENTREGA EN LÍMITES DEL SISTEMA.

PRODUCTO	DESTINO	ESTADO FÍSICO	PRESION Kg/cm <sup>2</sup> (MAN) MAX/NORM/MIN	TEMPERATURA °C MAX/NORM/MIN	FORMA DE ENTREGA
CRUDO MAYA	ESTACIÓN PALOMAS	LÍQUIDO	18/15/12	37/ 35 /25	TUBERÍA
CRUDO LIGERO MARINO	ESTACIÓN PALOMAS	LÍQUIDO	18/15/12	37/ 35 /25	TUBERÍA
CRUDO MESOZOICO	ESTACIÓN PALOMAS	LÍQUIDO	18/15/12	37/ 35 / 25	TUBERÍA

CONDICIONES DE LA SALMUERA DE DESECHO (QUE CORRESPONDE AL VOLUMEN ORIGINADO -- POR LA DIFERENCIA ENTRE PRECIPITACIÓN PLUVIAL Y EVAPORACIÓN QUE PUEDAN AFECTAR EL FUNCIONAMIENTO DE LAS PRESAS, SALINIDAD O DESBORDAMIENTO POR EXCESO DE VOLUMEN).

PRODUCTO	DESTINO	ESTADO FISICO	PRESION Kg/cm <sup>2</sup> (MAN) MAX/NORM/MIN	TEMPERATURA °C MAX/NORM/MIN	FORMA DE ENTREGA
SALMUERA	GOLFO DE MÉXICO.	LÍQUIDO	7.5/6.5/6.5	38/25/14	TUBERÍA

## SERVICIOS AUXILIARES

AGUA PARA SERVICIOS Y USOS SANITARIOS.

FUENTE DE SUMINISTRO : RED MUNICIPAL

DISPONIBILIDAD: 5 M<sup>3</sup> POR DÍA.

TEMPERATURA EN LÍMITES

DE BATERÍA : AMBIENTE

AGUA POTABLE.

FUENTE DE SUMINISTRO : GARRAFONES.

DISPONIBILIDAD : LA REQUERIDA.

AGUA CONTRA INCENDIO.

PRESIÓN DEL SISTEMA : 10 KG/CM<sup>2</sup>

FUENTE DE SUMINISTRO : FOSA DE ALMACENAMIENTO PR-104

DISPONIBILIDAD : LA REQUERIDA.

AGUA DE PROCESO.

SE UTILIZARÁ ÚNICAMENTE COMO FLUÍDO DE DESPLAZAMIENTO DE LOS HIDROCARBUROS ALMACENADOS EN LA FASE EXPLOTACIÓN.

NATURALEZA : SALMUERA.

FUENTE DE SUMINISTRO: PRESA DE SALMUERA. (PR-101, PR-102, PR-103)

SALINIDAD: 250.000 A 317.000 PPI

DENSIDAD: 1.154 A 1.198 G/CM<sup>3</sup>

VISCOSIDAD: 1.650 A 1.520 CP

TEMPERATURA: 25°C

AIRE DE LA PLANTA.°

EL AIRE DE LA PLANTA SE GENERARÁ EN EL SISTEMA.

PRESIÓN DEL SISTEMA: 8.4 KG/CM<sup>2</sup>



PUNTO DE ROCÍO : -40 °C

IMPUREZAS: NINGUNA, LIBRE DE ACEITE Y PARTÍCULAS SÓLIDAS.

EL AIRE DE LA PLANTA ESTARÁ INTEGRADO A LA RED DE AIRE DE INSTRUMENTOS.

AIRE DE INSTRUMENTOS. \*

PRESIÓN DEL SISTEMA: 8.4 KG/CM<sup>2</sup>

PUNTO DE ROCÍO : - 40 °C

IMPUREZAS: NINGUNA, LIBRE DE ACEITE Y PARTÍCULAS SÓLIDAS.

\* LA CAPACIDAD PARA AIRE DE LA PLANTA Y DE INSTRUMENTOS. SE DETERMINARÁN EN LA INGENIERÍA DE DETALLE DE ESTE PROCESO. TENTATIVAMENTE SE PROPONE UNA CAPACIDAD DE 300 FTCSM. CON BASE EN UNA RECOMENDACIÓN DE DISEÑO PARA PLANTAS CON NECESIDADES DE AIRE SIMILARES (PEMEX, MANUAL DE OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE REBOMBEO, CÁRDENAS TABASCO).

AGENTES QUÍMICOS.

BISULFITO DE AMONIO

OBJETIVO: SEQUESTRADOR DE OXÍGENO.

DOSIFICACIÓN: 10 PPM POR 1 PPM DE OXÍGENO.

PUNTOS DE INYECCIÓN: SUCCIÓN DE LAS BOMBAS DE PROCESO Y DE DISPOSICIÓN DE SALMUERA AL GOLFO DE MÉXICO.

CARACTERÍSTICAS: SOLUCIÓN COMERCIAL BISULFITO DE AMONIO.

COMBUSTIBLE

LÍQUIDO

FUENTE DE SUMINISTRO

MINATITLÁN

NATURALEZA:

DIESEL

ESPECIFICACIONES:

TEMPERATURA DE INFLAMACIÓN	77°C
PESO ESPECÍFICO 20/4°C	0.852
VISCOSIDAD 37.8°C	3.600 CP
AZUFRE TOTAL	0.100 % PESO
PODER CALORÍFICO NETO	10 680 Kcal/Kg.

ALIMENTACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

FUENTES DE SUMINISTRO: C.F.E. (COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD).

TENSIÓN: 115.000 VOLTS (FUENTE DE SUMINISTRO 1)

TENSIÓN: 34.500 VOLTS (FUENTE DE SUMINISTRO 2)

FRECUENCIA: 60 HZ

AISLAMIENTO DEL CONDUCTOR: DESNUDO

ACOMETIDA: AÉREA.

ALIMENTACIÓN DE ENERGÍA DE EMERGENCIA

FUENTE DE SUMINISTRO: GENERADOR A DIESEL

TENSIÓN: 480 VOLTS

NÚMERO DE FASES: TRES

FRECUENCIA: 60 Hz

NÚMERO DE CONDUCTORES: TRES

TELÉFONOS:

CRITERIO DE COMUNICACIONES EXTERNA E INTERNA: SEGUIRAN LAS NORMAS INTERNAS DE PEMEX.

TELEFAX:

UNA VEZ QUE SE TENGAN INSTALADOS LOS SISTEMAS DE COMUNICACIÓN POR TELÉFONO EN TONCES SE IMPLEMENTARÁ EL SISTEMA DE FAX.

CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS

TEMPERATURA	°C
MÁXIMA EXTREMA	42.0
MÍNIMA EXTREMA	11.8
MÁXIMA PROMEDIO	38.6
MÍNIMA PROMEDIO	13.8

PROMEDIO 25,5

PROMEDIO DEL MES MÁS

CALIENTE 30,7

PROMEDIO DEL MES MÁS FRÍO 10,0

DE BULBO HÚMEDO PROMEDIO 27,8

PRECIPITACIÓN PLUVIAL.

HORARIA MÁXIMA 80,0 MM

MÁXIMA EN 24 HORAS 279,4 MM

ANUAL MEDIA 2900,0 MM

ESTADÍSTICAS DE TORMENTAS ELÉCTRICAS

ENERO	0	FEBRERO	0	MARZO	0	ABRIL	0
-------	---	---------	---	-------	---	-------	---

MAYO	1	JUNIO	2	JULIO	2	AGOSTO	2
------	---	-------	---	-------	---	--------	---

SEPTIEMBRE	2	OCTUBRE	0	NOVIEMBRE	0	DICIEMBRE	0
------------	---	---------	---	-----------	---	-----------	---

VIENTO.

DIRECCIÓN DE LOS VIENTOS DOMINANTES

DE NW A SE

DIRECCIÓN DE LOS VIENTOS REINANTES

DE NE A SW

VELOCIDAD MEDIA 10 KM/H  
VELOCIDAD MÁXIMA 200 KM/H

HUMEDAD

MÁXIMA RELATIVA	95 %
MEDIA RELATIVA	75 %
MÍNIMA RELATIVA	50 %

ATMÓSFERA

PRESIÓN ATMOSFÉRICA 760 mm DE Hg

ATMÓSFERA CORROSIVA sí

CONTAMINANTES ACIDO SULFÚDRICO  
CLORURO DE SODIO.

SISTEMAS DE SEGURIDAD.

SISTEMAS CONTRA INCENDIO.

NORMAS O CRITERIOS DE DISEÑO.

RED CONTRA INCENDIO	NFPA Y API-RP-146
BOMBAS CONTRA INCENDIO	NFPA - 20
EQUIPO MÓVIL Y PORTÁTIL	NFPA - 10
HIDRANTES	NFPA - 291
CÁMARAS DE ESPUMA	NFPA - 11

1.- HABRÁ UNA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA SERVICIO CONTRA INCENDIO QUE RO  
DEARÁ TODAS LAS ÁREAS Y DE ESTA RED SE TENDRÁN DERIVACIONES PARA LOS SISTEMAS ES-  
PECÍFICOS DE PROTECCIÓN POR ÁREA.

2.- LA RED DE DISTRIBUCIÓN SERÁ ALIMENTADA POR UN SISTEMA DE BOMBEO QUE CONSIS-  
TIRÁ EN UNA BOMBA DE SERVICIO (DE MOTOR ELÉCTRICO) Y EN CASO DE EMERGENCIA UNA --  
BOMBA ACCIONADA POR MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA.

3.- SE LOCALIZARÁ UN SISTEMA FIJO DE ASPERSIÓN (AGUA-ESPUMA) POR CADA BOMBA DE  
CRUDO.

4.- SE DISTRIBUIRÁN HIDRANTES, EXTINTORES PORTÁTILES Y CARRETES DE MANGUERA PA  
RA COMBATIR PEQUEÑOS INCENDIOS.

PROTECCIÓN DE PERSONAL.

SE TENDRÁ:

EQUIPO DE BOMBEROS.

EQUIPO MÉDICO DE EMERGENCIA.

EQUIPO DE RESPIRACIÓN.

DUCHAS.

ETC.

## ELIMINACION DE DESECHOS

LAS NORMAS QUE SE APLICARÁN SERÁN LAS VIGENTES EDITADAS POR LA S. A. R. H. Y LA S. S.

I) LEGISLACIÓN RELATIVA AL AGUA Y SU CONTAMINACIÓN (S. A. R. H.)

II) PROBLEMAS DE MEJORAMIENTO DEL AMBIENTE (S. S.)

NO DEBERÁN HACERSE CAMBIOS EN LA GEOMETRIA DE CUENCAS QUE PUEDAN HACER CAMBIOS PERMANENTES EN LOS PATRONES DE COMPORTAMIENTO DE LA ISOHALINA DE  $\pm 10\%$  DE LA VARIACIÓN NATURAL.

LOS DESECHOS ÓRGANICOS SE ENVIARÁN A FOSA SÉPTICA

LA SALMUERA DE DESECHOS SERÁ ENVIADA POR UN DUCTO AL GOLFO DE MÉXICO, EN DONDE SERÁ DESCARGADA EN UN PUNTO ADECUADO CON EL FIN DE NO OCASIONAR DAÑOS A LA ECOLOGÍA.

LAS AGUAS ACEITOSAS SERÁN TRATADAS Y PODRÁ RECUPERARSE EL ACEITE MEDIANTE -- UNA FOSA DE SEPARACIÓN AGUA-ACEITE.

## INSTALACIONES PARA ALMACENAMIENTO

SE CONTARÁ CON PRESAS DE ALMACENAMIENTO PARA LA SALMUERA, ESTAS TENDRÁN INFRAESTRUCTURA PARA DESECHAR LOS EXCEDENTES SIN PONER EN PELIGRO LA ECOLOGÍA DEL LUGAR CON DESBORDAMIENTOS.

BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO.

CLASIFICACIÓN DE ÁREAS.

SE EMPLEARÁ EL CÓDIGO API Y LA ESPECIFICACIÓN IMP-N-214

INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO.

DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS:	IMP-N-201
SELECCIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS:	IMP-N-202
SISTEMA GENERAL DE ALUMBRADO:	IMP-N-205
CANALIZACIONES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS:	IMP-N-209
SISTEMAS DE CONEXIÓN A TIERRA:	IMP-N-213
CLASIFICACIÓN DE ÁREAS PELIGROSAS:	IMP-N-214

CARACTERÍSTICAS DE ALIMENTACIÓN A MOTORES.

POTENCIA HP	VOLTS	FASES
MEHORES DE 1	127	1
DE 1 A 200	440	3
DE 201 A 2000	4160	3

POTENCIAL PARA ALUMBRADO.

127 VOLTS	1 FASE.
480 VOLTS	2 FASES.

POTENCIAL PARA INSTRUMENTOS DE CONTROL.

127 VOLTS.	1 FASE.
------------	---------

BASES DE DISEÑO DE TUBERÍAS.

SOPORTES.

TODOS LOS SOPORTES DE TUBERÍA SERÁN A BASE DE MOCHETAS Y APOYOS ESTRUCTURALES.



## DRENAJES.

TIPO DE DRENAJE	RECEPTOR	MATERIAL
ABIERTO (ATMOSFÉRICO)	TANQUE	ACERO AL CARBÓN
PLUVIAL (ATMOSFÉRICO)	CUENCAS NATURALES	CONCRETO.

## BASES DE DISEÑO CIVIL.

-SOLICITACIONES POR VIENTO Y SISMO.

SE USARÁ EL MANUAL DE LA C.F.E., EN VIGOR.

-INFORMACIÓN DEL TIPO DE SUELO.

SE REALIZARÁN ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS.

## BASES DE DISEÑO PARA INSTRUMENTOS.

-TODOS LOS INSTRUMENTOS SERÁN DEL TIPO ANALÓGICO.

-TODA LA INSTRUMENTACIÓN, DEBERÁ TENER UN RECUBRIMIENTO ADECUADO PARA EVITAR -  
LOS EFECTOS CORROSIVOS DE LA ATMÓSFERA.

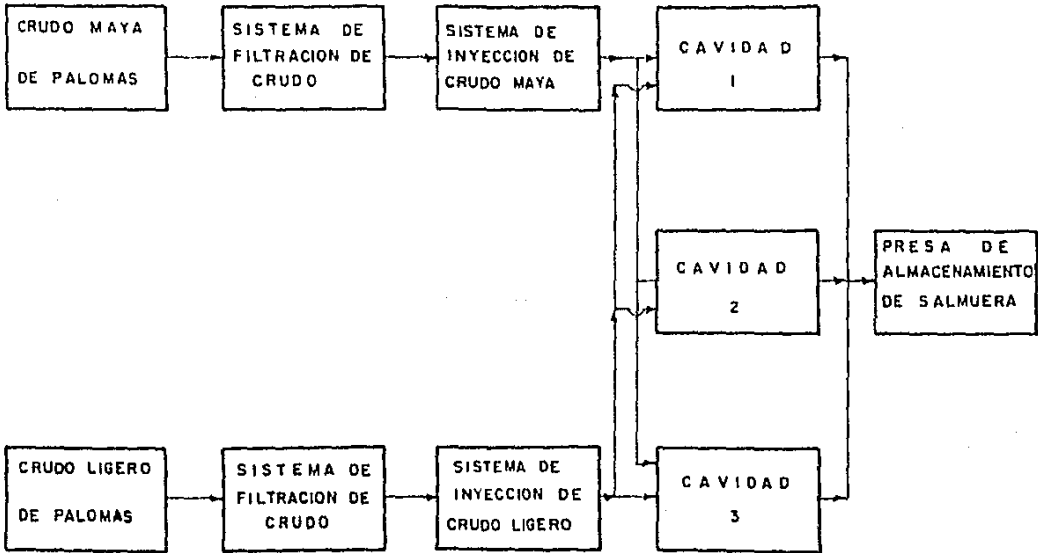
-LAS SEÑALES DE LOS INSTRUMENTOS PARA MEDICIÓN Y/O CONTROL DE LAS VARIABLES --  
QUE AFECTAN AL PROCESO, SE CENTRALIZARÁN EN UN CUARTO DE CONTROL.

## SISTEMA DE PARO.

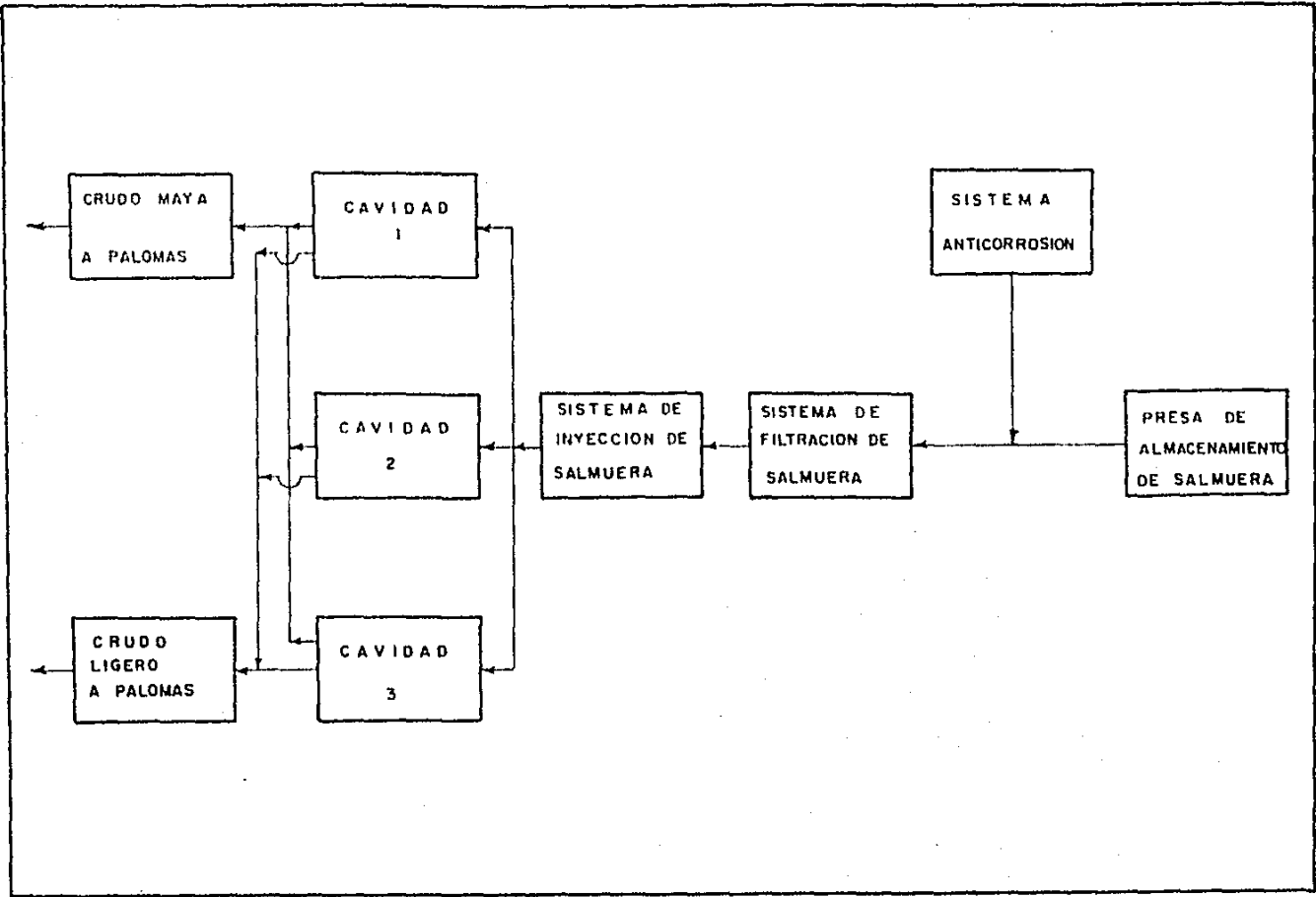
-SE IMPLEMENTARÁ UN SISTEMA ORDENADO DE PARO EN EL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO -  
DE CRUDO EN CAVERNAS MINADAS EN DOMOS SALINOS, EL CUAL ESTARÁ INTEGRADO POR GRU--  
POS DE INSTRUMENTOS (POR CAVIDAD) LOCALIZADOS EN LAS PARTES CRÍTICAS DEL PROCESO;  
PARA ASEGURAR QUE ÉL MISMO SE MANTENGA DENTRO DE LOS NIVELES DE SEGURIDAD ADECUA--  
DOS.

## DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

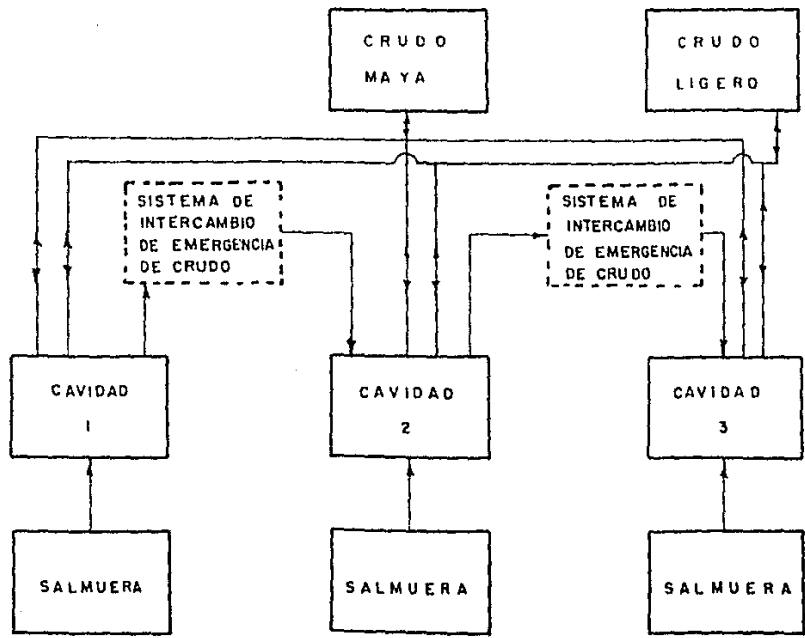
OPERACION DE LLENADO DE CAVIDADES

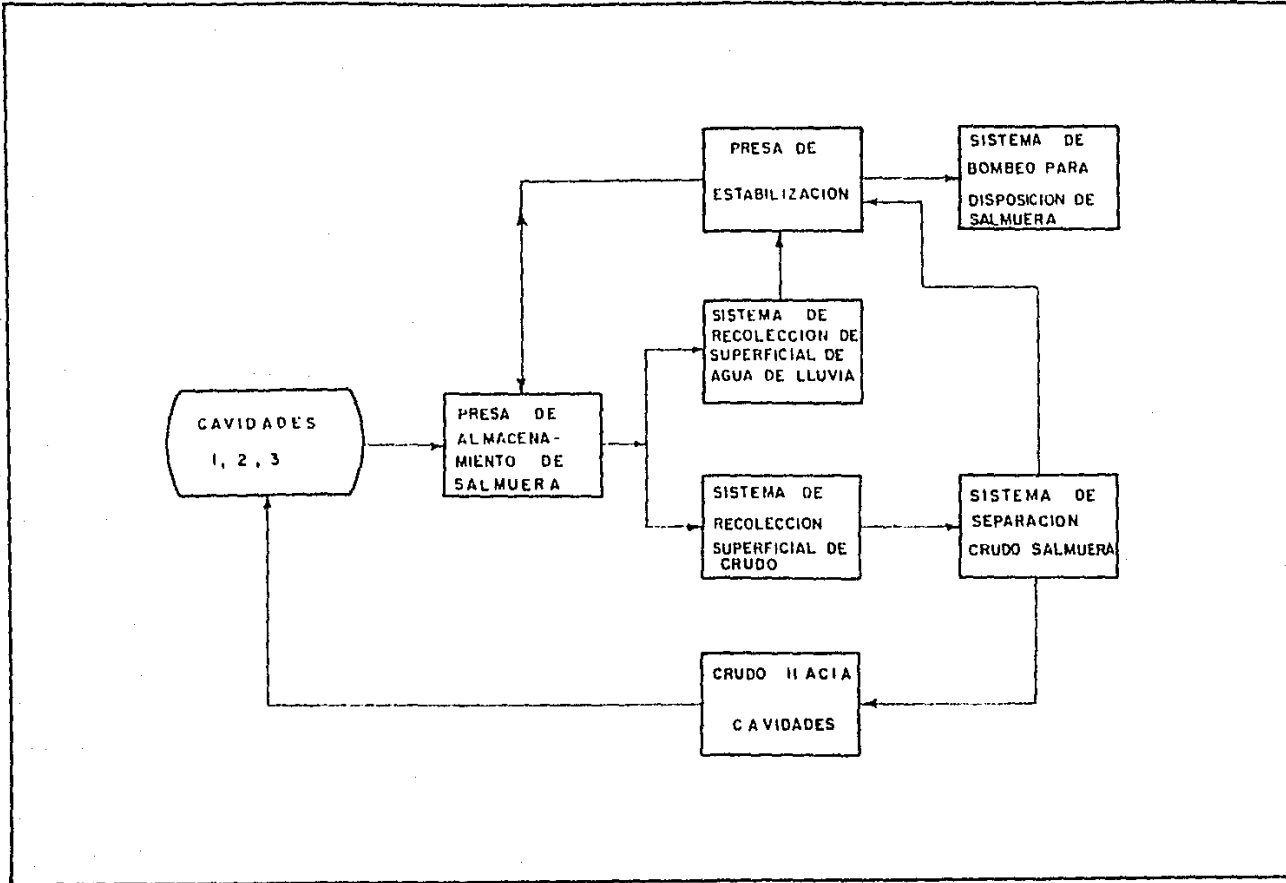


OPERACION DE VACIADO DE CAVIDADES



OPERACION DE TRANSFERENCIA DE CRUDO ENTRE  
CAVIDADES





OPERACIONES EN PRESAS DE SALMUERA







## ANALISIS HIDRAULICO.

EN ESTE DOCUMENTO SE REVISARÁN LOS ASPECTOS MÁS IMPORTANTES DESDE EL PUNTO DE VISTA HIDRÁULICO, PARA REALIZAR LAS OPERACIONES DE LLENADO, VACIADO, INTERCAMBIO DE CRUDO Y SERVICIOS AUXILIARES QUE NECESITA EL PROCESO, ASÍ COMO LA ESPECIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL EQUIPO SUPERFICIAL, DETERMINACIÓN DEL FLUJO MÁXIMO EN LAS CAVIDADES Y ALGUNAS RECOMENDACIONES DE OPERACIÓN.

## CONSIDERACIONES GENERALES.

EL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE CRUDO EN TUZANDÉPETL, SE DISEÑÓ PARA RECIBIR O ENVIAR CRUDO A LA ESTACIÓN DE CONTROL Y MEZCLADO DE CRUDO EN PÁLOMAS, A TRAVÉS DE DOS OLEODUCTOS DE 36" DE DIÁMETRO Y UNA LONGITUD DE 18 KILÓMETROS.

UN OLEODUCTO SE EMPLEA EXCLUSIVAMENTE PARA TRANSPORTAR CRUDO MAYA Y EL DUCTO - RESTANTE TRASLADA ÚNICAMENTE CRUDO LIGERO (MARINO O MESOZOICO).

SE REALIZARÁN TRES OPERACIONES PRINCIPALES.

### I.-OPERACIÓN DE LLENADO.

SE ENVÍA CRUDO MAYA Y/O LIGERO DESDE LA ESTACIÓN PALOMAS. EN TUZANDÉPETL SE ALMACENA EL CRUDO EFECTUANDO CONTROL DE PRESIÓN Y DE FLUJO, UTILIZANDO LAS BOMBAS - BO-201 A/D (MAYA) Y BO-201 E/H (LIGERO), DESPLAZANDO LA SALMUERA QUE SE ENCUENTRA EN LAS CAVIDADES HACIA LAS PRESAS DE ALMACENAMIENTO DE SALMUERA PR-102 Y PR-103.

### II.-OPERACIÓN DE VACIADO.

SE SUCCIONA LA SALMUERA DE LA PRESA PR-102 Y ESTE FLUÍDO SE ENVÍA A LAS CAVIDADES POR MEDIO DE LAS BOMBAS BO-202 A/H. EL CRUDO SE MANDA A LA ESTACIÓN PALOMAS.

### III.-INTERCAMBIO DE CRUDO.

SE SUCCIONA EL CRUDO DE LA CAVIDAD FUENTE POR MEDIO DE LA BOMBA BO-301 A/R. PARA DESPLAZAR ÉL MISMO A LA CAVIDAD RECEPTORA.

## SECCION DE BOMBAS.

SE INDICARÁN LAS CARACTERÍSTICAS, SERVICIO Y NÚMERO DE BOMBAS DE CRUDO Y SALMUERA, QUE SE UTILIZARÁN PARA LAS OPERACIONES DE LLENADO Y VACIADO.

### BOMBAS DE CRUDO.

EL MANEJO DE CRUDO EN TUZANDÉPETL, ES ÉL QUE SE PRESENTA EN LA TABLA 1.

TABLA .1  
MANEJO DE CRUDO TUZANDEPETL.

TIPO DE CRUDO	FLUJO AL SISTEMA, MBPD			FLUJO DEL SISTEMA, MBPD		
	MÁXIMO	NORMAL	MÍNIMO	MÁXIMO	NORMAL	MÍNIMO
MAYA	450	300	150	450	300	150
LIGERO MARINO	450	300	150	450	300	150
LIGERO MESOZOICO	450	300	150	450	300	150

LAS CONDICIONES EXTREMAS PARA ENVIO Y/O RECIBO DE CRUDO EN PALOMAS SON DE 18 A 12 KG/CM<sup>2</sup>.

PARA SATISFACER LAS CONDICIONES DE FLUJO AL SISTEMA, PRESIÓN DE INYECCIÓN Y -- PRESIÓN EN LA ZAPATA DE 18" INFERIOR A SU VALOR MÁXIMO, SE REQUIERE:

TABLA .2  
BOMBAS DE CRUDO EN TUZANDEPETL

TIPO DE CRUDO	NO. DE BOMBAS	CLAVE	CAPACIDAD POR BOMBA MBPD	PRESIÓN DIFEREN-- CIAL. KG/CM <sup>2</sup>
MAYA	4	B0-201 A/D	150	38
LIGEROS	4	B0-201 E/H	150	43

EL SISTEMA DE BOMBEO PODRÁ OPERAR EN FORMA MANUAL O AUTOMÁTICA. PARA LA OPERACIÓN AUTOMÁTICA, LA INSTRUMENTACIÓN DE LAS BOMBAS DEBE CUBRIR LOS ASPECTOS DE PROTECCIÓN AL PROCESO (INTERRUPTORES, ALARMAS DE ALTA Y BAJA PRESIÓN DE DESCARGA Y - SUCCIÓN) Y AL EQUIPO (FALLA DE ACEITE LUBRICANTE, TEMPERATURA MOTOR/BOMBA, RECIRCULACIÓN POR FLUJO MÍNIMO, ETC.)

## BOMBAS DE SALMUERA.

CONSIDERANDO EL FLUJO AL SISTEMA (PRESENTADO EN LA TABLA ,1), PRESIÓN DE INYECCIÓN Y PRESIÓN EN LA ZAPATA DE 18" INFERIOR A SU VALOR MÁXIMO, SE REQUIERE:

SERVICIO	No. DE BOMBAS	CLAVE	CAPACIDAD POR BOMBA MBPD	PRESIÓN DIFERENCIAL KG/cm <sup>2</sup>
BOMBAS DE INYECCIÓN DE SALMUERA.	4	BO-202 A/D	150	10

QUE OPERARÁN AL INICIO DEL VACIADO DE LAS CAVIDADES.

BOMBAS DE INYECCIÓN DE SALMUERA.	4	BO-202 E/H	150	15
----------------------------------	---	------------	-----	----

## ARREGLO DE BOMBAS.

### BOMBAS DE CRUDO.

ESTAS OPERARÁN CON UN ARREGLO EN PARALELO, YA QUE EL OBJETIVO ES QUE EL SISTEMA TENGA UN FLUJO DE 450 MBPD A LA PRESIÓN NECESARIA PARA EFECTUAR LOS MOVIMIENTOS EN LAS CAVIDADES.

### BOMBAS DE SALMUERA.

ESTAS PODRÁN OPERAR EN ARREGLOS EN PARALELO Y SERIE, YA QUE EN LA PRIMERA ETAPA DE VACIADO LA PRESIÓN REQUERIDA ES PEQUEÑA CON RESPECTO A LA NECESARIA EN LA PARTE FINAL DE LA OPERACIÓN. DE TAL SUERTE QUE SE MANEJA UN ARREGLO EN PARALELO PROPORCIONANDO EL CAUDAL NECESARIO A UNA PRESIÓN PARA REALIZAR LOS MOVIMIENTOS EN CAVIDADES. SE IMPLEMENTARÁ UN SISTEMA QUE INCREMENTE LA PRESIÓN Y AL MISMO TIEMPO CONSERVE EL FLUJO, ESTE SISTEMA ES UN ARREGLO EN SERIE CON EL EQUIPO DE BAJA PRESIÓN Y AL MISMO TIEMPO EN PARALELO CON EL DE ALTA PRESIÓN PARA CONSERVAR EL CAUDAL.

ESTA MANIOBRA ES POSIBLE DEBIDO A QUE EL RANGO DE PRESTIONES QUE SE MANEJA ES AMPLIO.

## SECCION DE CAVIDADES.

PARA ALMACENAR 2,5 MMBBL, SE NECESITAN 3 CAVIDADES CON UNA CAPACIDAD DE 833 -- MMBBL. ESTAS CAVIDADES FORMAN EL GRUPO III (EN EL SISTEMA TERMINAL SE TENDRÁ CAPACIDAD PARA ALMACENAR 10 MMBBL, POR LO QUE HARÁN FALTA 9 CAVIDADES CON LA MISMA CAPACIDAD QUE LAS DEL SISTEMA ACTUAL).

EL CRUDO SE ENVÍA POR UN CABEZAL COMÚN AL GRUPO DE LAS CAVIDADES, DONDE SE DISTRIBUYE PARA SER INYECTADOS A CADA UNA DE ELLAS. YA EN LA CAVIDAD EL CRUDO SE INTRODUCE CONTROLANDO EL FLUJO POR LA TUBERÍA DE 18" (ZAPATA CEMENTADA) Y SE DESPLAZA LA SALMUERA EN LA CAVIDAD POR UNA TUBERÍA DE 1 1/4" HACIA LA PRESA PR-102.

EN LA LÍNEA DE CRUDO PARA CADA CAVIDAD, SE CONTARÁ CON UNA VÁLVULA DE CONTROL DE FLUJO QUE OPERARÁ DURANTE EL LLENADO Y VACIADO. DE IGUAL MANERA SE CONTARÁ CON UNA VÁLVULA DE CONTROL DE CARACTERÍSTICAS SIMILARES A LA ANTERIOR. PARA LA LÍNEA DE SALMUERA EN CADA CAVIDAD.

SE DISPONDRÁ DE INSTRUMENTACIÓN ADECUADA PARA PROTEGER LA ZAPATA CEMENTADA DE 18", PARA QUE NO REBASE SU VALOR MÁXIMO DE PRESIÓN POR ALGÚN EVENTO ANORMAL Y EN CASO DE SER NECESARIO AISLAR LA CAVIDAD EN FORMA AUTOMÁTICA.

LA PRESIÓN MÁXIMA EN LA ZAPATA CEMENTADA DE 18". SE OBTIENE A PARTIR DE LA PROFUNDIDAD DE LA MISMA MULTIPLICADA POR EL PROMEDIO DE DENSIDADES DEL DOMO SALINO.

$$P_{\text{MÁX}} = H \cdot 1.77 \frac{\text{G}}{\text{CM}^3} \cdot H(\text{M}) \cdot \frac{\text{KG}}{1000 \text{ G}} \cdot \frac{100 \text{ CM}^3}{\text{M}} = 0.177 \cdot H(\text{M}) = \text{KG}/\text{CM}^2.$$

LA PRESIÓN DE RUPTURA DE LA ZAPATA ES 20% MAYOR QUE LA PRESIÓN MÁXIMA DE LA MISMA. (5)

$$P_{\text{RUPTURA}} = 1.2 \cdot P_{\text{MÁX}}$$

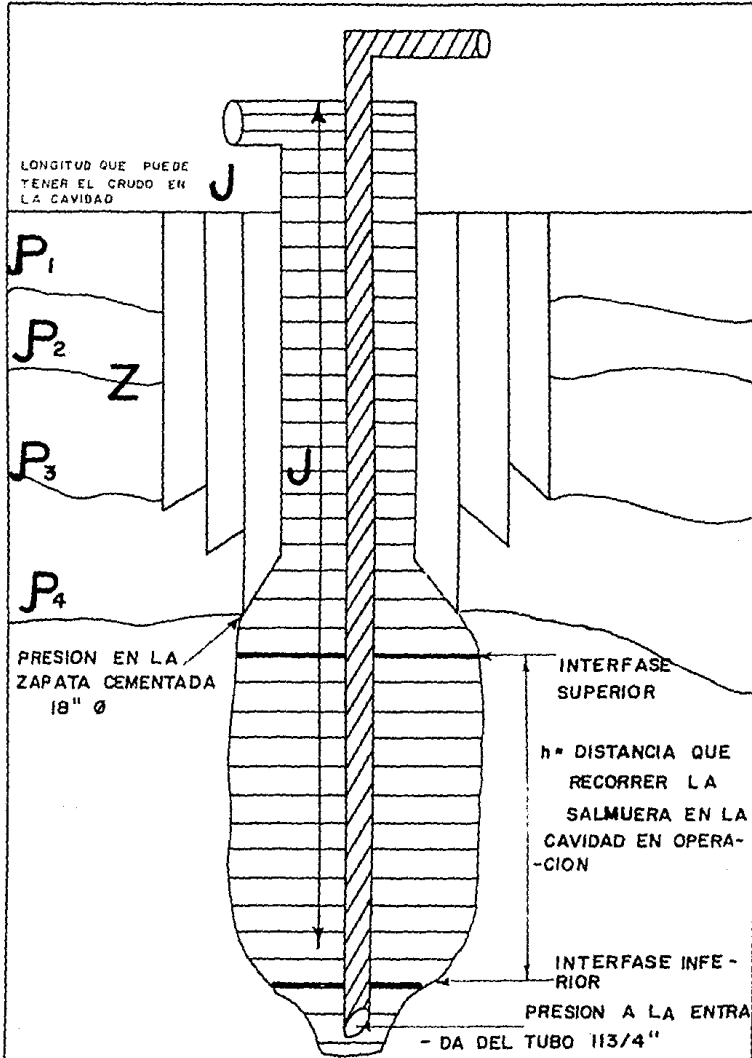
NIVEL DE INTERFASE SUPERIOR.

SE UBICA 50 METROS ABAJO DE LA ZAPATA CEMENTADA DE 18", SU FINALIDAD ES EVITAR LA DISOLUCIÓN DEL TECHO DE LA CAVIDAD. EN ESTE NIVEL SE CONSIDERA LA CAVIDAD COMO VACÍA.

NIVEL DE INTERFASE INFERIOR.

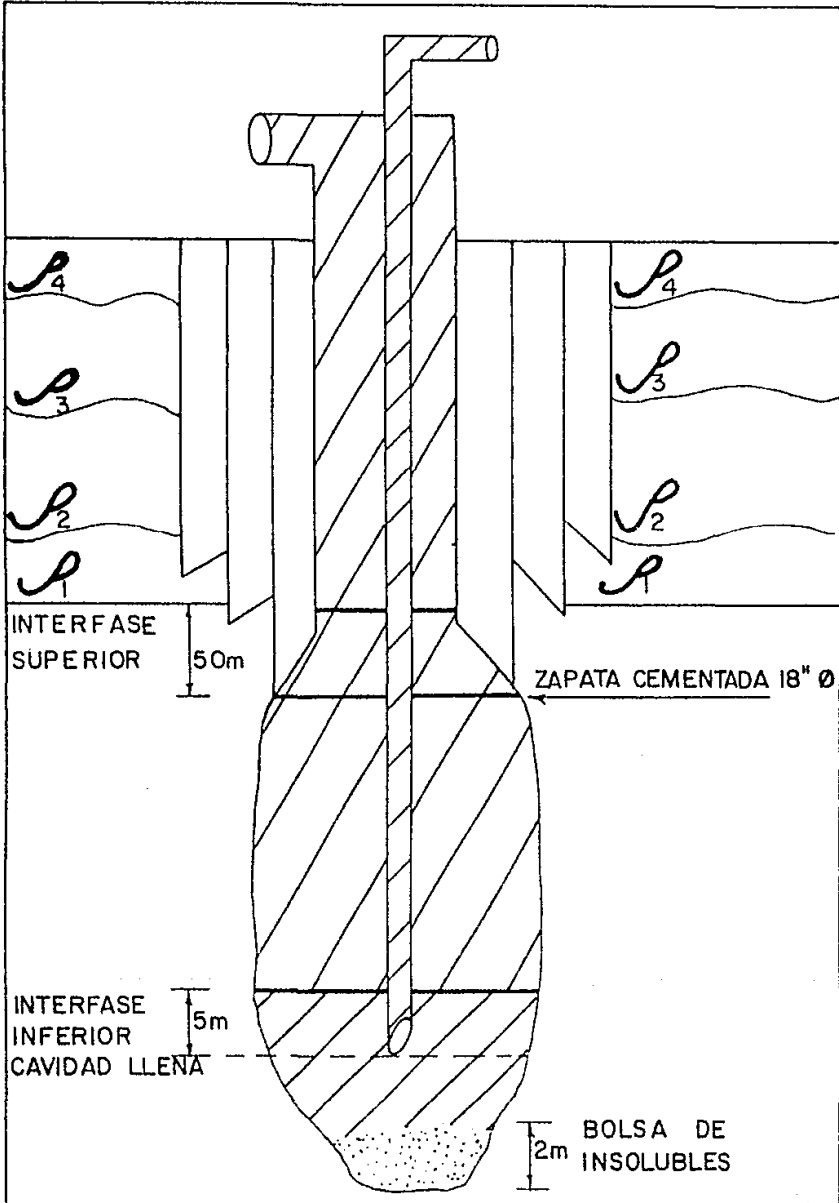
SE LOCALIZA 5 METROS ARRIBA DE LA TUBERÍA DE 11 3/4" EN SU PARTE FINAL, SU OBJETIVO ES EL DE EVITAR LA PRESENCIA DE INTERFASE HIDROCARBURO-SALMUERA EN LAS PRESAS DE ALMACENAMIENTO DE SALMUERA.

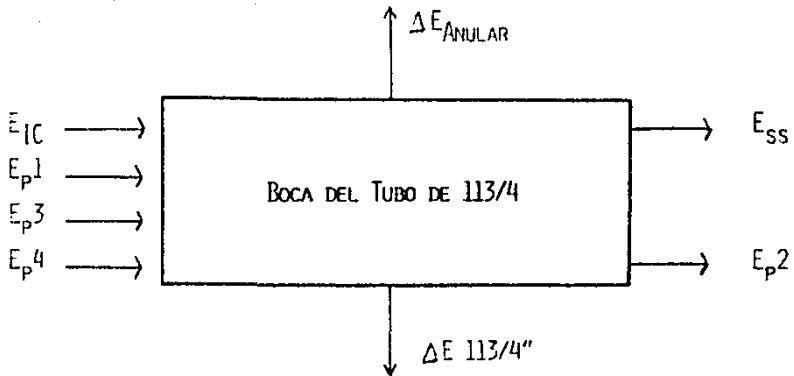
ESQUEMA ILUSTRATIVO DE CAVIDAD





ESQUEMA ILUSTRATIVO DE CAVIDAD





NIVEL DE REFERENCIA: BOCA DEL TUBO DE 1 1/4",

$E_{IC}$  = ENERGÍA PARA LA INYECCIÓN DE CRUDO.

$E_{SS}$  = ENERGÍA DE SALIDA DE SALMUERA.

$\Delta E$  = PÉRDIDAS DE ENERGÍA POR FRICCIÓN.

$E_{p1}$  = ENERGÍA POTENCIAL DEBIDA AL CRUDO (DESDE LA CABEZA DEL POZO HASTA LA ZAPATA DE 18").

$E_{p2}$  = ENERGÍA POTENCIAL DEBIDA A LA SALMUERA (A LO LARGO DEL TUBO DE 1 1/4").

$E_{p3}$  = ENERGÍA POTENCIAL DEBIDA AL CRUDO (DESDE LA ZAPATA DE 18" HASTA LA INTERFASE CRUDO-SALMUERA).

$E_{p4}$  = ENERGÍA POTENCIAL DEBIDA A LA SALMUERA (DESDE LA INTERFASE CRUDO-SALMUERA HASTA EL NIVEL DE REFERENCIA).

#### BALANCE DE LA ENERGÍA.

$$E_{IC} + E_{p1} + E_{p3} + E_{p4} = E_{p2} + E_{SS} + \Delta E_{ANULAR} + \Delta E_{1 1/4''}$$

PARA ESTE CASO RESULTA CONVENIENTE REALIZAR UN CAMBIO DE UNIDADES, DE ENERGÍA A PRESIÓN, POR LA FÁCILIDAD DE MANEJAR ESTAS ÚLTIMAS.

$$E(\text{ENERGÍA}) = \frac{\text{KG M}}{\text{KG M}}$$

$$E_P = L \cdot \frac{G}{G_C} = \frac{(M/S^2)}{\left[ \frac{\text{KG}(M)}{\text{KG S}^2} \right]} = \frac{\text{KG M}}{\text{KG}(M)}$$

$$P(\text{PRESIÓN}) = E \cdot \rho(\text{DENSIDAD})$$

$$P = E' = \frac{\text{KG M}}{\text{KG}(M)} \cdot \frac{\text{KG}(M)}{M^3} = \frac{\text{KG}}{M^2}$$

EN ESTE CASO LAS VARIABLES QUEDAN:

$$E_{IC} = P_{IC} = \text{KG}/\text{CM}^2$$

$$E_{SS} = P_{SS} = \text{KG}/\text{CM}^2$$

$$\Delta E = \Delta P = \text{KG}/\text{CM}^2$$

$$E'_{p1} = E'_{p1} = H \cdot \rho_{\text{CRUDO}}/10 = \text{KG}/\text{CM}^2$$

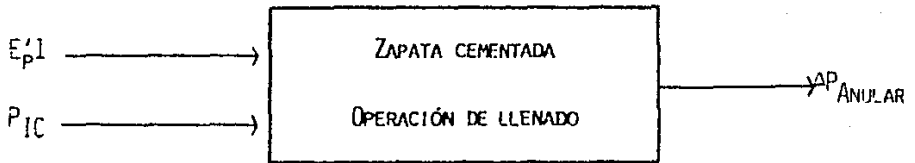
$$E'_{p2} = E'_{p2} = L \cdot \rho_{\text{SALMUERA}}/10 = \text{KG}/\text{CM}^2$$

$$E'_{p3} = E'_{p3} = L_3 \cdot \rho_{\text{CRUDO}}/10 = \text{KG}/\text{CM}^2$$

$$E'_{p4} = E'_{p4} = L_4 \cdot \rho_{\text{SALMUERA}}/10 = \text{KG}/\text{CM}^2$$

REORDENANDO EL BALANCE.

$$P_{IC} = E'_{p2} + P_{SS} + \Delta P_{11 \ 3/4"} + \Delta P_{\text{ANULAR}} - (E'_{p1} + E'_{p3} + E'_{p4})$$



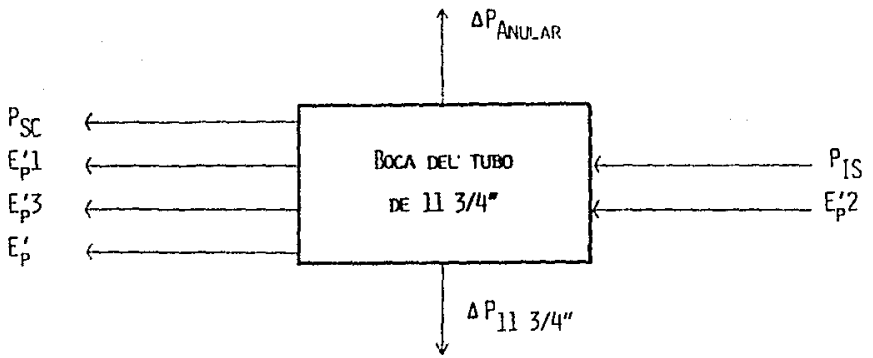
$P_2$  (PRESIÓN EN LA ZAPATA DE 18"),

$$P_2 = P_{IC} + E'_{p1} - P_{\text{ANULAR}}$$



$P_I$  (PRESIÓN DE INTERFASE)

$$P_I = P_{IC} + E'_3 + E'_1 - \Delta P_{ANULAR}$$



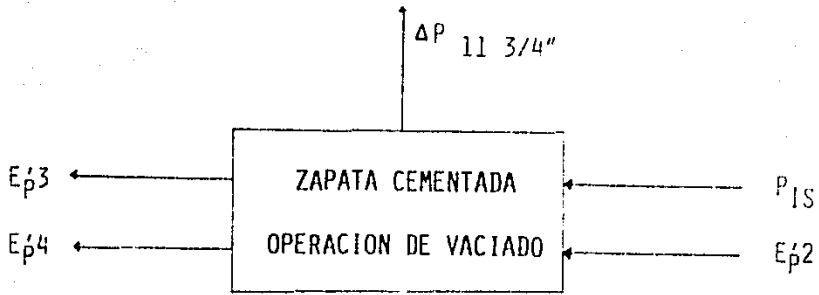
$P_{IS}$  (PRESIÓN DE INYECCIÓN DE SALMUERA)

$P_{SC}$  (PRESIÓN DE SALIDA DE CRUDO)

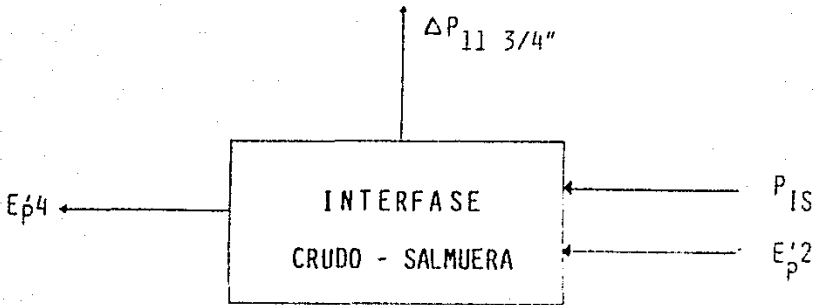
$P_p$  (PRESIÓN EN PALOMAS)

$$P_{IS} = P_{SC} + \Delta P_{ANULAR} + \Delta P_{1\ 1/4''} + E'_1 + E'_3 - E'_4 - E'_2$$

$$P_{SC} = P_p + \Delta P_{TUBERÍA\ 36''}$$

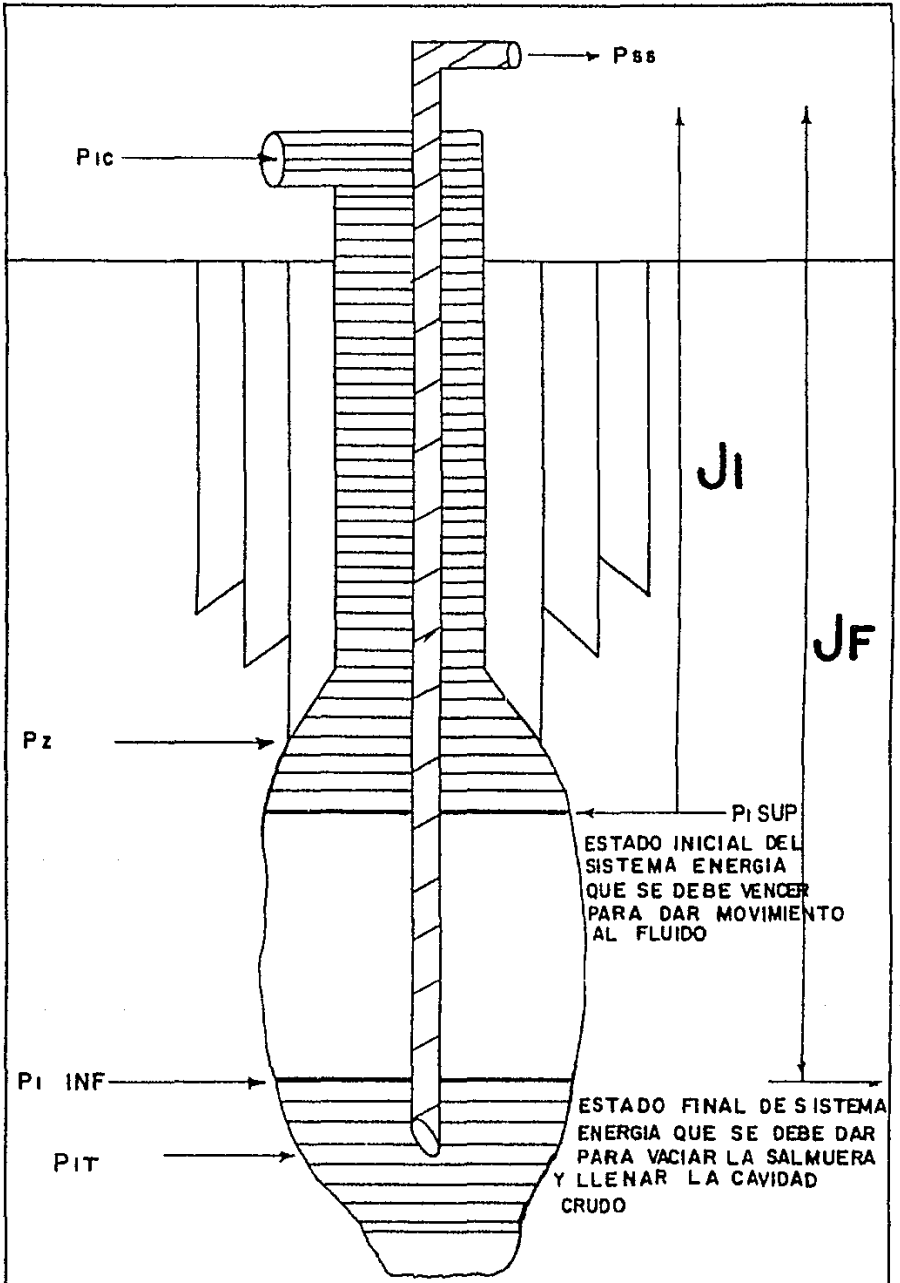


$$P_2 = P_{1S} + E'p2 - ( E'p3 + E'p4 + \Delta P_{11 \ 3/4''} )$$

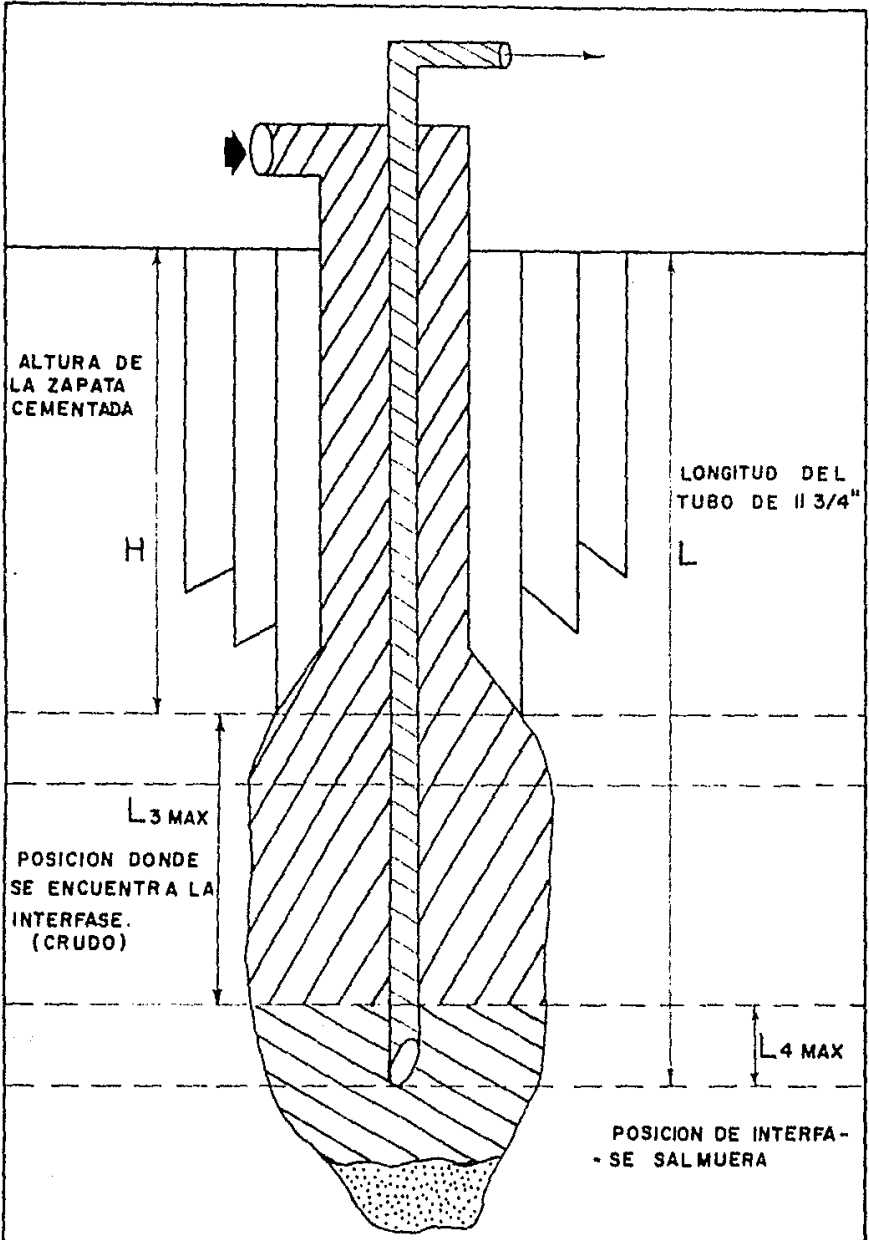


$$P_1 = P_{1S} + E'p2 - ( E'p4 + \Delta P_{11 \ 3/4''} )$$

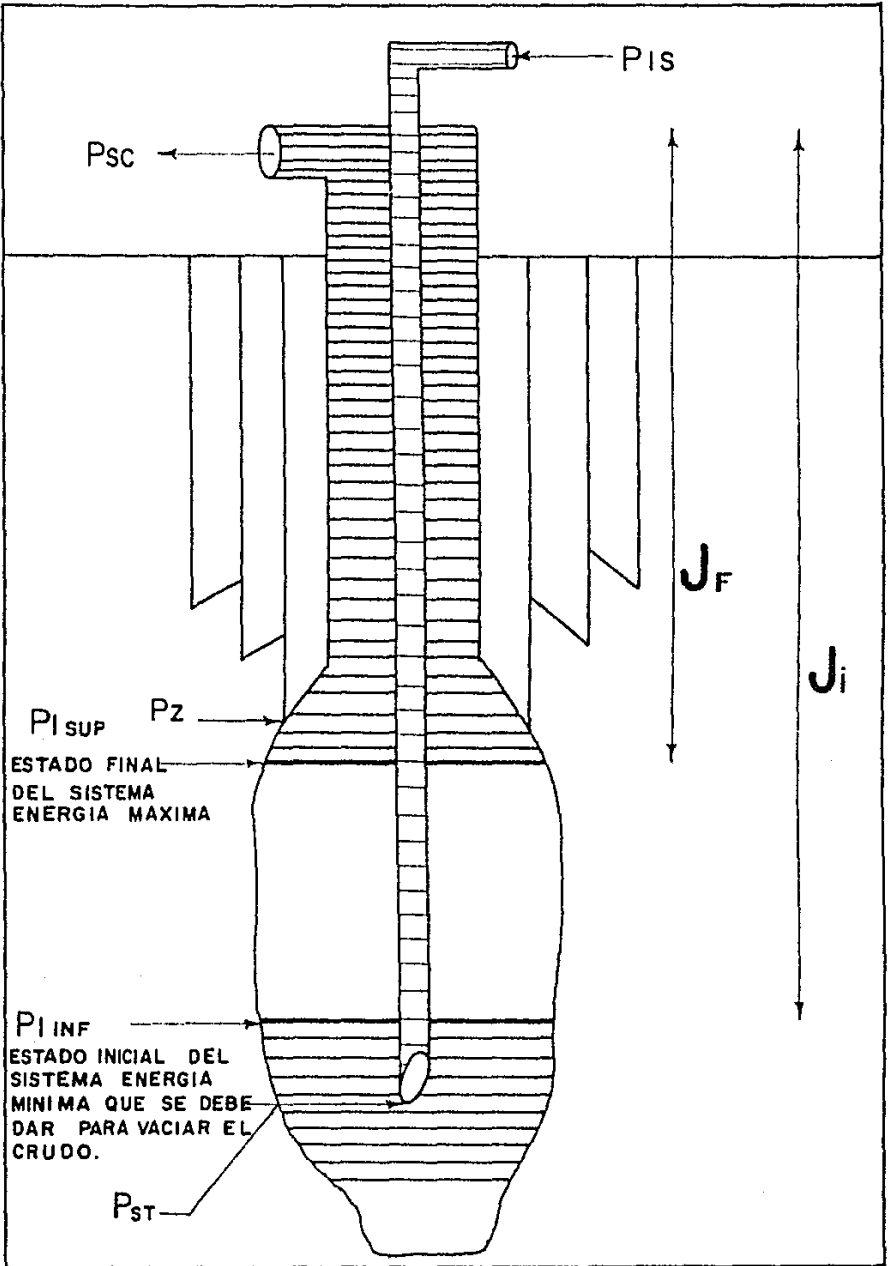
ESQUEMA AUXILIAR PARA EL BALANCE DE ENERGIA EN LA OPERACION DE LLENADO DE CAVIDAD



ESQUEMA AUXILIAR PARA LA UBICACION DE LA POSICION DE DE LOS FLUIDOS EN LA CAVIDAD



ESQUEMA AUXILIAR PARA EL BALANCE DE ENERGIA EN LA OPERACION DEL VACIADO DE CAVIDAD





## DETERMINACION DE LA PRESION DIFERENCIAL DEL EQUIPO DE BOMBEO DE LAS CAVIDADES.

PARA LA OPERACIÓN DE LLENADO,

$$\Delta P = P_{IC} - P_{CP} \quad \text{PRESIÓN DIFERENCIAL}$$

EN LA OPERACIÓN DE LLENADO

$P_{CP}$  (PRESIÓN DEL CRUDO PROVENIENTE DE PALOMAS).

PARA LA OPERACIÓN DE VACIADO,

$$\Delta P = P_{IS} - P \quad \text{PRESIÓN DIFERENCIAL}$$

EN LA OPERACIÓN DE VACIADO,

$P$  (PRESIÓN ATMOSFÉRICA EN TUZANDÉPETL: 1 ATM)

LOS CÁLCULOS DEBEN HACERSE CON LAS ECUACIONES DEL BALANCE DE ENERGÍA PLANTEADAS ANTERIORMENTE.

UN ASPECTO A VIGILAR MUY IMPORTANTE ES EL N.P.S.H. DE LAS BOMBAS. EN EL CASO DE LA OPERACIÓN DE VACIADO. (10.4).

$$N.P.S.H. = (P - P^*) / \rho \text{ SALMUERA} + Z \frac{G}{G_C} + F$$

DONDE:

$P^*$  = PRESIÓN DE VAPOR DE LA SALMUERA EN EL IMPULSOR,

$Z$  = ALTURA DIFERENCIAL DE LOS PUNTOS DE REFERENCIA.

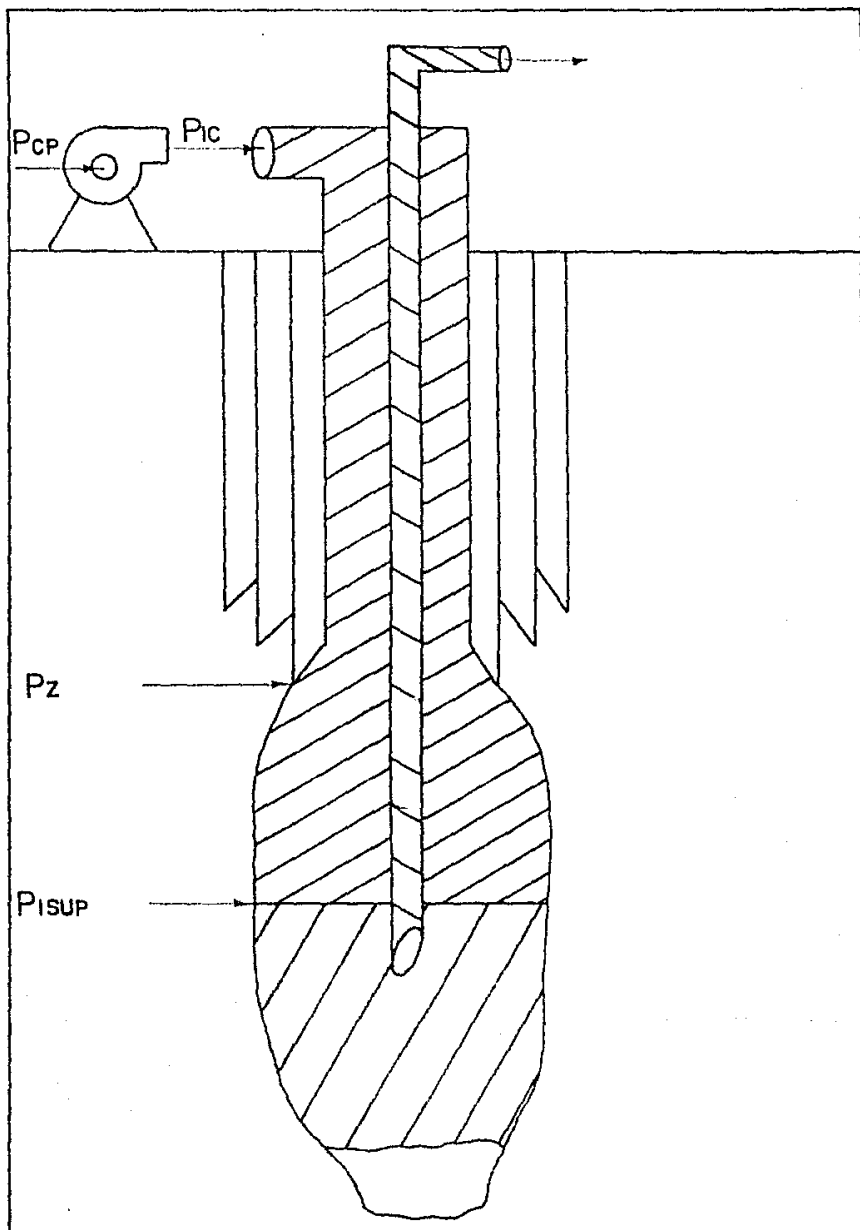
$F$  = FRICCIÓN EN EL SISTEMA.

LOS CRITERIOS USADOS PARA EL DISEÑO SON: (5.4.10)

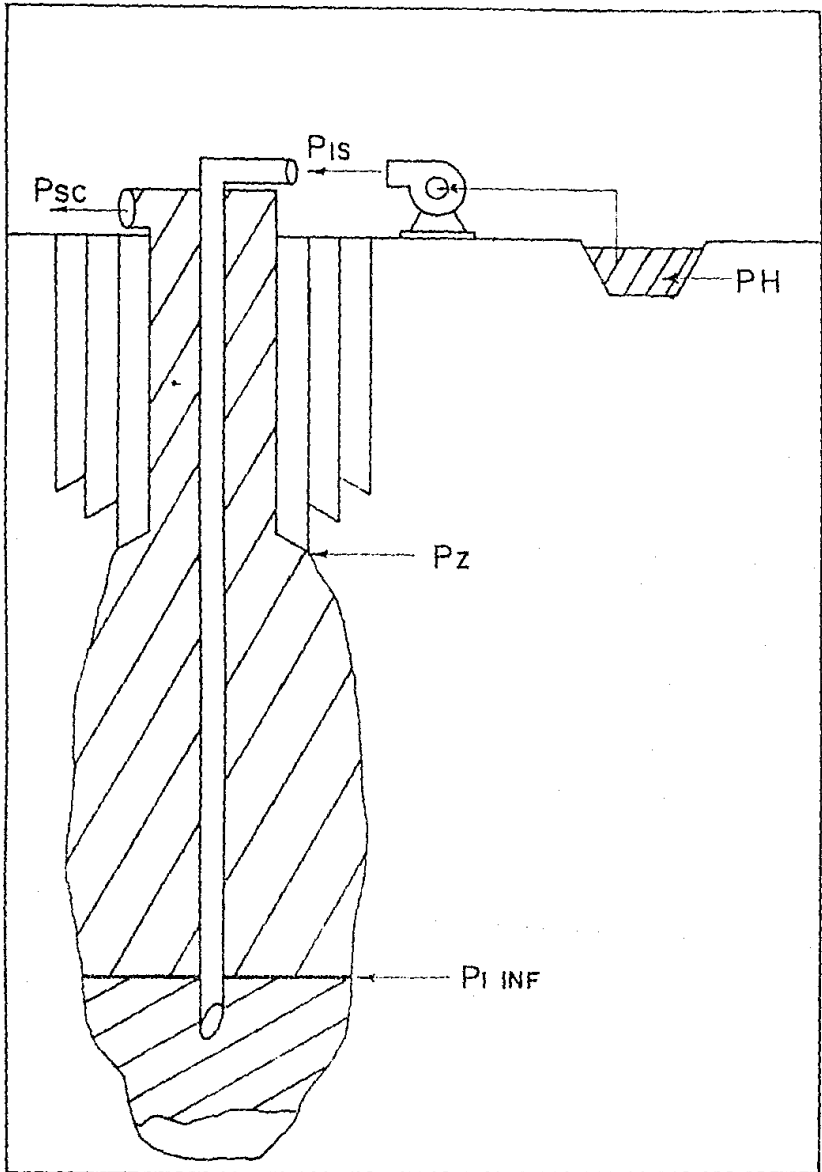
$$P_{\text{DISEÑO}} = 1.2 P_{\text{OPERACIÓN}}$$

N.P.S.H. (DISPONIBLE) N.P.S.H. (REQUERIDO) DE 2 A 4  $\frac{\text{LB}}{\text{LB}} \frac{\text{FT}}{(\text{M})}$

ESQUEMA INDICATIVO DE LA OPERACION DE BOMBEO EN EL LLENADO DE CAVIDAD



ESQUEMA INDICATIVO EN LA OPERACION DE BOMBEO DE  
VACIADO DE CAVIDAD



OTRAS ECUACIONES IMPORTANTES PARA EL CÁLCULO DE LAS VARIABLES DE ESTE PROCESO SON: (3,4,10,11)

$$\frac{1}{F} = -2 \log \left[ \frac{E}{3.7 \cdot D} + \frac{2.51}{RE \sqrt{F}} \right]$$

DONDE:

E = RUGOSIDAD RELATIVA.

D = DIÁMETRO INTERNO DEL TUBO EN PULGADAS.

RE = NÚMERO DE REYNOLDS.

F = FACTOR DE FRICCIÓN.

$$\Delta P_{100} = 0.1294 \cdot \frac{u^2 F \rho}{D}$$

DONDE:

U = VELOCIDAD DEL FLUÍDO (FT/SEG)

$\rho$  = DENSIDAD DEL FLUÍDO (LB/FT<sup>3</sup>)

D = DIÁMETRO DEL TUBO (PULGADAS)

$$\Delta P_{100} = \text{Psi}$$

EN EL CASO DEL ANULAR. (TOMANDO EN CUENTA EL PERÍMETRO MOJADO.)

$$D_H = D - d$$

$D_H$  = DIÁMETRO HIDRÁULICO.

D = DIÁMETRO DEL TUBO EXTERNO.

d = DIÁMETRO DE TUBO INTERNO.

POR UNA PARTE ESTAS ECUACIONES Y POR OTRA PARTE LAS DEL BALANCE DE ENERGÍA, PERMITEN CALCULAR LAS VARIABLES INHERENTES A LAS CAVIDADES Y SU OPERACIÓN.

## ESTIMACION DEL NPSH

LA PRESIÓN DE VAPOR DE LA SALMUERA A 40 °C ES: 1.069  $\frac{\text{LB}}{\text{PULG}^2}$

EL DIFERENCIAL DE ALTURA ES: 12 FT

DISTANCIA DE LA SUCCIÓN DE LA TUBERÍA A LA SUCCIÓN DE LA BOMBA: 1500 M

FRICCIÓN EN EL SISTEMA: 9.0  $\frac{\text{LB FT}}{\text{LB (M)}}$

$$\text{NPSH} = (P - P^*) / \rho_{\text{SALMUERA}} + Z \frac{\text{G}}{\text{GC}} + F$$

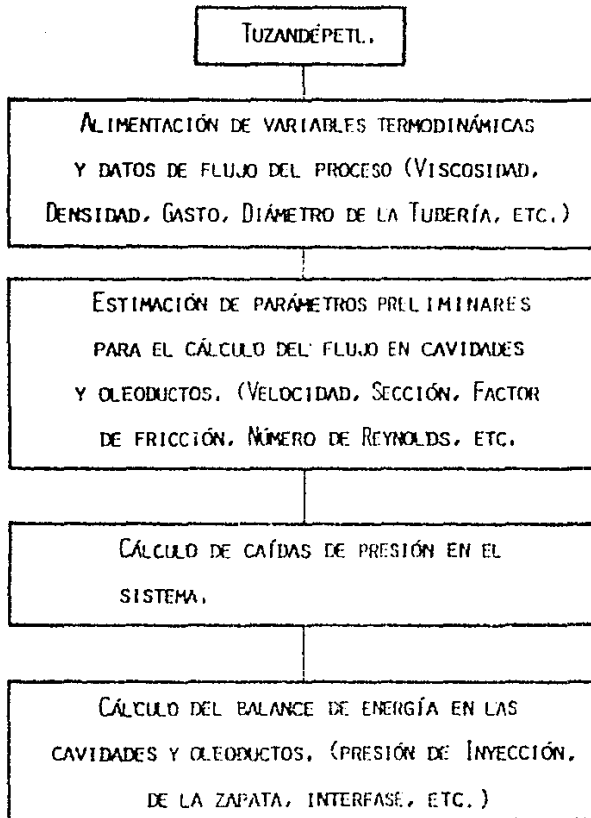
$$F = (U^2 L_{EF} / 2 \text{ GC D})$$

$$\text{NPSH} = 21.18 \frac{\text{LB FT}}{\text{LB (M)}} \text{ REQUERIDO.}$$

$$\text{NPSH} = 24 \frac{\text{LB FT}}{\text{LB (M)}} \text{ DISPONIBLE}$$

AGRUPANDO TODOS LOS PARÁMETROS DE CÁLCULO. SE DISEÑO UN PROGRAMA DE COMPUTACIÓN QUE EVALÚA TODOS LOS ASPECTOS IMPORTANTES QUE SE NECESITAN CONOCER EN CUANTO AL SISTEMA TUZANDÉPETL SE REFIERE.

ESTRUCTURA GENERAL DEL PROGRAMA DE COMPUTACIÓN  
UTILIZADO PARA EL CÁLCULO DE LAS VARIABLES EN EL SISTEMA  
DE ALMACENAMIENTO DE PETRÓLEO CRUDO EN CAVERNAS MINADAS EN DOMOS  
SALINOS EN TUZANDÉPETL. "FASE EXPLOTACIÓN"



EN LAS HOJAS SIGUIENTES SE PRESENTAN LOS RESULTADOS ENCONTRADOS AL APLICAR EL PROGRAMA DE COMPUTACIÓN "TUZANDÉPETL", ASÍ COMO INFORMACIÓN RECOPIADA PARA ESTE FIN.



RESUMEN DE CARACTERISTICAS FISICAS DE  
CAVIDADES Y CRUDOS.

GRUPO	POZO	PROFUNDIDAD DE LA ZAPATA DE 18" (M)	PROFUNDIDAD DE LA INTERFASE SU- PERIOR (M)	PROFUNDIDAD DE LA INTERFASE INFE- RIOR (M)	LONGITUD DEL TUBO DE 1 1/4" (M)
1	334	499	549	794	799
	338	519	569	814	819
	340	499	549	794	799
2	305	628	678	923	928
	316	600	650	895	900
	318	600	650	895	900
	332	600	650	895	900
3	312	600	650	895	900
	314	600	650	895	900
4	331	575	625	870	875
	311	650	700	945	950
	302	600	650	895	900

DUCTOS Y CAVIDADES  
DUCTOS.  
DIÁMETRO = 36"  
FLUJO = 450 MBPD

CAVIDADES  
FLUJO = 150 MBPD  
NÚMERO = 3

PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS.  
MAYA, s.g. 0,918  $\mu$  = 67,5 cp 1-40°C  
MARTINO s.g 0,884  $\mu$  = 10,8 cp 1-35°C  
MESOZOICO s.g 0,884  $\mu$  = 5,9 cp 1-35°C

PROPIEDADES DE LA SALMUERA:

DENSIDAD = 1.198 g/cm<sup>3</sup>

VISCOSIDAD = 1.676 cP

CARACTERÍSTICAS DEL SALINDUCTO:

DIÁMETRO DE LA TUBERÍA : 36 IN

LONGITUD = 1500 M

CONDICIONES DE FLUJO EN EL SALINDUCTO:

FLUJO MBPD	600	450	375
VELOCIDAD FT/S	5.516	4.14	3.45
NO. RE	1100000	820000	690000
FACTOR DE FRICCIÓN	0.01995	0.02004	0.021
PÉRDIDA DE PRESIÓN EN EL DUCTO KG/CM <sup>2</sup>	0.38	0.213	0.15

CONDICIONES DE FLUJO EN EL TUBO DE 11 3/4" EN LA CAVIDAD.

DIÁMETRO INTERNO 11 IN	LONGITUD 900		
FLUJO MBPD	200	150	125
VELOCIDAD FT/S	19.7	14.77	12.31
NO. RE	1200000	8900000	7500000
FACTOR DE FRICCIÓN	0.02687	0.02690	0.02695
PÉRDIDA DE PRESIÓN EN EL DUCTO KG/CM <sup>2</sup>	19.8	10.91	7.58

**PROPIEDADES DE LOS CRUDOS:**

CRUDO TIPO:	MAYA LIGERO	MARINO LIGERO	MESOZOICO
DENSIDAD (LB/FT <sup>3</sup> )	57.19	55.01	52.33
VISCOSIDAD (CP)	67.5	10.8	5.9

**CARACTERÍSTICAS DEL OLEODUCTO:**

DIÁMETRO (IN)	36
LONGITUD (M)	18000
MATERIAL: ACERO.	

**CONDICIONES DE FLUJO EN EL OLEODUCTO:**

**CRUDO MAYA**

FLUJO MBPE	600	450	375
VELOCIDAD FT/S	5.516	4.14	3.45
NO. RE	21000	15000	11200
FACTOR DE FRICCIÓN	0.01995	0.02004	0.2007
PÉRDIDA DE PRESIÓN EN EL DUCTO KG/CM <sup>2</sup>	5.2	2.93	2.06

**CRUDO LIGERO-MARINO**

FLUJO MBPD	600	450	375
VELOCIDAD FT/S	5.516	4.14	3.45
NO. RE	130000	94000	78000
FACTOR DE FRICCIÓN	0.01995	0.02002	0.02007
PÉRDIDA DE PRESIÓN EN EL DUCTO KG/CM <sup>2</sup>	4.989	2.82	1.798

CRUDO LIGERO MESOZÓICO

FLUJO MBPD	600	450	375
VELOCIDAD FT/S	5.516	4.14	3.45
NO. RE	220000	160000	140000
FACTOR DE FRICCIÓN	0.02	0.02004	0.2019
PÉRDIDA DE PRESIÓN EN EL DUCTO KG/CM <sup>2</sup>	4.769	2.68	1.876

CONDICIONES DE FLUJO EN EL ANULAR 18" - 11 3/4".

CRUDO MAYA

FLUJO MBPD	200	150	125
VELOCIDAD FT/S	11.74	8.8	7.34
NO. RE	7700	5800	5400
FACTOR DE FRICCIÓN	0.039993	0.042	0.0435
PÉRDIDA DE PRESIÓN EN EL DUCTO KG/CM <sup>2</sup>	9.18	5.42	3.8999

CRUDO LIGERO MARINO

FLUJO MBPD	200	150	125
VELOCIDAD FT/S	11.74	8.8	7.34
NO. RE	460000	350000	29000
FACTOR DE FRICCIÓN	0.03345	0.03395	0.03428
PÉRDIDA DE PRESIÓN EN EL DUCTO KG/CM <sup>2</sup>	7.384	4.22	2.956

CRUDO LIGERO MESOZOICO

FLUJO MBPD	200	150	125
VELOCIDAD	11.74	8.8	7.34
NO. RE	81000	60000	50000
FACTOR DE FRICCIÓN	0.0330	0.0332	0.0333
PÉRDIDA DE PRESIÓN EN EL DUCTO Kg/cm <sup>2</sup>	6.72	3.9	2.73

**CRUDO TIPO**

**MAYA**

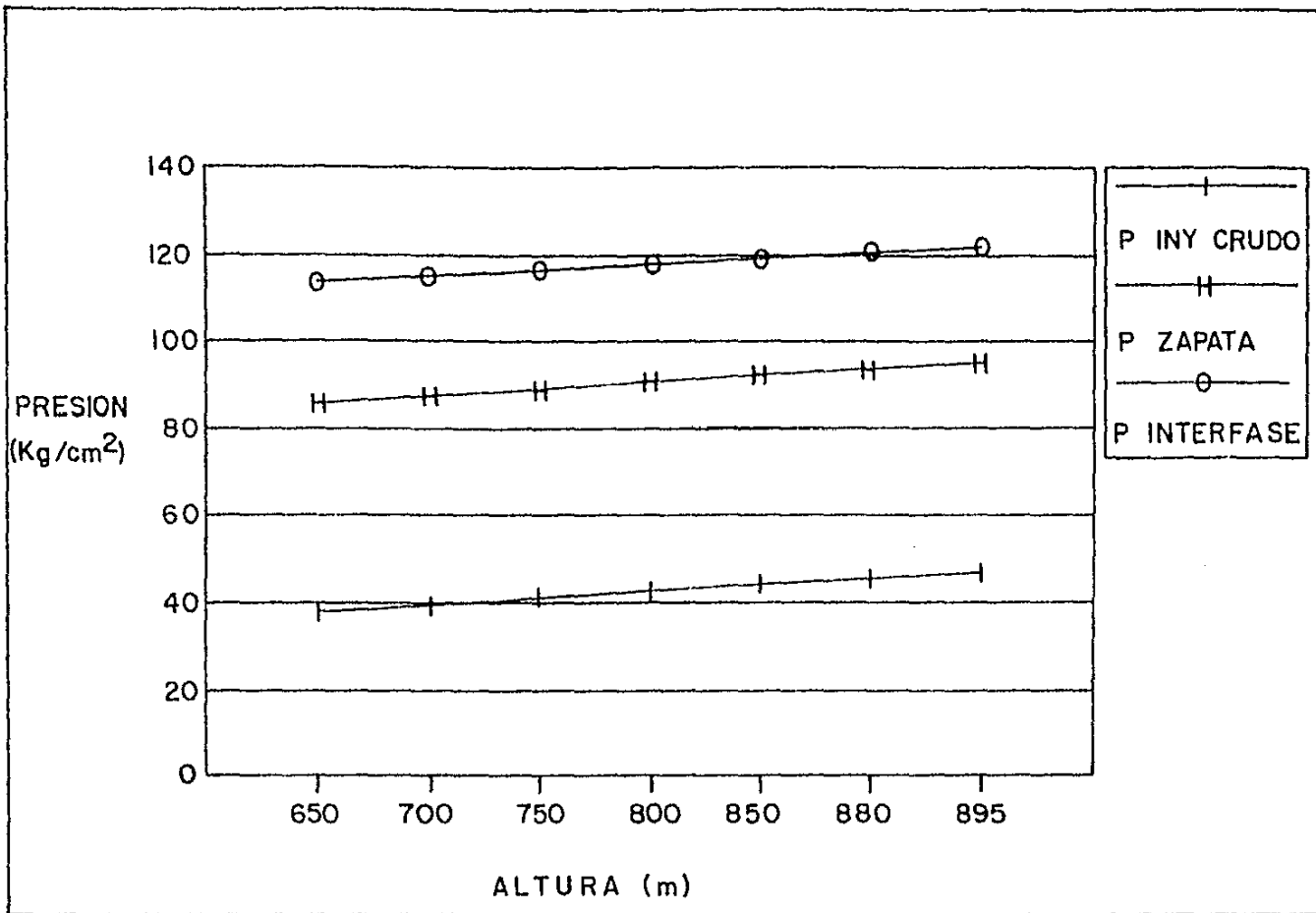
VELOCIDAD EN EL ANULAR (M/S, FT/S) =	3.024	9.921139
VELOCIDAD EN EL TUBING (M/S, FT/S) =	4.5	14.7636
DIÁMETRO DEL DUCTO DE ALIMENTACIÓN (M, IN) =	0.15625	6.151562
PROFUNDIDAD DE LA ZAPATA (M, FT) =	600	1968.48
PROFUNDIDAD DE LA INTERFASE SUPERIOR (M, FT) =	650	2132.52
PROFUNDIDAD DE LA INTERFASE INFERIOR (M, FT) =	900	2952.72
DENSIDAD DEL CRUDO (G/CM <sup>3</sup> , LB/FT <sup>3</sup> ) =	0.912	56.92704
DENSIDAD DE LA SALMUERA (G/CM <sup>3</sup> , LB/FT <sup>3</sup> ) =	1.198	74.77916
DENSIDAD DEL AGUA (G/CM <sup>3</sup> , LB/FT <sup>3</sup> ) =	0.9999	62.41376
FACTOR DE FRICCIÓN EN EL ANULAR =	0.042	
FACTOR DE FRICCIÓN EN EL TUBO 11 3/4" =	0.02698	
GASTO POR CAVIDAD (M <sup>3</sup> /S, MMBBU) =	0.2760417	150
PÉRDIDA DE PRESIÓN ANULAR KG/CM <sup>2</sup> = PA=	7.4348594 KG/CM <sup>2</sup>	
PÉRDIDA DE PRESIÓN TUBO 11 3/4" KG/CM <sup>2</sup> = PT=	10.978441 KG/CM <sup>2</sup>	
DIÁMETRO DEL ANULAR (M, IN) =	0.15624	6.151169
DIÁMETRO DEL TUBO 11 3/4" (M, IN) =	0.275	10.82675
LONGITUD DEL TUBO 11 3/4" (M, IN) =	905	35629.85
LONGITUD DEL ANULAR (M, IN) =	650	25590.5

ALTURA (M)	PRESIÓN DE INYECCIÓN DE CRUDO KG/CM <sup>2</sup>	PRESIÓN DE LA ZAPATA KG/CM <sup>2</sup>	PRESIÓN DE LA INTERFASE KG/CM <sup>2</sup>
650	39.20	86.49	113.85
700	40.63	87.92	115.28
750	42.06	89.35	116.71
800	43.49	90.78	118.14
850	44.92	92.21	119.57
880	45.78	93.07	120.43
895	46.21	93.50	120.86

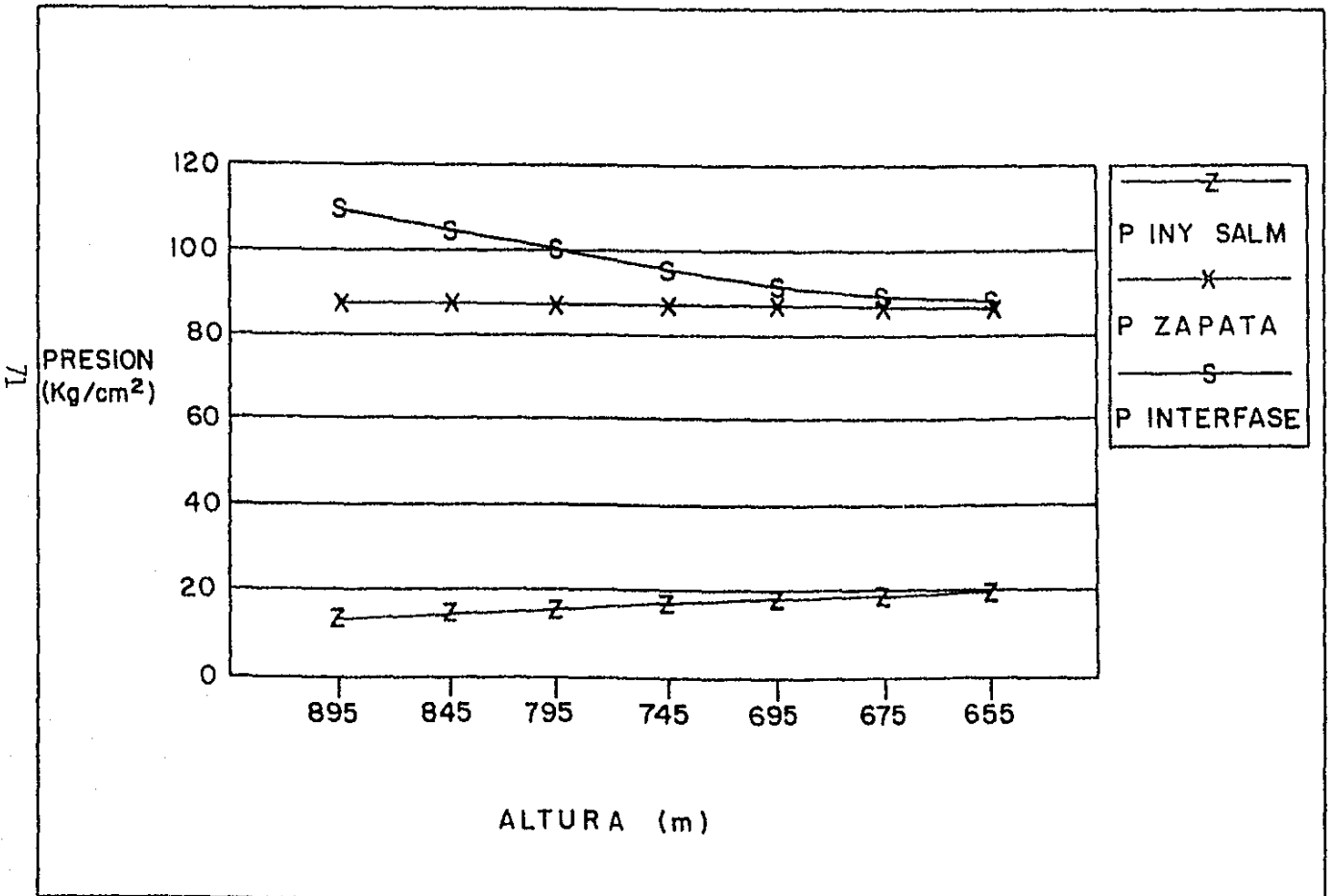
ALTURA (M)	PRESIÓN DE INYECCIÓN DE SALMUERA KG/CM <sup>2</sup>	PRESIÓN DE LA ZAPATA KG/CM <sup>2</sup>	PRESIÓN DE LA INTERFASE KG/CM <sup>2</sup>
895	12.82	86.71	109.06
845	14.25	86.71	104.50
795	15.68	86.71	99.94
745	17.11	86.71	95.38
695	18.54	86.71	90.82
645	19.97	86.71	86.26
595	21.40	86.71	81.70

OPERACION DE LLENADO CON CRUDO MAYA

(FLUJO = 150 m.b.p.d.)



OPERACION DE VACIADO DE CRUDO MAYA  
(FLUJO = 150 m. b. p. d.)





CRUDO TIPO

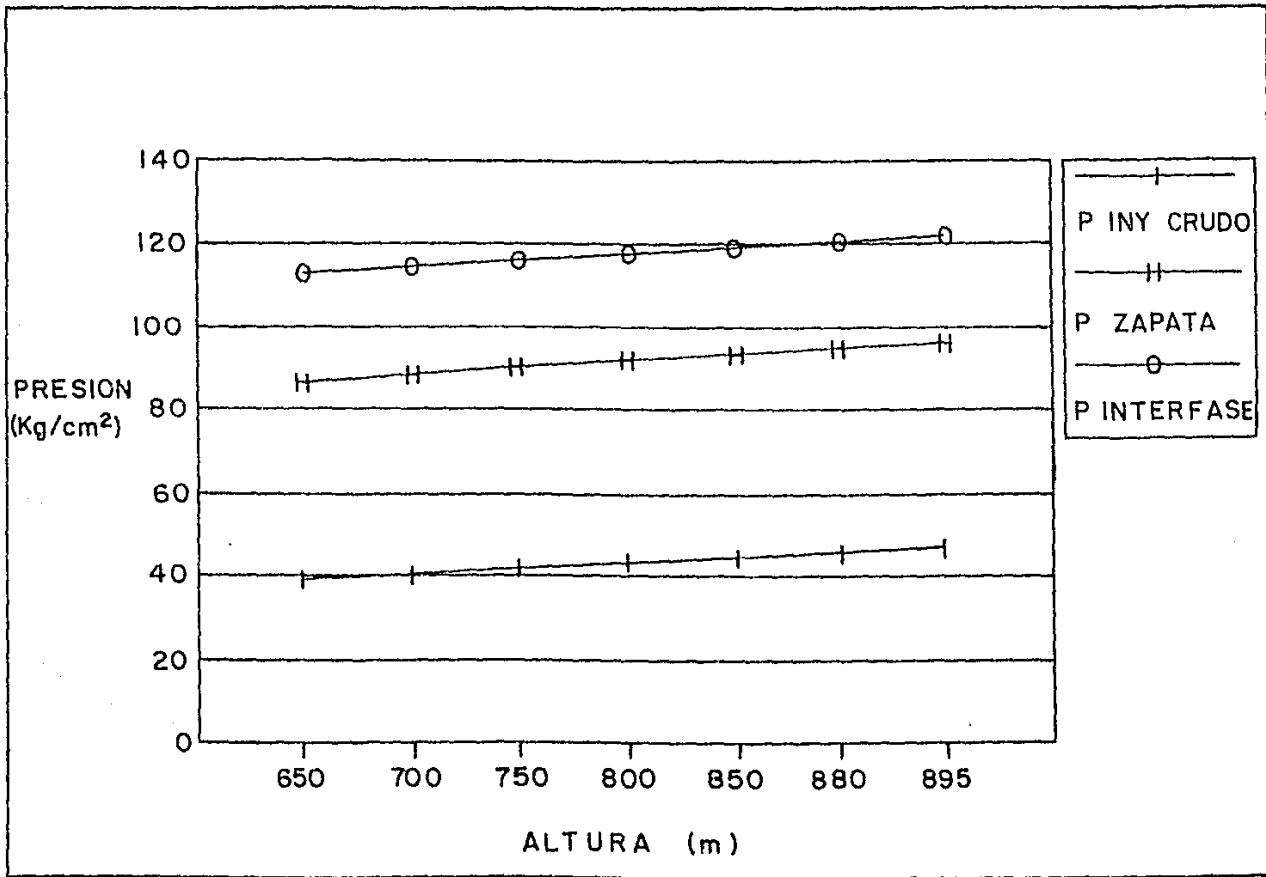
LIGERO MARINO

VELOCIDAD EN EL ANULAR (M/S, FT/S) =	3.024	9.921139
VELOCIDAD EN EL TUBING (M/S, FT/S) =	4.5	14.7536
DIÁMETRO DEL DUCTO DE ALIMENTACIÓN (M, IN) =	0.15625	6.151562
PROFUNDIDAD DE LA ZAPATA (M, FT) =	600	1968.48
PROFUNDIDAD DE LA INTERFASE SUPERIOR (M, FT) =	650	2132.52
PROFUNDIDAD DE LA INTERFASE INFERIOR (M, FT) =	900	2952.72
DENSIDAD DEL CRUDO (G/CM <sup>3</sup> , LB/FT <sup>3</sup> ) =	0.883	55.11686
DENSIDAD DE LA SALMUERA (G/CM <sup>3</sup> , LB/FT <sup>3</sup> ) =	1.198	74.77916
DENSIDAD DEL AGUA (G/CM <sup>3</sup> , LB/FT <sup>3</sup> ) =	0.9999	62.41376
FACTOR DE FRICCIÓN EN EL ANULAR =	0.03395	
FACTOR DE FRICCIÓN EN EL TUBO 11 3/4" =	0.02698	
GASTO POR CAVIDAD (M <sup>3</sup> /S, MMBBD) =	0.2760417	150
PERDIDA DE PRESIÓN ANULAR KG/CM <sup>2</sup> = PA= 5.4348594 KG/CM <sup>2</sup>		
PERDIDA DE PRESIÓN TUBO 11 3/4" KG/CM <sup>2</sup> = PT= 10.978441 KG/CM <sup>2</sup>		
DIÁMETRO DEL ANULAR (M, IN) =	0.15624	6.151169
DIÁMETRO DEL TUBO 11 3/4" (M, IN) =	0.275	10.82675
LONGITUD DEL TUBO 11 3/4" (M, IN) =	905	35629.85
LONGITUD DEL ANULAR (M, IN) =	650	25590.5

ALTURA (M)	PRESIÓN DE INYECCIÓN DE CRUDO KG/CM <sup>2</sup>	PRESIÓN DE LA ZAPATA KG/CM <sup>2</sup>	PRESIÓN DE LA INTERFASE KG/CM <sup>2</sup>
650	39.47	86.63	113.12
700	41.05	88.21	114.70
750	42.62	89.78	116.27
800	44.20	91.36	117.85
850	45.77	92.93	119.42
880	46.72	93.88	120.37
895	47.19	94.35	120.84

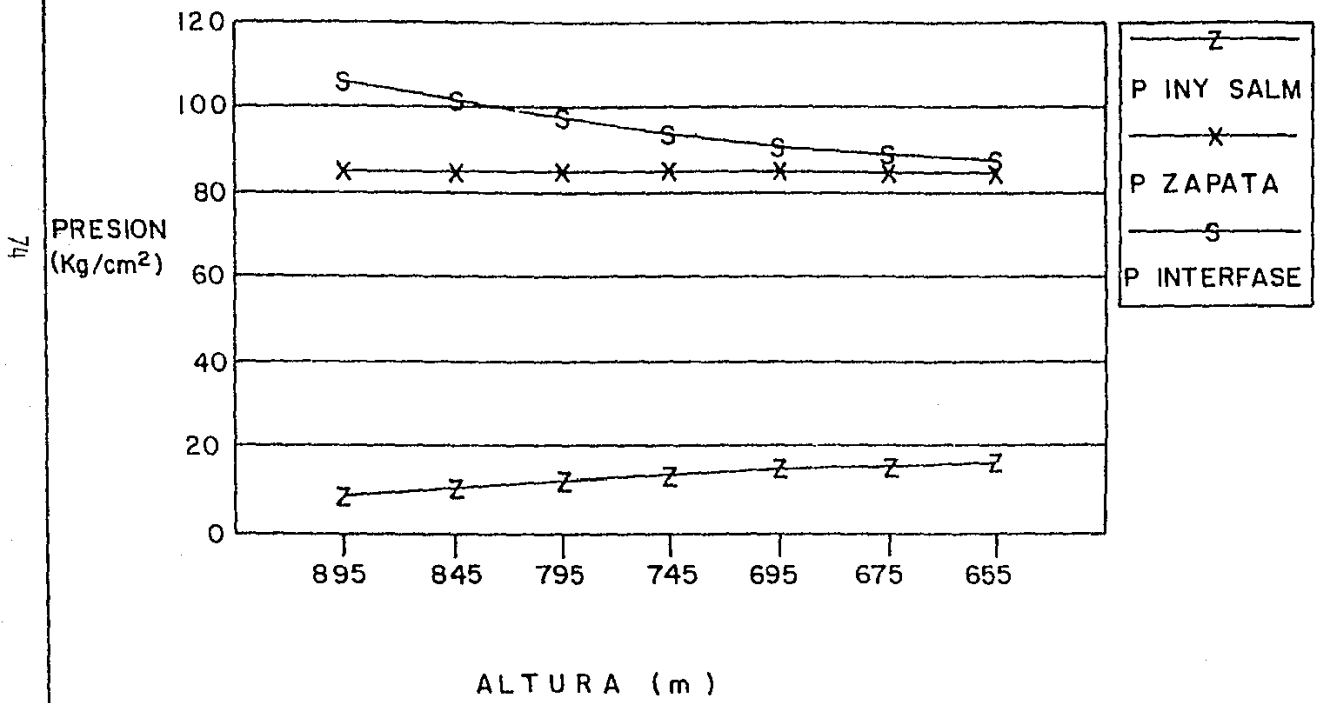
ALTURA (M)	PRESIÓN DE INYECCIÓN DE SALMUERA KG/CM <sup>2</sup>	PRESIÓN DE LA ZAPATA KG/CM <sup>2</sup>	PRESIÓN DE LA INTERFASE KG/CM <sup>2</sup>
895	8.60	83.21	104.85
845	10.18	83.21	100.43
795	11.75	83.21	96.02
745	13.33	83.21	91.60
695	14.90	83.21	87.19
645	15.53	83.21	85.42
595	16.16	83.21	83.66

OPERACION DE LLENADO CON CRUDO LIGERO  
MARINO (FLUJO = 150 m.b.p.d.)



73

OPERACION DE VACIADO DE CRUDO LIGERO MARINO  
(FLUJO = 150 m.b.p.d.)



74

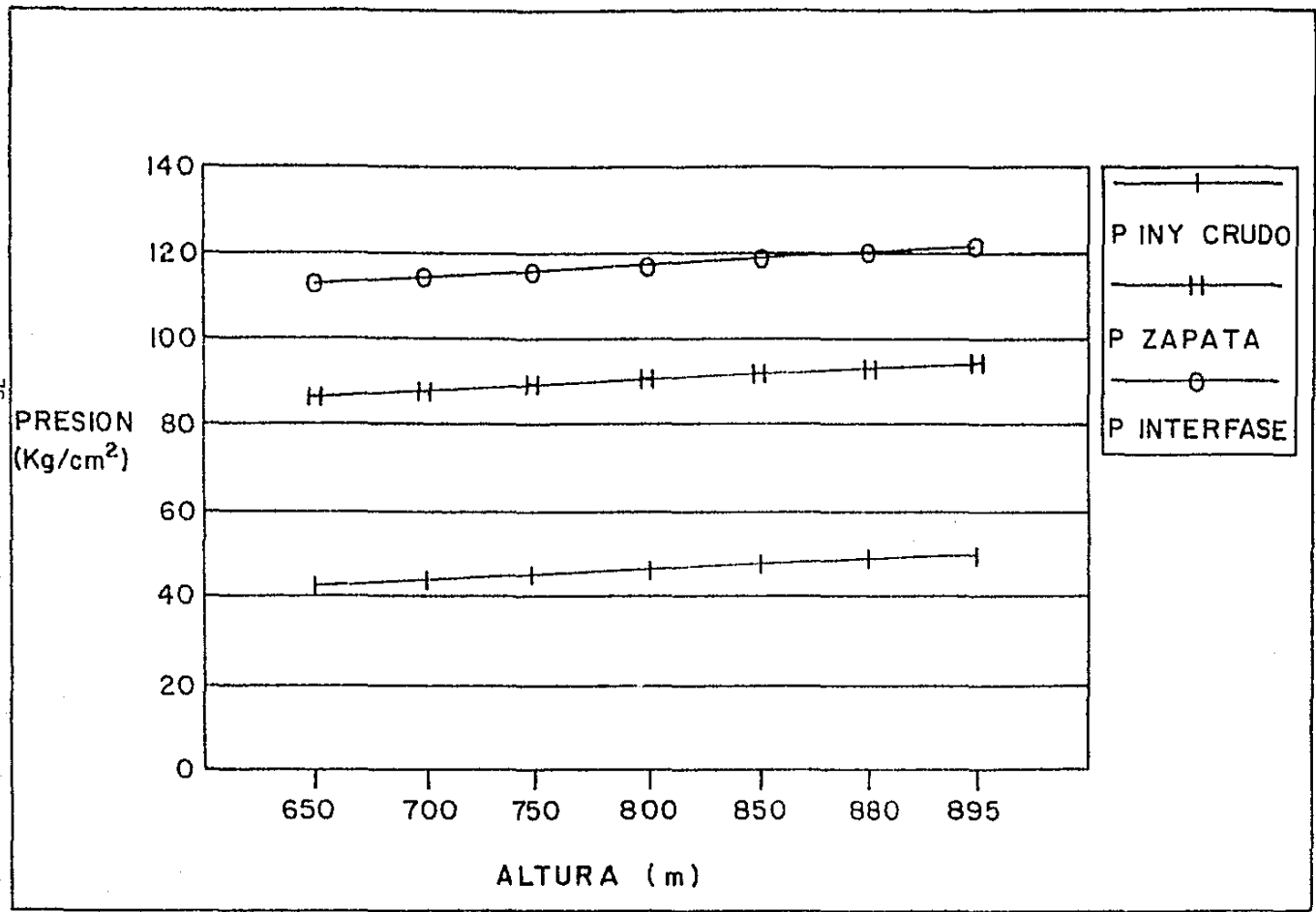
CRUDO TIPO                      LIGERO MESOZOICO

VELOCIDAD EN EL ANULAR (M/S, FT/S) =	3.024	9.921139
VELOCIDAD EN EL TUBING (M/S, FT/S) =	4.5	14.7636
DIÁMETRO DEL DUCTO DE ALIMENTACIÓN (M, IN) =	0.15625	6.151562
PROFUNDIDAD DE LA ZAPATA (M, FT) =	600	1968.48
PROFUNDIDAD DE LA INTERFASE SUPERIOR (M, FT) =	650	2132.52
PROFUNDIDAD DE LA INTERFASE INFERIOR (M, FT) =	900	2952.72
DENSIDAD DEL CRUDO (G/CM <sup>3</sup> , LB/FT <sup>3</sup> ) =	0.845	52.7449
DENSIDAD DE LA SALMUERA (G/CM <sup>3</sup> , LB/FT <sup>3</sup> ) =	1.198	74.77916
DENSIDAD DEL AGUA (G/CM <sup>3</sup> , LB/FT <sup>3</sup> ) =	0.9999	62.41376
FACTOR DE FRICCIÓN EN EL ANULAR =	0.033	
FACTOR DE FRICCIÓN EN EL TUBO 11 3/4" =	0.02698	
GASTO POR CAVIDAD (M <sup>3</sup> /S, MMBDD) =	0.2760417	150
PÉRDIDA DE PRESIÓN ANULAR KG/CM <sup>2</sup> = PA=5.4348594 KG/CM <sup>2</sup>		
PÉRDIDA DE PRESIÓN TUBO 11 3/4" KG/CM <sup>2</sup> = PT=10.978441 KG/CM <sup>2</sup>		
DIÁMETRO DEL ANULAR (M, IN) =	0.15624	6.151169
DIÁMETRO DEL TUBO 11 3/4" (M, IN) =	0.275	10.82675
LONGITUD DEL TUBO 11 3/4" (M, IN) =	905	35629.85
LONGITUD DEL ANULAR (M, IN) =	650	25590.5

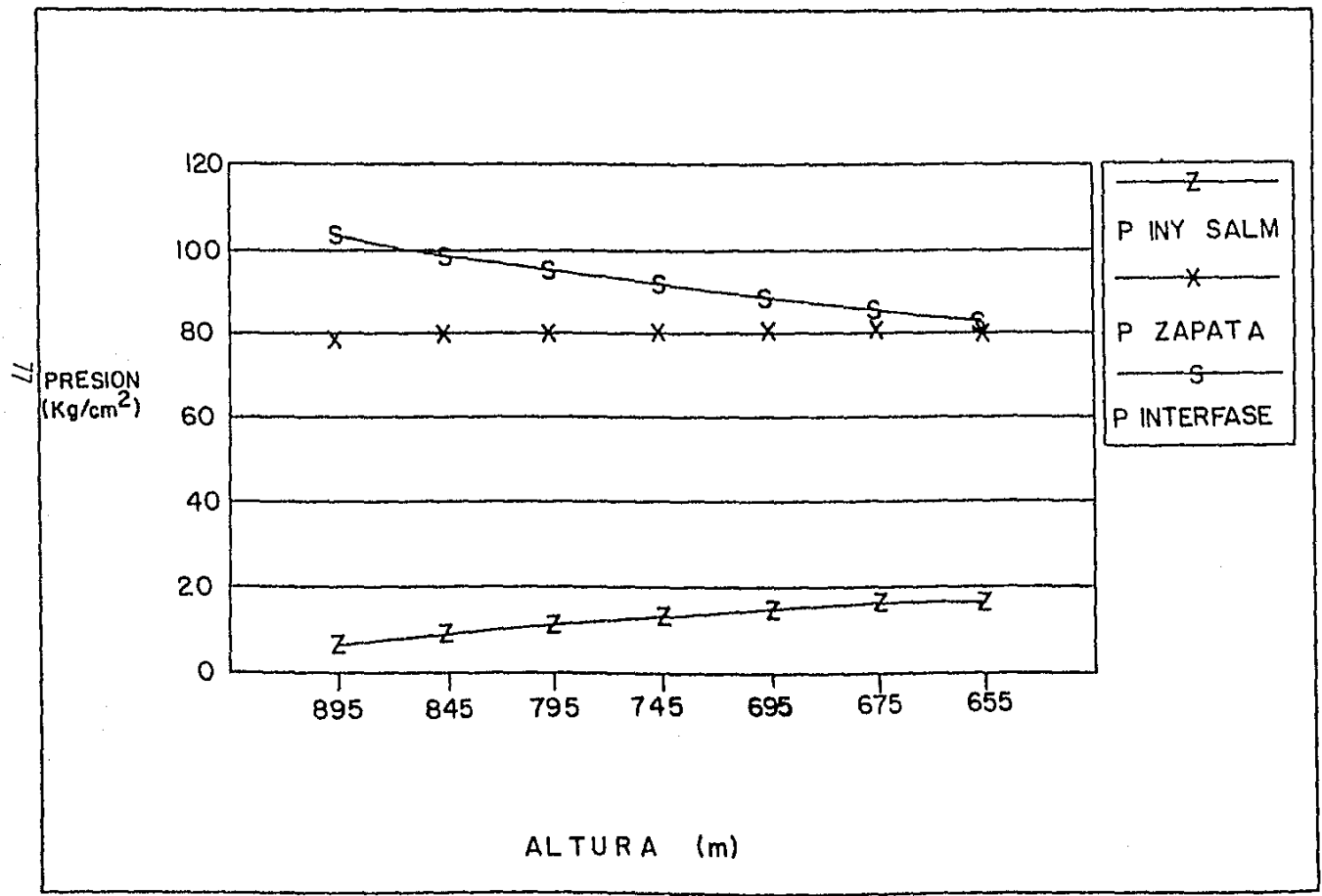
ALTURA (M)	PRESIÓN DE INYECCIÓN DE CRUDO KG/CM <sup>2</sup>	PRESIÓN DE LA ZAPATA KG/CM <sup>2</sup>	PRESIÓN DE LA INTERFASE KG/CM <sup>2</sup>
650	41.54	86.82	112.17
700	43.30	88.59	113.94
750	45.07	90.35	115.70
800	46.83	92.12	117.47
850	48.60	93.88	119.23
880	49.65	94.94	120.29
895	50.18	95.47	120.82

ALTURA (M)	PRESIÓN DE INYECCIÓN DE SALMUERA KG/CM <sup>2</sup>	PRESIÓN DE LA ZAPATA KG/CM <sup>2</sup>	PRESIÓN DE LA INTERFASE KG/CM <sup>2</sup>
895	4.80	80.34	101.04
845	6.56	80.34	96.82
795	8.33	80.34	92.59
745	10.09	80.34	88.37
695	11.85	80.34	84.14
645	12.56	80.34	82.45
595	13.27	80.34	80.76

OPERACION DE LLENADO CON CRUDO LIGERO MESOZOICO  
(FLUJO = 150 m.b.p.d.)



OPERACION DE VACIADO DE CRUDO LIGERO MESOZOICO  
(FLUJO = 150 m.b.p.d)



CRUDO TIPO

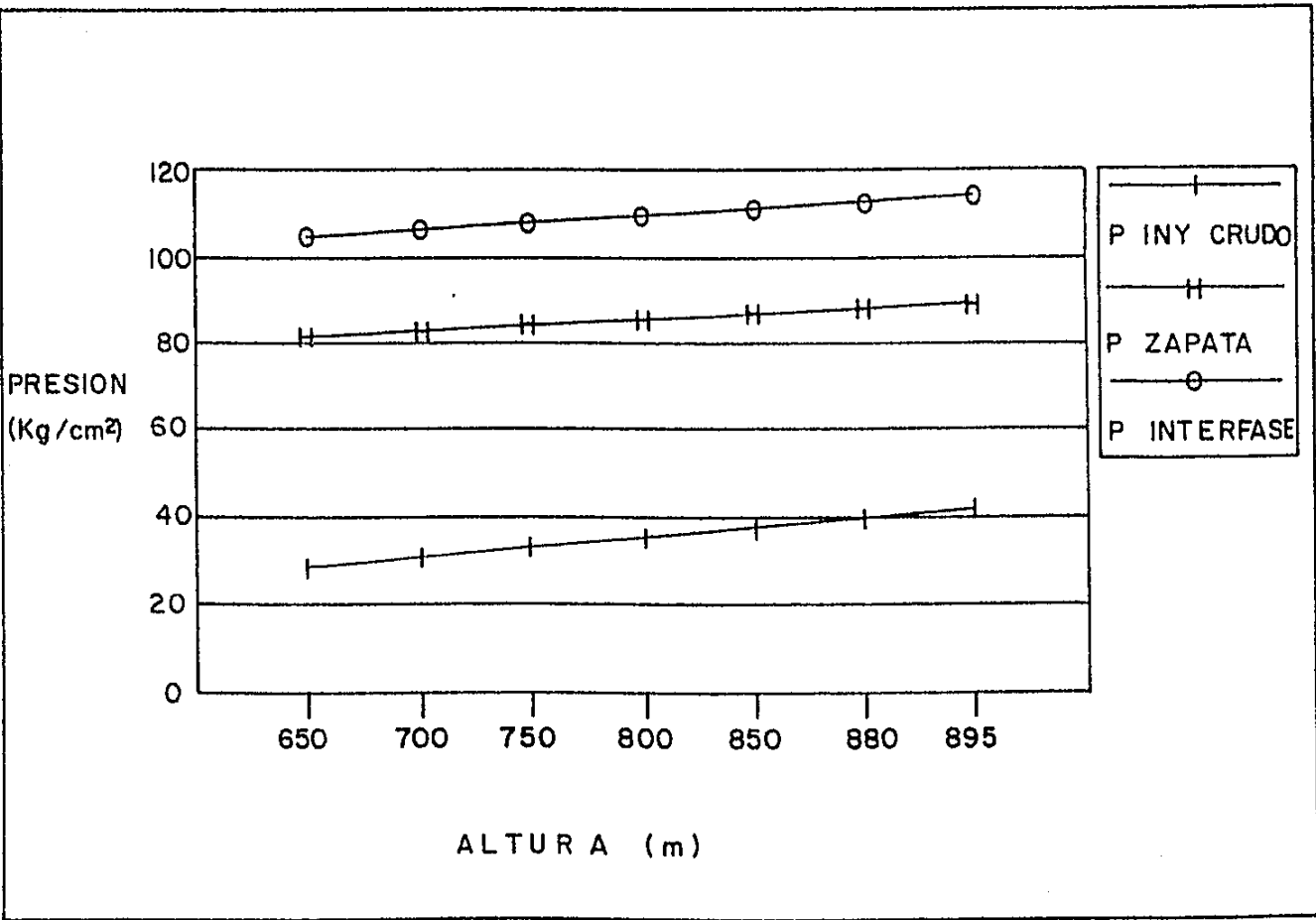
MAYA

VELOCIDAD EN EL ANULAR (M/S, FT/S) =	1.777436	2.75
VELOCIDAD EN EL TUBING (M/S, FT/S) =	2.98258	9.785248
DIÁMETRO DEL DUCTO DE ALIMENTACIÓN (M, IN) =	0.15625	6.151562
PROFUNDIDAD DE LA ZAPATA (M, FT) =	600	1968.48
PROFUNDIDAD DE LA INTERFASE SUPERIOR (M, FT) =	650	2132.52
PROFUNDIDAD DE LA INTERFASE INFERIOR (M, FT) =	900	2952.72
DENSIDAD DEL CRUDO (G/CM <sup>3</sup> , LB/FT <sup>3</sup> ) =	0.916	57.17672
DENSIDAD DE LA SALMUERA (G/CM <sup>3</sup> , LB/FT <sup>3</sup> ) =	1.198	74.77916
DENSIDAD DEL AGUA (G/CM <sup>3</sup> , LB/FT <sup>3</sup> ) =	0.9999	62.41376
FACTOR DE FRICCIÓN EN EL ANULAR =	0.0356	
FACTOR DE FRICCIÓN EN EL TUBO 11 3/4" =	0.0268	
GASTO POR CAVIDAD (M <sup>3</sup> /S, MMBBD) =	0.1840278	100
PÉRDIDA DE PRESIÓN ANULAR KG/CM <sup>2</sup> = PA=2.1867467	KG/CM <sup>2</sup>	
PÉRDIDA DE PRESIÓN TUBO 11 3/4" KG/CM <sup>2</sup> = P.T.=4.7906307	KG/CM <sup>2</sup>	
DIÁMETRO DEL ANULAR (M, IN) =	0.15624	6.151169
DIÁMETRO DEL TUBO 11 3/4" (M, IN) =	0.275	10.82675
LONGITUD DEL TUBO 11 3/4" (M, IN) =	905	35629.85
LONGITUD DEL ANULAR (M, IN) =	650	25590.5

ALTURA (M)	PRESIÓN DE INYECCIÓN DE CRUDO KG/CM <sup>2</sup>	PRESIÓN DE LA ZAPATA KG/CM <sup>2</sup>	PRESIÓN DE LA INTERFASE KG/CM <sup>2</sup>
650	27.51	80.28	107.76
700	28.92	81.69	109.17
750	30.33	83.10	110.58
800	31.74	84.51	111.99
850	33.15	85.92	113.40
880	33.99	86.77	114.25
895	34.42	87.19	114.67

ALTURA (M)	PRESIÓN DE INYECCIÓN DE SALMUERA KG/CM <sup>2</sup>	PRESIÓN DE LA ZAPATA KG/CM <sup>2</sup>	PRESIÓN DE LA INTERFASE KG/CM <sup>2</sup>
895	1.74	81.73	104.17
845	3.15	81.73	99.59
795	4.56	81.73	95.01
745	5.97	81.73	90.43
695	7.38	81.73	85.85
645	7.94	81.73	84.02
595	8.51	81.73	82.18

OPERACION DE LLENADO CON CRUDO M A Y A  
(FLUJO = 100 m. b. p. d.)

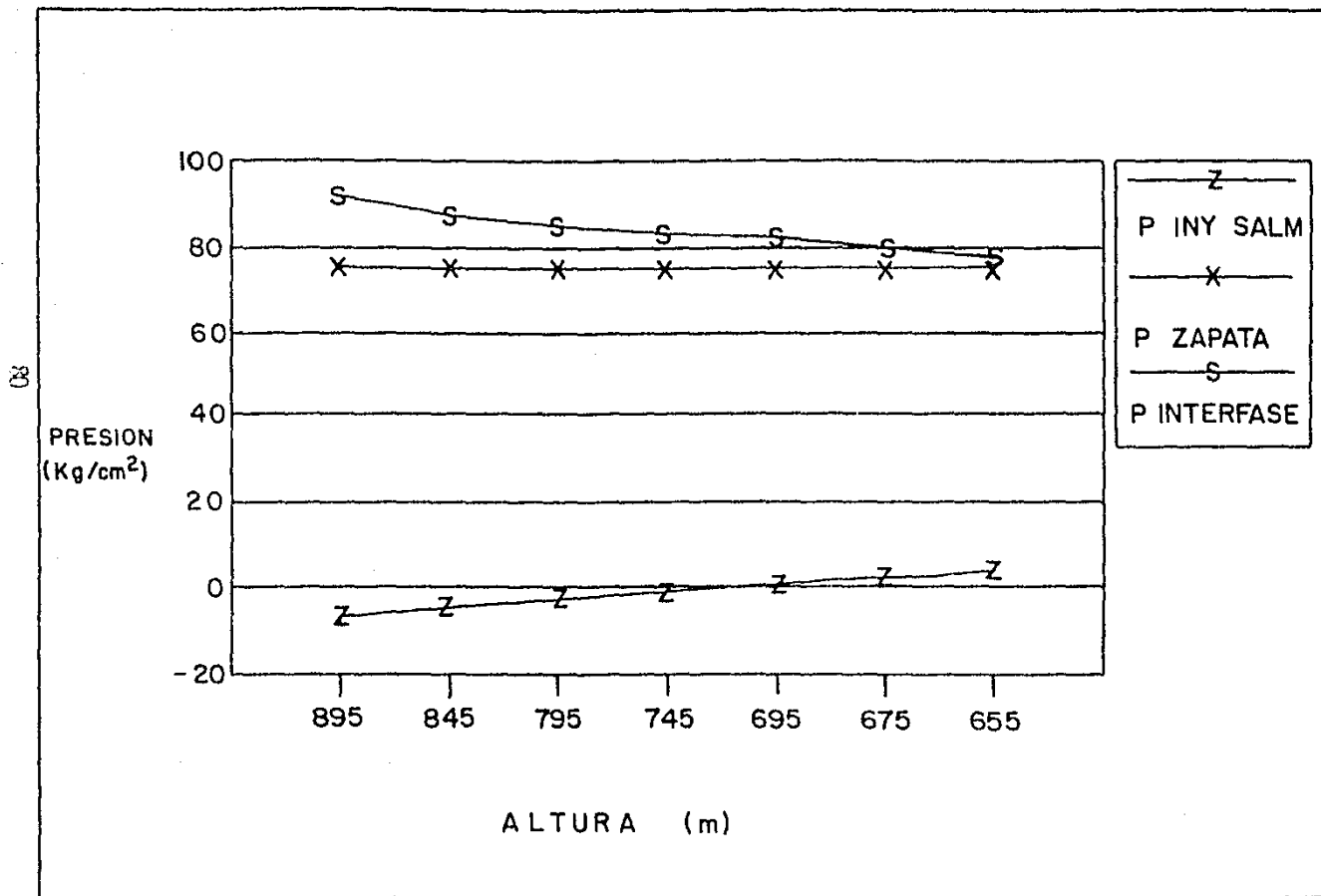


79

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA



OPERACION DE VACIADO DE CRUDO MAYA  
(FLUJO = 100 m.b.p.d.)



EN LAS TABLAS QUE SE PRESENTAN A CONTINUACIÓN SE OBSERVARÁ UN VALOR NEGATIVO EN LA PRESIÓN DE INYECCIÓN DE SALMUERA, ESTO INDICA QUE NO SE NECESITA ADICIONAR ENERGÍA AL SISTEMA MEDIANTE BOMBEO, YA QUE EL MISMO CONTIENE LA SUFICIENTE ENERGÍA PARA DESPLAZAR EL CRUDO A LAS CONDICIONES ESPECIFICADAS HASTA LA ESTACIÓN PALOMAS, ES DECIR EL FLUJO ES POR GRAVEDAD,

CRUDO TIPO

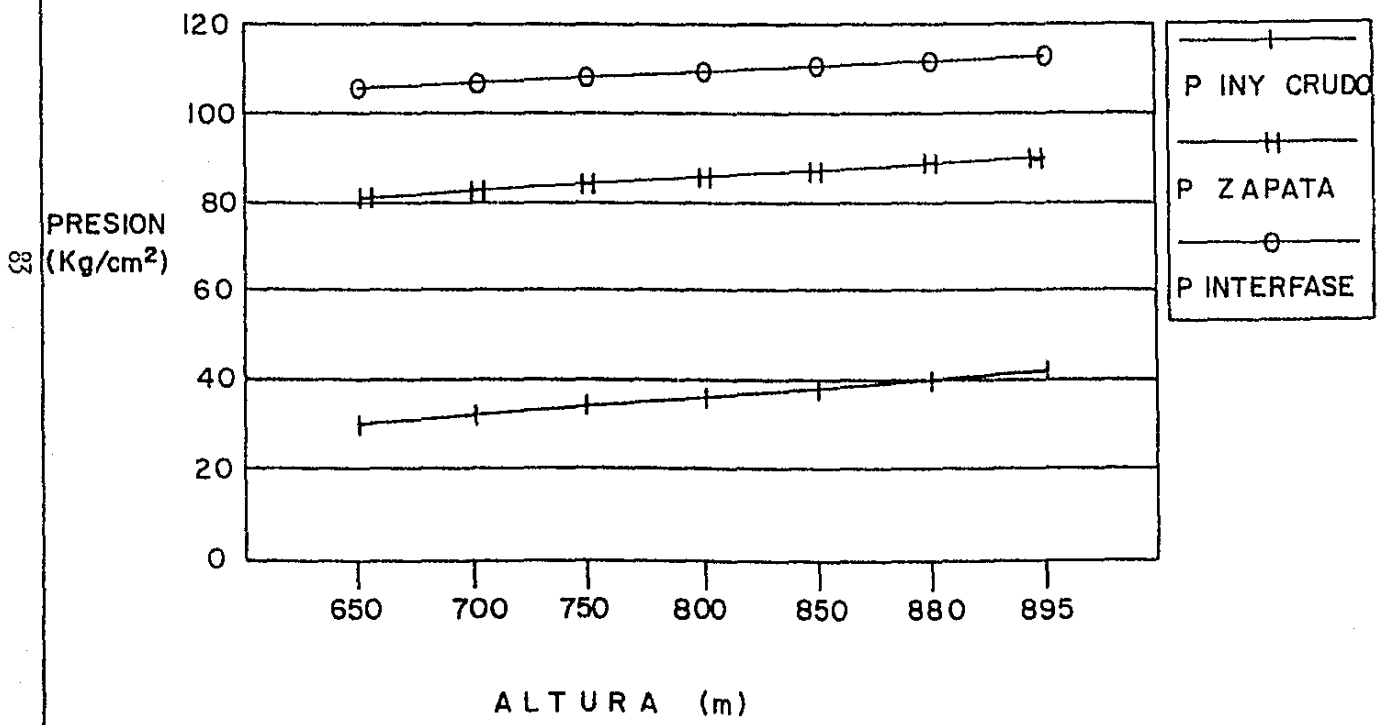
LIGERO MARINO.

VELOCIDAD EN EL ANULAR (M/S, FT/S) =	1.777436	2.75
VELOCIDAD EN EL TUBING (M/S, FT/S) =	2.98258	9.785248
DIÁMETRO DEL DUCTO DE ALIMENTACIÓN (M, IN) =	0.15625	6.151562
PROFUNDIDAD DE LA ZAPATA (M, FT) =	600	1968.48
PROFUNDIDAD DE LA INTERFASE SUPERIOR (M, FT) =	650	2132.52
PROFUNDIDAD DE LA INTERFASE INFERIOR (M, FT) =	900	2952.72
DENSIDAD DEL CRUDO (G/CM <sup>3</sup> , LB/FT <sup>3</sup> ) =	0.88157	55.0276
DENSIDAD DE LA SALMUERA (G/CM <sup>3</sup> , LB/FT <sup>3</sup> ) =	1.198	74.77916
DENSIDAD DEL AGUA (G/CM <sup>3</sup> , LB/FT <sup>3</sup> ) =	0.9999	62.41376
FACTOR DE FRICCIÓN EN EL ANULAR =	0.035	
FACTOR DE FRICCIÓN EN EL TUBO 11 3/4" =	0.0268	
GASTO POR CAVIDAD (M <sup>3</sup> /S, MMBBD) =	0.1840278	100
PÉRDIDA DE PRESIÓN ANULAR KG/CM <sup>2</sup> = P.A. =	2.0690827	KG/CM <sup>2</sup>
PÉRDIDA DE PRESIÓN TUBO 11 3/4" KG/CM <sup>2</sup> = P.T. =	4.7906307	KG/CM <sup>2</sup>
DIÁMETRO DEL ANULAR (M, IN) =	0.15624	6.151169
DIÁMETRO DEL TUBO 11 3/4" (M, IN) =	0.275	10.82675
LONGITUD DEL TUBO 11 3/4" (M, IN) =	905	35629.85
LONGITUD DEL ANULAR (M, IN) =	650	25590.5

ALTURA (M)	PRESIÓN DE INYECCIÓN DE CRUDO KG/CM <sup>2</sup>	PRESIÓN DE LA ZAPATA KG/CM <sup>2</sup>	PRESIÓN DE LA INTERFASE KG/CM <sup>2</sup>
650	29.63	80.45	106.90
700	31.21	82.03	108.48
750	32.79	83.62	110.06
800	34.37	85.20	111.65
850	35.96	86.78	113.23
880	36.91	87.73	114.18
895	37.38	88.21	114.65

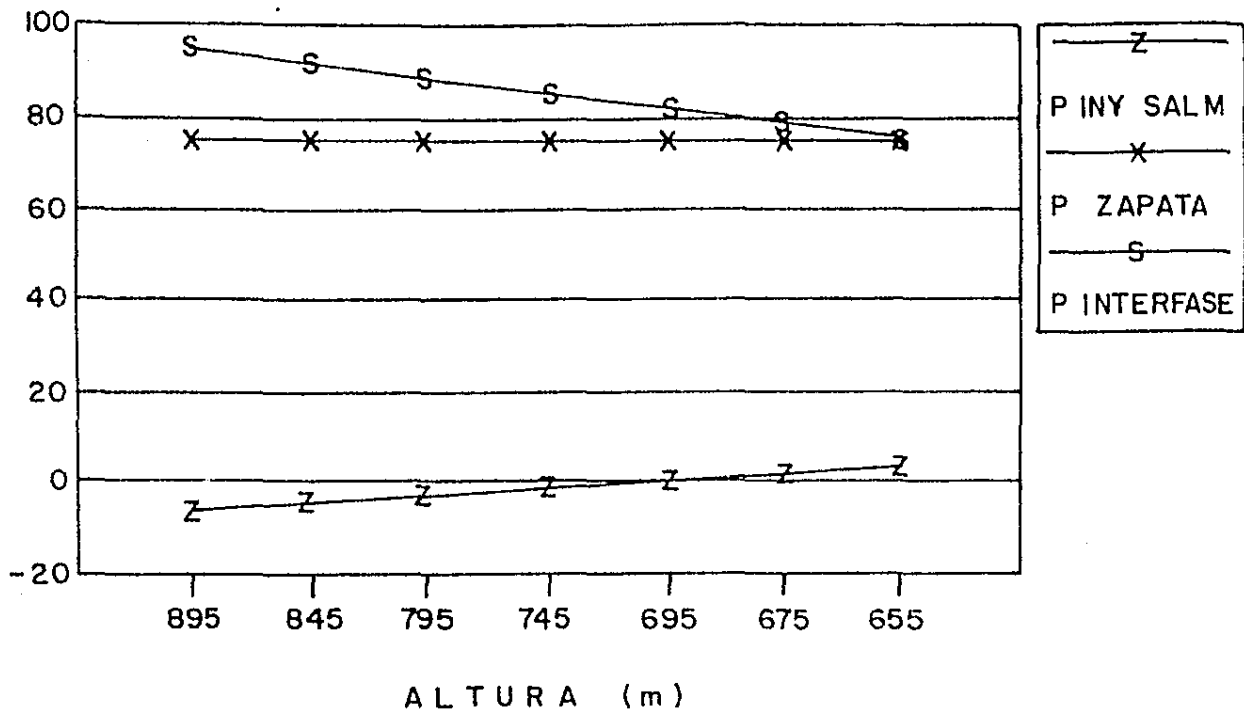
ALTURA (M)	PRESIÓN DE INYECCIÓN DE SALMUERA KG/CM <sup>2</sup>	PRESIÓN DE LA ZAPATA KG/CM <sup>2</sup>	PRESIÓN DE LA INTERFASE KG/CM <sup>2</sup>
895	-1.46	79.37	100.97
845	0.12	79.37	96.56
795	1.70	79.37	92.15
745	3.29	79.37	87.75
695	4.87	79.37	83.34
645	5.50	79.37	81.58
595	6.13	79.37	79.81

OPERACION DE LLENADO CON CRUDO LIGERO MARINO  
(FLUJO=100 m.b.p.d.)



OPERACION DE VACIADO CRUDO LIGERO MARINO  
(FLUJO = 100 m.b.p.d)

84



CRUDO TIPO

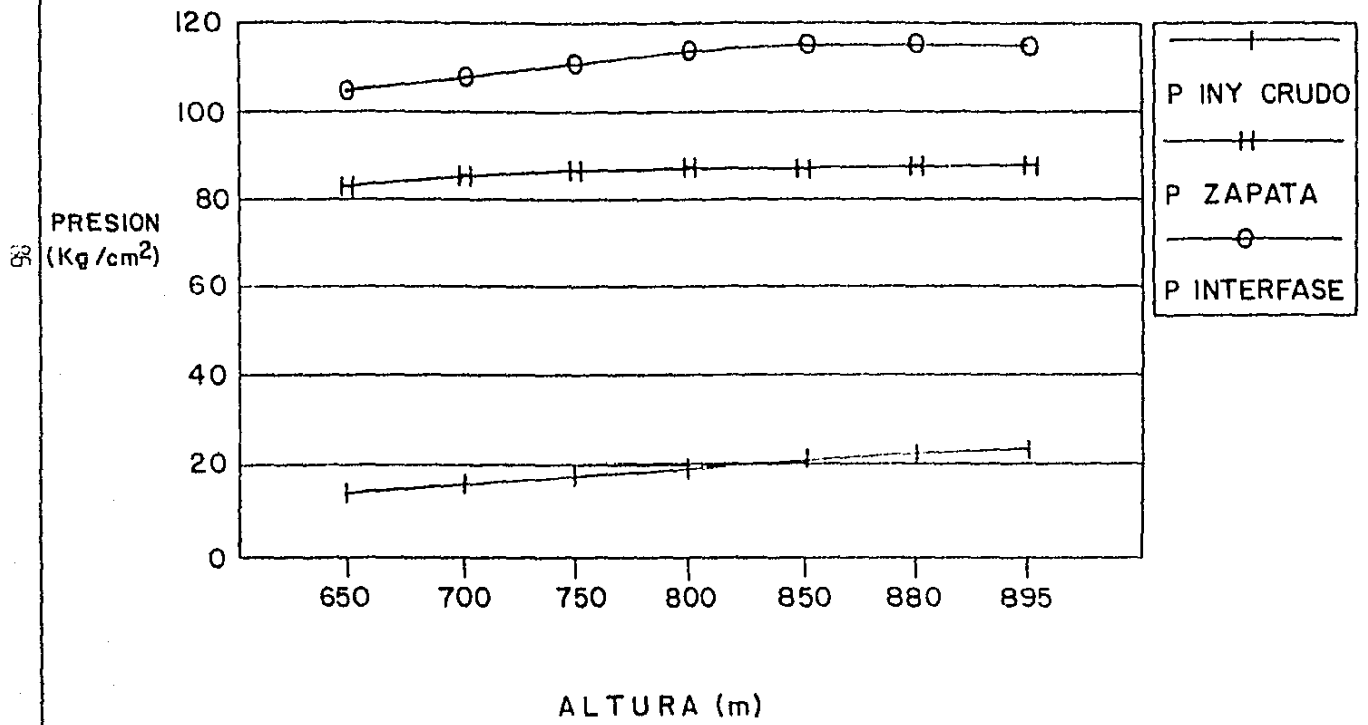
LIGERO MESOZOICO

VELOCIDAD EN EL ANULAR (M/S, FT/S) =	1.777436	2.76
VELOCIDAD EN EL TUBING (M/S, FT/S) =	2.98258	9.785248
DIÁMETRO DEL DUCTO DE ALIMENTACIÓN (M, IN) =	0.15625	6.151562
PROFUNDIDAD DE LA ZAPATA (M, FT) =	600	1968.48
PROFUNDIDAD DE LA INTERFASE SUPERIOR (M, FT) =	650	2132.52
PROFUNDIDAD DE LA INTERFASE INFERIOR (M, FT) =	900	2952.72
DENSIDAD DEL CRUDO (G/CM <sup>3</sup> , LB/FT <sup>3</sup> ) =	0.838621	52.34672
DENSIDAD DE LA SALMUERA (G/CM <sup>3</sup> , LB/FT <sup>3</sup> ) =	1.198	74.77916
DENSIDAD DEL AGUA (G/CM <sup>3</sup> , LB/FT <sup>3</sup> ) =	0.9999	62.41376
FACTOR DE FRICCIÓN EN EL ANULAR =	0.0337	
FACTOR DE FRICCIÓN EN EL TUBO 11 3/4" =	0.0268	
GASTO POR CAVIDAD (M <sup>3</sup> /S, MMBBD) =	0.1840278	100
PÉRDIDA DE PRESIÓN ANULAR KG/CM <sup>2</sup> = P.A. =	1.895172	KG/CM <sup>2</sup>
PÉRDIDA DE PRESIÓN TUBO 11 3/4" KG/CM <sup>2</sup> = P.T. =	4.7906307	KG/CM <sup>2</sup>
DIÁMETRO DEL ANULAR (M, IN) =	0.15624	6.151169
DIÁMETRO DEL TUBO 11 3/4" (M, IN) =	0.275	10.82675
LONGITUD DEL TUBO 11 3/4" (M, IN) =	905	35629.85
LONGITUD DEL ANULAR (M, IN) =	650	25590.5

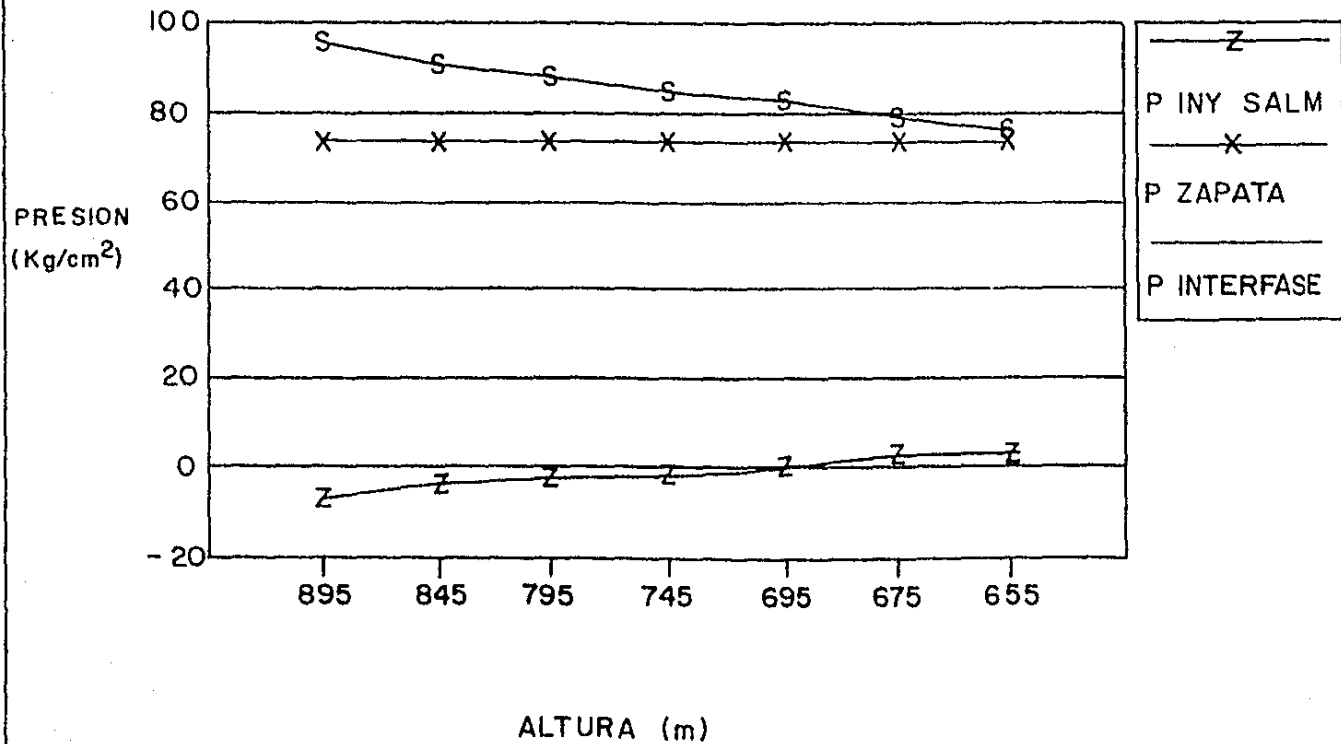
ALTURA (M)	PRESIÓN DE INYECCIÓN DE CRUDO KG/CM <sup>2</sup>	PRESIÓN DE LA ZAPATA KG/CM <sup>2</sup>	PRESIÓN DE LA INTERFASE KG/CM <sup>2</sup>
650	32.25	80.67	105.83
700	34.04	82.46	107.62
750	35.84	84.26	109.42
800	37.64	86.06	111.22
850	39.43	87.86	113.01
880	40.51	88.93	114.09
895	41.05	89.47	114.63

ALTURA (M)	PRESIÓN DE INYECCIÓN DE SALMUERA KG/CM <sup>2</sup>	PRESIÓN DE LA ZAPATA KG/CM <sup>2</sup>	PRESIÓN DE LA INTERFASE KG/CM <sup>2</sup>
895	-5.48	76.41	96.95
845	-3.68	76.41	92.76
795	-1.88	76.41	88.57
745	-0.09	76.41	84.37
695	1.71	76.41	80.18
645	2.43	76.41	78.50
595	3.15	76.41	76.82

OPERACION DE LLENADO CON CRUDO LIGERO MESOZOICO  
(FLUJO=100m.p.p.d)



OPERACION DE VACIADO DE CRUDO LIGERO MESOZOICO  
(FLUJO=100m.b.p.d.)





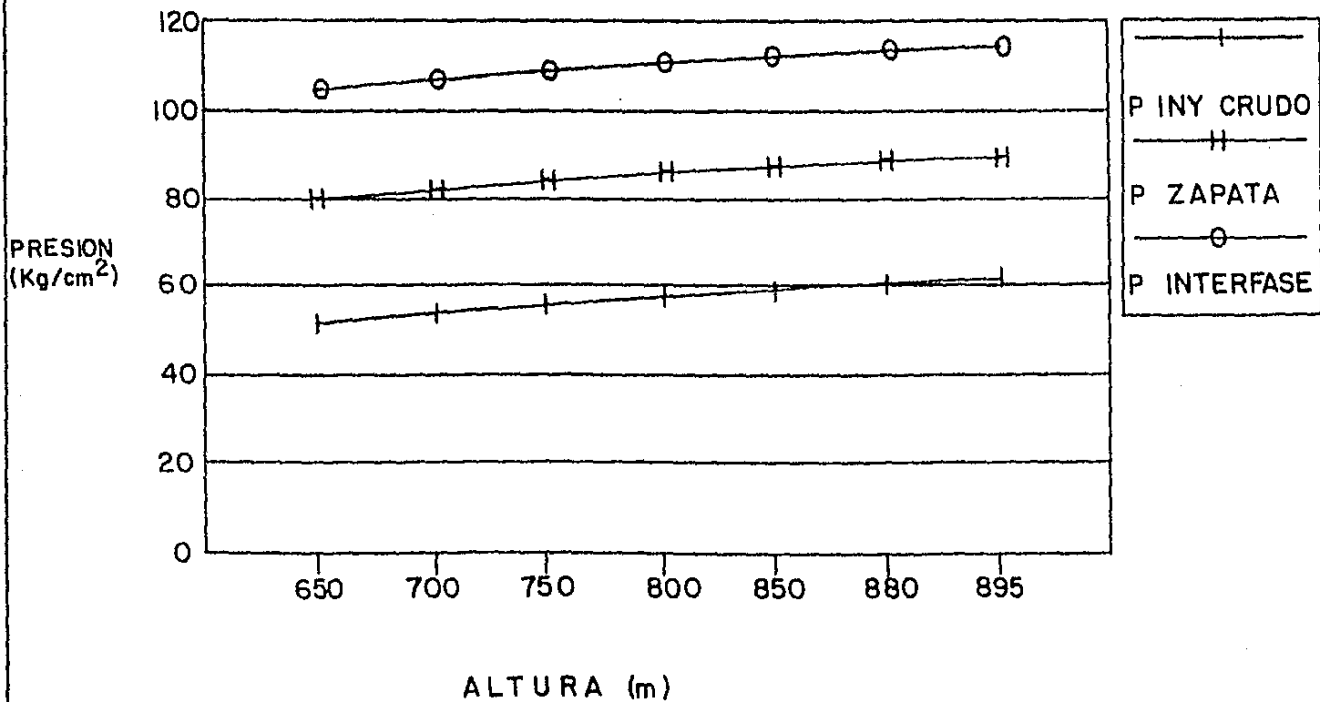
**CRUDO TIPO**

**MAYA**

VELOCIDAD EN EL ANULAR (M/S, FT/S) =	0.888718	2.76
VELOCIDAD EN EL TUBING (M/S, FT/S) =	1.49129	4.892624
DIÁMETRO DEL DUCTO DE ALIMENTACIÓN (M, IN) =	0.15625	6.151562
PROFUNDIDAD DE LA ZAPATA (M, FT) =	600	1968.48
PROFUNDIDAD DE LA INTERFASE SUPERIOR (M, FT) =	650	2132.52
PROFUNDIDAD DE LA INTERFASE INFERIOR (M, FT) =	900	2952.72
DENSIDAD DEL CRUDO (G/CM <sup>3</sup> , LB/FT <sup>3</sup> ) =	0.916	57.17672
DENSIDAD DE LA SALMUERA (G/CM <sup>3</sup> , LB/FT <sup>3</sup> ) =	1.198	74.77916
DENSIDAD DEL AGUA (G/CM <sup>3</sup> , LB/FT <sup>3</sup> ) =	0.9999	62.41376
FACTOR DE FRICCIÓN EN EL ANULAR =	0.0345	
FACTOR DE FRICCIÓN EN EL TUBO 11 3/4" =	0.0257	
GASTO POR CAVIDAD (M <sup>3</sup> /S, MMBDD) =	0.0920139	50
PÉRDIDA DE PRESIÓN ANULAR KG/CM <sup>2</sup> = P.A. = 0.5297947	KG/CM <sup>2</sup>	
PÉRDIDA DE PRESIÓN TUBO 11 3/4" KG/CM <sup>2</sup> = P.T. = 1.1485001	KG/CM <sup>2</sup>	
DIÁMETRO DEL ANULAR (M, IN) =	0.15624	6.151169
DIÁMETRO DEL TUBO 11 3/4" (M, IN) =	0.275	10.82675
LONGITUD DEL TUBO 11 3/4" (M, IN) =	905	35629.85
LONGITUD DEL ANULAR (M, IN) =	950	25590.5

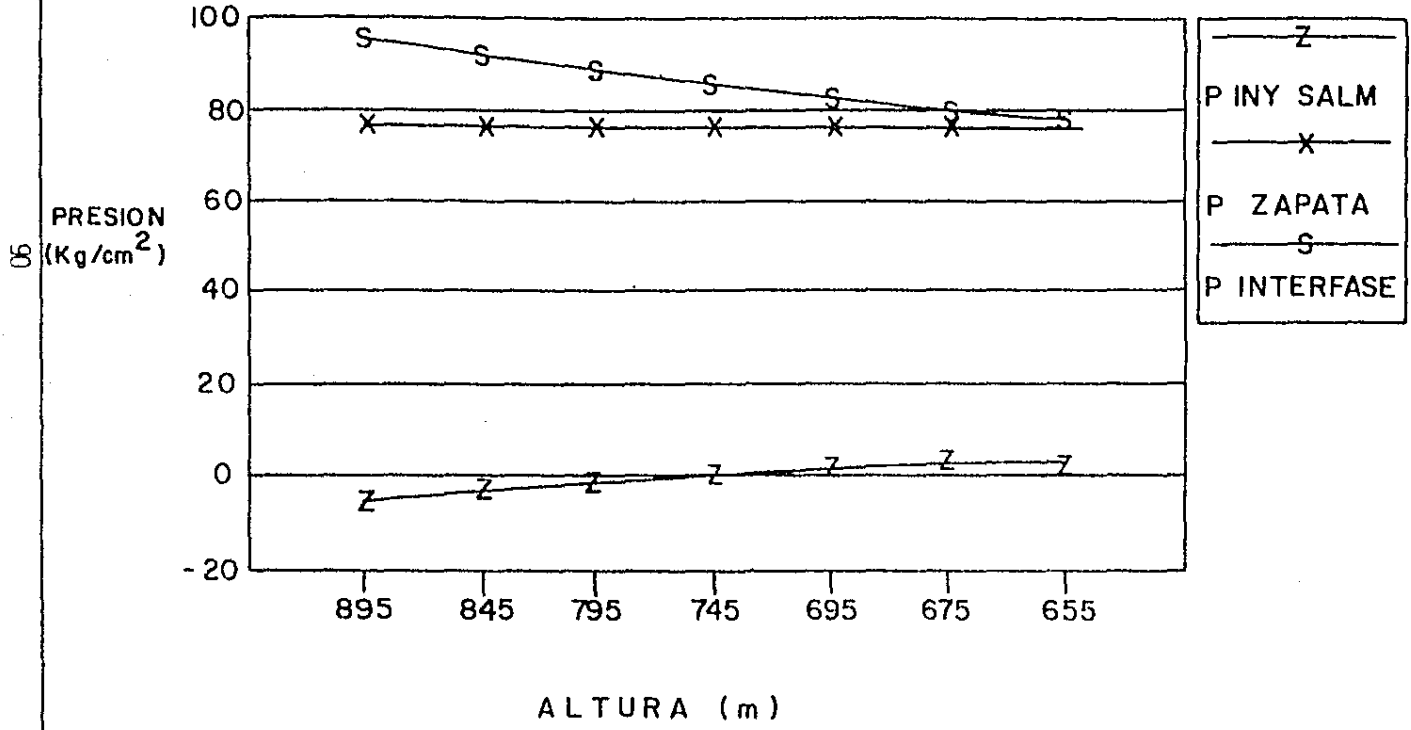
ALTURA (M)	PRESIÓN DE INYECCIÓN DE CRUDO KG/CM <sup>2</sup>	PRESIÓN DE LA ZAPATA KG/CM <sup>2</sup>	PRESIÓN DE LA INTERFASE KG/CM <sup>2</sup>
650	22.21	76.64	104.12
700	23.62	78.05	105.53
750	25.03	79.46	106.94
800	26.44	80.87	108.35
850	27.85	82.28	109.76
880	28.69	83.12	110.60
895	29.12	83.55	111.03

ALTURA (M)	PRESIÓN DE INYECCIÓN DE SALMUERA KG/CM <sup>2</sup>	PRESIÓN DE LA ZAPATA KG/CM <sup>2</sup>	PRESIÓN DE LA INTERFASE KG/CM <sup>2</sup>
895	-3.56	80.07	102.51
845	-2.15	80.07	97.93
795	-0.74	80.07	93.35
745	0.67	80.07	88.77
695	2.08	80.07	84.19
645	2.64	80.07	82.36
595	3.21	80.07	80.53



OPERACION DE LLENADO CON CRUDO MAYA  
(FLUJO = 50 m.b.p.d.)

OPERACION DE VACIADO DE CRUDO MAYA  
(FLUJO = 50m. b.p.d)



CRUDO TIPO

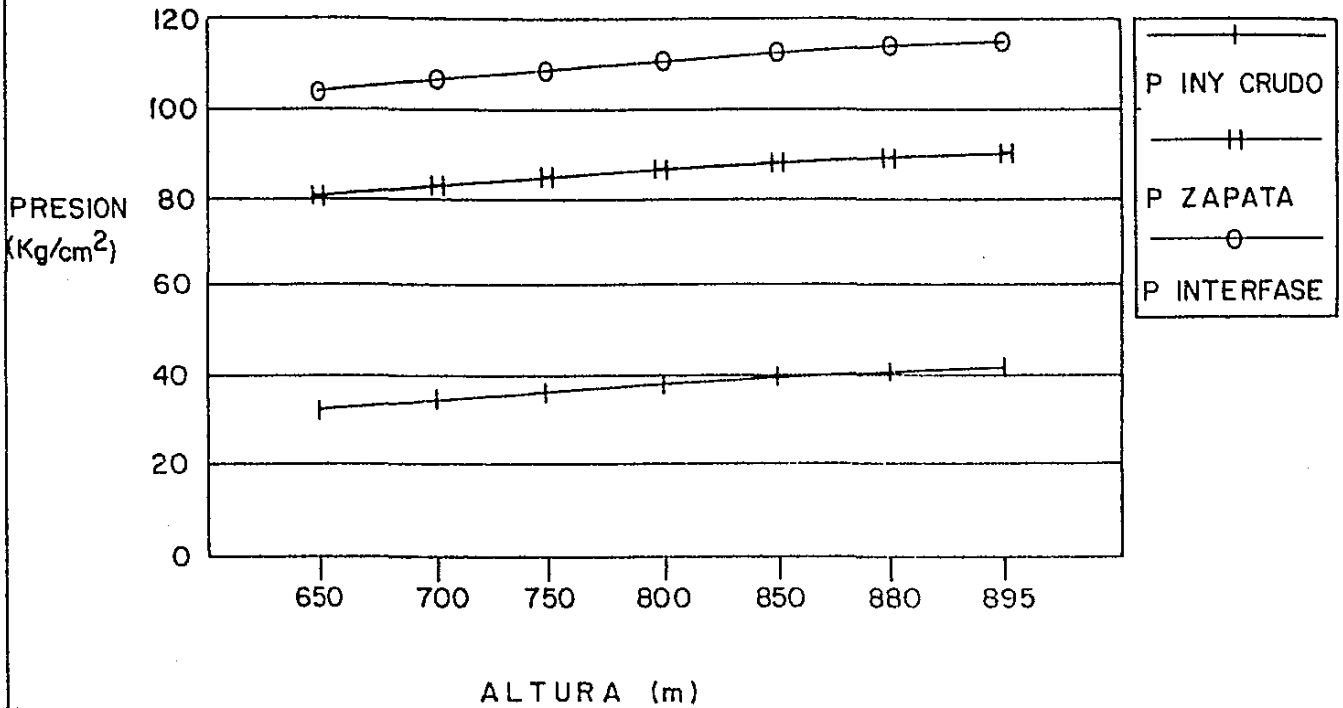
LIGERO MARINO

VELOCIDAD EN EL ANULAR (M/S, FT/S) =	0.888718	2.76
VELOCIDAD EN EL TUBING (M/S, FT/S) =	1.49129	4.892624
DIÁMETRO DEL DUCTO DE ALIMENTACIÓN (M, IN) =	0.15625	6.151562
PROFUNDIDAD DE LA ZAPATA (M, FT) =	600	1968.48
PROFUNDIDAD DE LA INTERFASE SUPERIOR (M, FT) =	650	2132.52
PROFUNDIDAD DE LA INTERFASE INFERIOR (M, FT) =	900	2952.72
DENSIDAD DEL CRUDO (G/CM <sup>3</sup> , LB/FT <sup>3</sup> ) =	0.88157	55.0276
DENSIDAD DE LA SALMUERA (G/CM <sup>3</sup> , LB/FT <sup>3</sup> ) =	1.198	74.77916
DENSIDAD DEL AGUA (G/CM <sup>3</sup> , LB/FT <sup>3</sup> ) =	0.9999	62.41376
FACTOR DE FRICCIÓN EN EL ANULAR =	0.0332	
FACTOR DE FRICCIÓN EN EL TUBO II 3/4" =	0.0257	
GASTO POR CAVIDAD (M <sup>3</sup> /S, MM <sup>3</sup> /D) =	0.0920139	50
PÉRDIDA DE PRESIÓN ANULAR KG/CM <sup>2</sup> = P.A=0.4906682 KG/CM <sup>2</sup>		
PÉRDIDA DE PRESIÓN TUBO II 3/4" KG/CM <sup>2</sup> = P.T= 1.1485001 KG/CM <sup>2</sup>		
DIÁMETRO DEL ANULAR (M, IN) =	0.15624	6.151169
DIÁMETRO DEL TUBO II 3/4" (M, IN) =	0.275	10.82675
LONGITUD DEL TUBO II 3/4" (M, IN) =	905	35629.85
LONGITUD DEL ANULAR (M, IN) =	650	25590.5

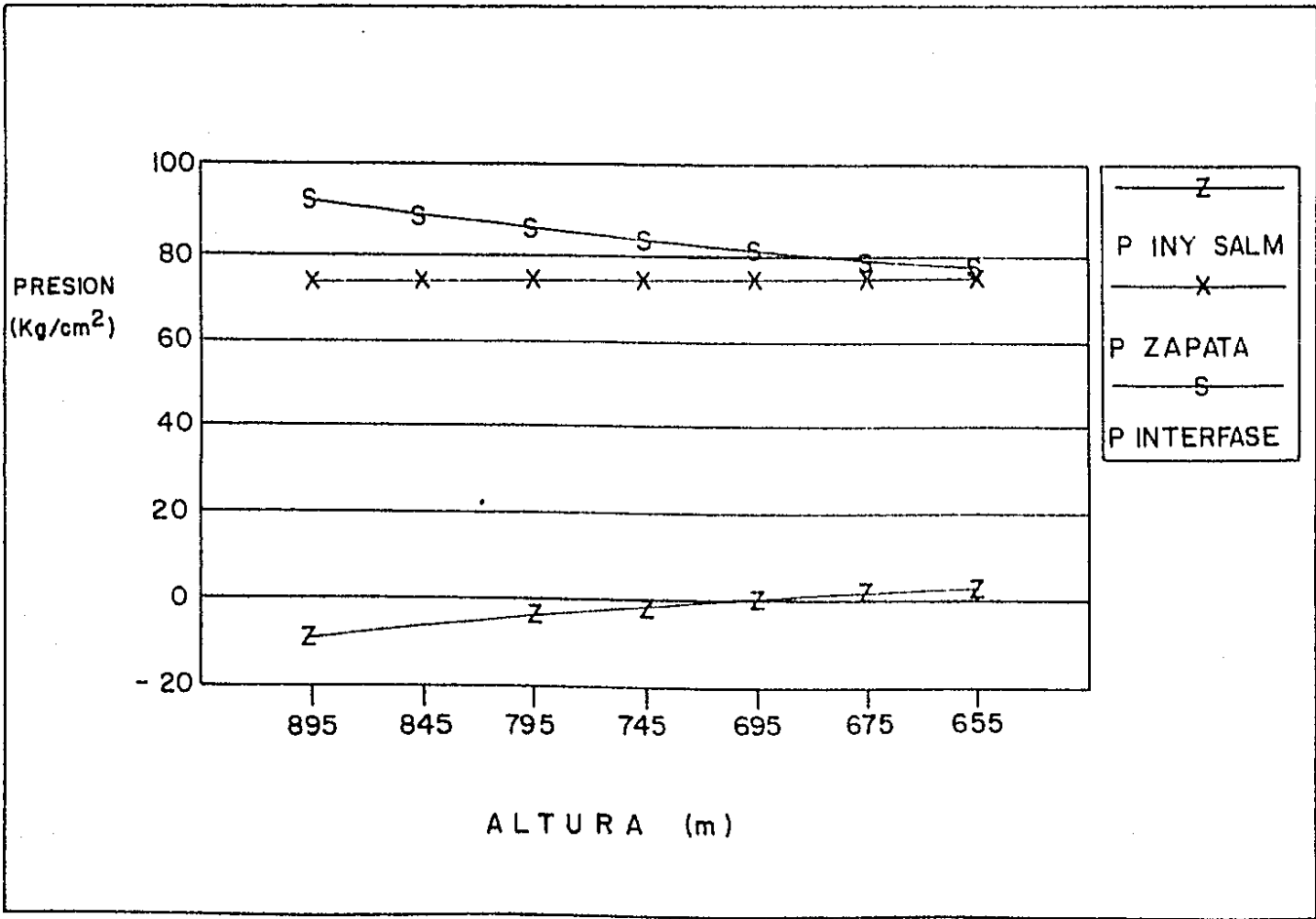
ALTURA (M)	PRESIÓN DE INYECCIÓN DE CRUDO KG/CM <sup>2</sup>	PRESIÓN DE LA ZAPATA KG/CM <sup>2</sup>	PRESIÓN DE LA INTERFASE KG/CM <sup>2</sup>
650	24.41	76.81	103.26
700	25.99	78.39	104.84
750	27.57	79.97	106.42
800	29.15	81.56	108.00
850	30.74	83.14	109.59
880	31.69	84.09	110.54
895	32.16	84.56	111.01

ALTURA (M)	PRESIÓN DE INYECCIÓN DE SALMUERA KG/CM <sup>2</sup>	PRESIÓN DE LA ZAPATA KG/CM <sup>2</sup>	PRESIÓN DE LA INTERFASE KG/CM <sup>2</sup>
895	-6.68	77.79	99.39
845	-5.10	77.79	94.98
795	-3.52	77.79	90.58
745	-1.93	77.79	86.17
695	-0.35	77.79	81.76
645	0.28	77.79	80.00
595	0.91	77.79	78.23

OPERACION DE LLENADO CON CRUDO LIGERO MARINO  
(FLUJO = 50 m. b.p.d.)



OPERACION DE VACIADO DE CRUDO LIGERO MARINO  
(FLUJO = 50 m.b.p.d.)



93

CRUDO TIPO

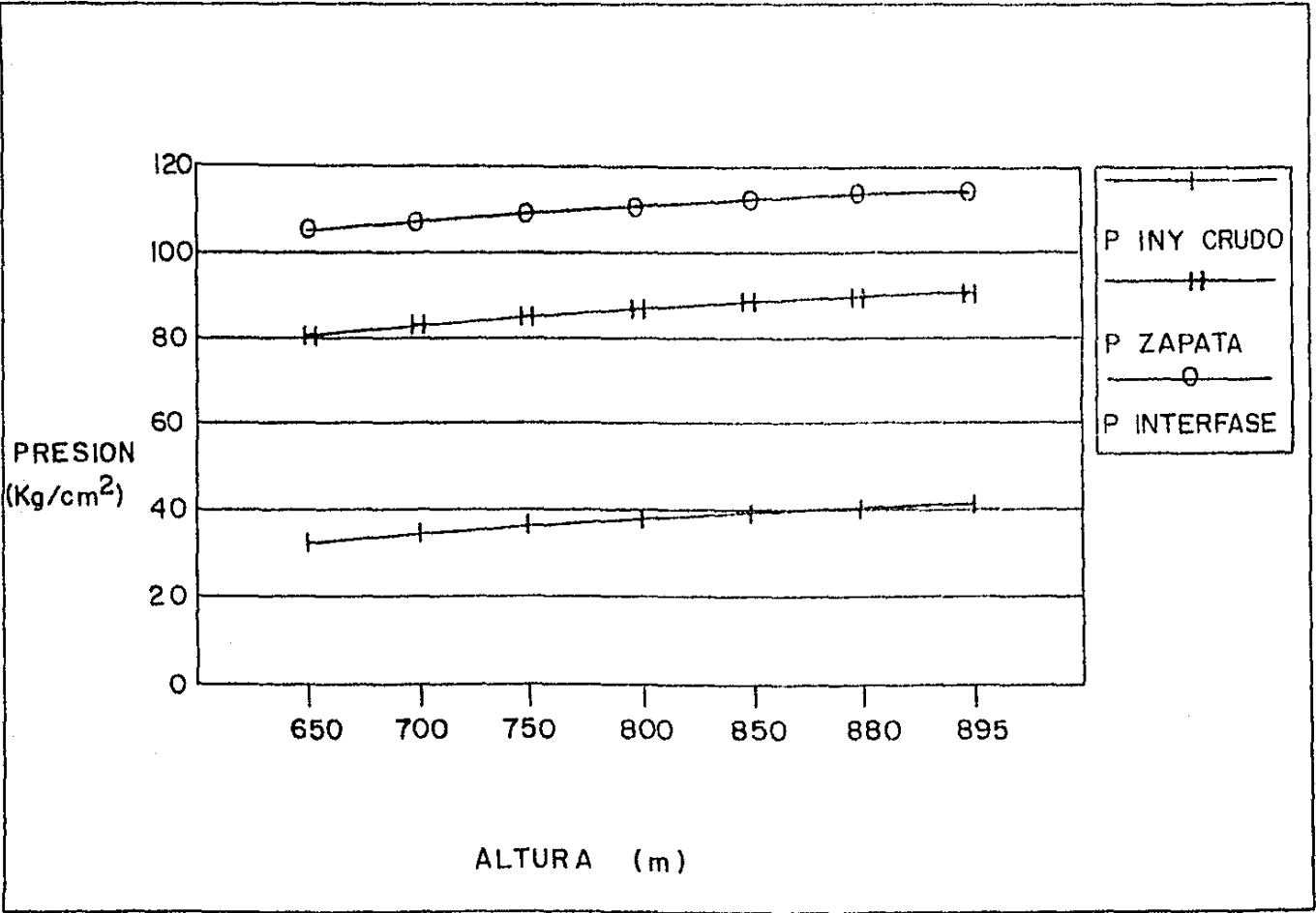
LIGERO MESOZOICO

VELOCIDAD EN EL ANULAR (M/S, FT/S) =	0.888718	1.38
VELOCIDAD EN EL TUBING (M/S, FT/S) =	1.49129	4.832624
DIÁMETRO DEL DUCTO DE ALIMENTACIÓN (M, IN) =	0.15625	6.151562
PROFUNDIDAD DE LA ZAPATA (M, FT) =	600	1968.48
PROFUNDIDAD DE LA INTERFASE SUPERIOR (M, FT) =	650	2132.52
PROFUNDIDAD DE LA INTERFASE INFERIOR (M, FT) =	900	2952.72
DENSIDAD DEL CRUDO (G/CM <sup>3</sup> , LB/FT <sup>3</sup> ) =	0.858621	52.34672
DENSIDAD DE LA SALMUERA (G/CM <sup>3</sup> , LB/FT <sup>3</sup> ) =	1.198	74.77916
DENSIDAD DEL AGUA (G/CM <sup>3</sup> , LB/FT <sup>3</sup> ) =	0.9999	62.41376
FACTOR DE FRICCIÓN EN EL ANULAR =	0.0334	
FACTOR DE FRICCIÓN EN EL TUBO 11 3/4" =	0.0257	
GASTO POR CAVIDAD (M <sup>3</sup> /S, MMBBB) =	0.0920139	50
PÉRDIDA DE PRESIÓN ANULAR KG/CM <sup>2</sup> = P.A=0.4695753 KG/CM <sup>2</sup>		
PÉRDIDA DE PRESIÓN TUBO 11 3/4" KG/CM <sup>2</sup> = P.T= 1.1485001 KG/CM <sup>2</sup>		
DIÁMETRO DEL ANULAR (M, IN) =	0.15624	6.151169
DIÁMETRO DEL TUBO 11 3/4" (M, IN) =	0.275	10.82675
LONGITUD DEL TUBO 11 3/4" (M, IN) =	905.	35629.85
LONGITUD DEL ANULAR (M, IN) =	650.	25590.5

ALTURA (M)	PRESIÓN DE INYECCIÓN DE CRUDO KG/CM <sup>2</sup>	PRESIÓN DE LA ZAPATA KG/CM <sup>2</sup>	PRESIÓN DE LA INTERFASE KG/CM <sup>2</sup>
650	27.18	77.03	102.18
700	28.97	78.82	103.98
750	30.77	80.62	105.78
800	32.57	82.42	107.57
850	34.37	84.21	109.37
880	35.44	85.29	110.45
895	35.98	85.83	110.99

ALTURA (M)	PRESIÓN DE INYECCIÓN DE SALMUERA KG/CM <sup>2</sup>	PRESIÓN DE LA ZAPATA KG/CM <sup>2</sup>	PRESIÓN DE LA INTERFASE KG/CM <sup>2</sup>
895	-10.55	74.98	95.53
845	-8.75	74.98	91.33
795	-6.95	74.98	87.14
745	-5.16	74.98	82.95
695	-3.36	74.98	78.75
645	-2.64	74.98	77.08
595	-1.92	74.98	75.40

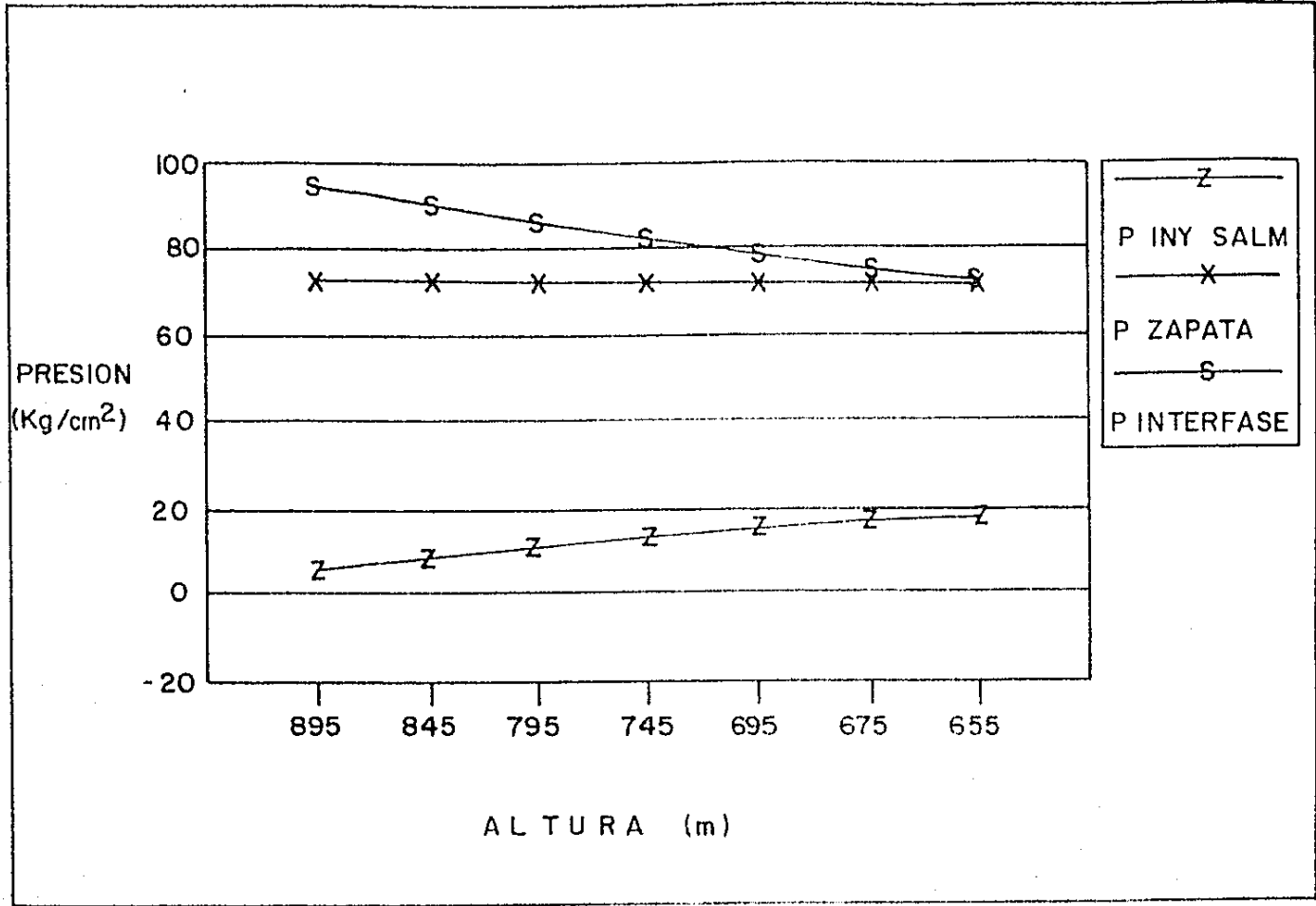
OPERACION DE LLENADO CON CRUDO LIGERO MESOZOICO  
(FLUJO = 50 m.b.p.d.)





OPERACION DE VACIADO DE CRUDO LIGERO MESOZOICO  
 (FLUJO = 50 m. b.p.d.)

95



## ESTIMACION DE LA PRESTION DIFERENCIAL DE LAS BOMBAS DE CRUDO

A CONDICIONES DE FLUJO MÁXIMO.

TIPO DE CRUDO	PRESTION DE INYECCION Kg/cm <sup>2</sup>	PRESTION EN PALOMAS Kg/cm <sup>2</sup>	PRESTION DIFERENCIAL Kg/cm <sup>2</sup>	PRESTION DIFERENCIAL DE DISEÑO Kg/cm <sup>2</sup>
MAYA	45.21	15	31.21	38
LIGERO MARTINO	47.19	15	32.19	39
LIGERO MESOZOICO	50.18	15	35.18	43.0

## DETERMINACION DE FLUJO MAXIMO POR CAVIDAD

PARA LA DETERMINACIÓN DE FLUJO MÁXIMO POR CAVIDAD, SE CONSIDERARON COMO PARÁMETROS FUNDAMENTALES LA PRESIÓN DE LA INYECCIÓN, PRESIÓN MÁXIMA QUE SOPORTA LA ZAPATA DE 18" EN CADA CAVIDAD, DIÁMETRO DEL OLEODUCTO, PÉRDIDAS DE PRESIÓN POR FRICCIÓN, VELOCIDAD MÁXIMA RECOMENDADA EN EL ANULAR Y TUBO DE 11 3/4".

EXISTEN DOS POSIBILIDADES PARA EL TRANSPORTE DE CRUDO,

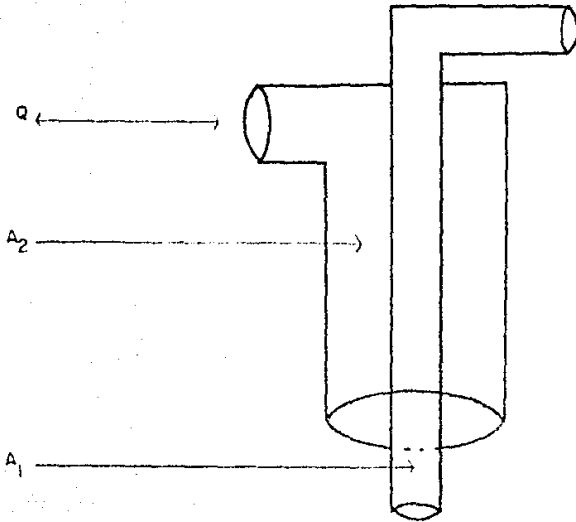
I.- EL FLUJO MÁXIMO HACIA Y DESDE EL SISTEMA POR UN OLEODUCTO, MANEJANDO UN TIPO DE CRUDO ES DE 450 MBPD,

II.- DISPONIENDO DE DOS TIPOS DE CRUDO USANDO DOS OLEODUCTOS, EL FLUJO MÁXIMO POR UN OLEODUCTO ES DE 300 MBPD Y EN EL DUCTO RESTANTE DE 150 MBPD,

ES DECIR EL FLUJO MÁXIMO POR CAVIDAD ES DE 150 MBPD,

EL PROCESO DE CÁLCULO SE MUESTRA A CONTINUACIÓN,

### ESTIMACION DE FLUJO MAXIMO.



$Q = F$  (DIÁMETRO, VELOCIDAD, PRESIÓN DE LA ZAPATA, ETC.)

$Q = US$

$Q =$  GASTO VOLUMÉTRICO,

$S =$  ÁREA TRANSVERSAL DEL TUBO,

$U =$  VELOCIDAD DEL FLUÍDO.

$$S_1 = \frac{\pi}{4} D_1^2$$

CALCULANDO EL ÁREA TRANSVERSAL LOS DOS TUBOS:

$$S_1 = 0,5599 \text{ FT}^2$$

$$S_2 = 1,7670 \text{ FT}^2$$

$$S = 1,0140 \text{ FT}^2 \quad (\text{ÁREA TRANSVERSAL DEL ANULAR}).$$

SE FIJAN TRES PARÁMETROS DE VELOCIDAD DE CRUDO ATRAVÉS DEL TUPO DE 11 3/4",

$$U_{\text{MÁX}} = 15 \text{ FT/SEG}$$

$$U_{\text{MÍN}} = 4 \text{ FT/SEG.}$$

$$U_{\text{NORM}} = 8 \text{ FT/SEG}$$

DE ACUERDO CON LAS VELOCIDADES PROPUESTAS SE OBTIENEN LOS GASTOS CORRESPONDIENTES.

$$Q_{M\acute{A}X} = 11.30 \text{ FT}^3/\text{SEG} = 174 \text{ MBPD}$$

$$Q_{NORM} = 6.02 \text{ FT}^3/\text{SEG} = 92 \text{ MBPD}$$

$$Q_{M\acute{I}N} = 2.26 \text{ FT}^3/\text{SEG} = 45 \text{ MBPD}$$

ESTOS GASTOS SE TOMAN COMO LA PRIMERA ESTIMACIÓN PARA DEFINIR LAS CONDICIONES DEL PROCESO.

ANTES DE EMPEZAR CON LA ESTIMACIÓN DEL FLUJO MÁXIMO POR CAVIDAD, ES INDISPENSABLE CALCULAR EL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA QUE FUNGIRÁ COMO OLEODUCTO, USANDO LA ECUACIÓN DE COLBURN PARA DIÁMETRO ECONÓMICO 11,

$$D_E = 0.058 \frac{(w) 0.45}{(\rho) 0.31}$$

w = GASTO MÁSCICO LB/H

$\rho$  = DENSIDAD LB/FT<sup>3</sup>

D<sub>E</sub> = DIÁMETRO ECONÓMICO PULGADAS.

LOS RESULTADOS OBTENIDOS DEL CÁLCULO MEDIANTE LA ECUACIÓN ANTERIOR TOMANDO EN CUENTA EL GASTO MÁXIMO SUGERIDO DE 174 MBPD POR CAVIDAD,

INDICAN QUE EL DIÁMETRO ADECUADO ES DE 24".

POR OTRA PARTE EN PETRÓLEOS MEXICANOS SE CUENTA CON DISPONIBILIDAD DE TUBERÍA DE 36" DE DIÁMETRO.

DE ACUERDO CON ESTAS DOS PREMISAS, SE HACE UN ESTUDIO DE CAIDAS DE PRESIÓN EN EL SISTEMA PARA PODER ELEGIR QUE TUBERÍA ES LA QUE FUNGIRÁ COMO OLEODUCTO.

PARA UN GASTO DE 300 MBPD EN EL OLEODUCTO SE OBTUVIERON LOS SIGUIENTES RESULTADOS.

DIÁMETRO DE LA TUBERÍA, PLG	PÉRDIDA DE PRESIÓN EN EL OLEODUCTO, KG/CM <sup>2</sup>			PÉRDIDA DE PRESIÓN SALINDUCTO, KG/CM <sup>2</sup>
	MAYA	LIG. MAR.	LIG. MES.	
20	28.70	28.30	28.10	2.10
24	11.30	11.00	10.72	0.80
30	3.90	3.40	3.15	0.30
36	1.32	1.26	1.20	0.10

PARA DIFERENTES FLUJOS EN EL DUCTO DE 36" LOS VALORES DE P ENCONTRADOS SON:

FLUJO MBPD	TIPO DE CRUDO,		
	MAYA $\Delta P$ KG/CM <sup>2</sup>	LIGERO MARINO $\Delta P$ KG/CM <sup>2</sup>	LIGERO MESOZOICO $\Delta P$ KG/CM <sup>2</sup>
600	5.20	4.99	4.76
450	2.93	2.82	2.68
375	2.06	1.98	1.88
300	1.32	1.26	1.20

DE ESTOS RESULTADOS SE OBSERVA QUE A MEDIDA QUE SE AUMENTA EL FLUJO DE 25-MBPD, LA CAÍDA DE PRESIÓN SE INCREMENTA DE 1.5 A 1.7 VECES EN EL DUCTO, POR LO QUE SE PUEDE ESPERAR RESULTADOS SIMILARES PARA LOS DIFERENTES DIÁMETROS -- ANALIZADOS EN LA TABLA ANTERIOR, DE TAL SUERTE QUE LA TUBERÍA DE 36" PARA EL OLEODUCTO RESULTA ADECUADA PARA EL SISTEMA.

RETOMANDO EL CÁLCULO DE FLUJO MÁXIMO POR CAVIDAD, ADEMÁS DE LA VELOCIDAD Y EL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA, EL FLUJO ES FUNCIÓN DE LA PRESIÓN EN LA ZAPATA DE 18", YA QUE ESTE NO DEBE CAUSAR UNA PRESIÓN EN LA ZAPATA MAYOR AL VALOR MÁXIMO QUE SOPORTA LA MISMA.

A CONTINUACIÓN SE PRESENTA UNA TABLA CON LOS VALORES OBTENIDOS PARA DIFERENTES FLUJOS Y TIPOS DE CRUDO EN LAS CONDICIONES DE REQUERIMIENTOS DE MÁXIMA ENERGÍA POR EL SISTEMA.

PRESION DE LA ZAPATA DE 18" EN CONDICIONES

DE REQUERIMIENTOS DE MAXIMA ENERGIA POR EL SISTEMA A DIVERSOS FLUJOS

PRESION EN LA ZAPATA (Kg/cm<sup>2</sup>)

FLUJO POR CAVIDAD MBPD	VELOCIDAD EN EL TUBO DE 1 3/4" FT/SEG	MAYA		LIGERO MARINO		LIGERO MESOZOICO	
		LLENADO	VACIADO	LLENADO	VACIADO	LLENADO	VACIADO
200	19.69	102.05	87.82	103.05	83.75	104.35	81.15
175	17.23	97.43	84.38	98.43	80.82	99.73	77.56
150	14.80	93.44	81.51	94.46	78.29	95.72	75.19
125	12.33	90.04	79.19	91.08	76.12	94.23	73.16
100	9.86	87.26	77.07	88.30	74.33	92.55	71.47
50	4.92	83.56	74.22	84.56	71.91	85.87	69.20

EN ESTE CASO SE OBSERVA QUE PARA LAS CONDICIONES ESTABLECIDAS COMO PARÁMETROS A SEGUIR, LOS FLUJOS POR CAVIDAD SERÁN DE LA SIGUIENTE FORMA.

FLUJO MÁXIMO	150 MBPD
FLUJO NORMAL	100 MBPD
FLUJO MÍNIMO	50 MBPD

EN EL CASO DE EXPANSIÓN AL SISTEMA A 12 CAVIDADES SE PUEDE ESTABLECER COMO FLUJO MÁXIMO 100 MBPD Y MÍNIMO 50 MBPD. POR CAVIDAD. POR LAS LIMITACIONES EN EL SISTEMA DE TRANSPORTE, LA CAPACIDAD DE LA CAVIDAD SERÁ LA MISMA QUE LA ENUNCIADA ANTERIORMENTE.



## CRITERIOS DE DISEÑO.

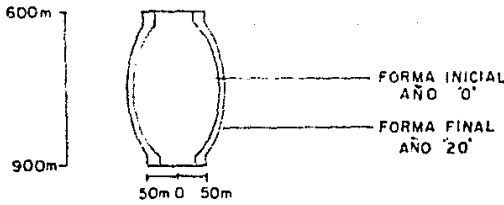
## CRITERIOS DE DISEÑO.

### CAVIDADES.

**CAPACIDAD:** LA CAPACIDAD INICIAL DEL GRUPO DE CAVIDADES SERÁ DE 2.5 MMBBL.,- PREVIENDO UN INCREMENTO A 5 MMBBL. AL FINAL DE LA VIDA ÚTIL DE LAS MISMAS. ÉSTO DEBIDO A LA LIXIVIACIÓN QUE SE PRODUCE AL UTILIZAR SALMUERA NO SATURADA COMO FLUÍDO DE DESPLAZAMIENTO DE CRUDO EN EL PROCESO. ES DECIR CADA CAVIDAD TENDRÁ UNA CAPACIDAD INICIAL DE 833MBBL. DUPLICÁNDOSE AL FINAL DE SU VIDA ÚTIL.

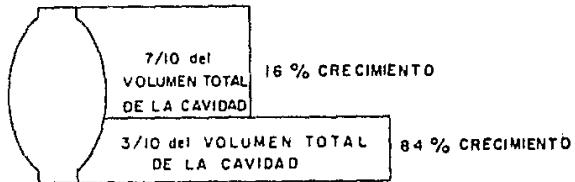
**VIDA ÚTIL:** LAS CAVIDADES SE DISEÑARON PARA FUNCIONAR DE FORMA ADECUADA POR UN PERÍODO DE 20 AÑOS.

CAVIDAD EN TUZANDEPTL.



POR RAZONES DE DISEÑO EL CRECIMIENTO DE LAS CAVIDADES SE GENERARÁ EN UN MAYOR PORCENTAJE EN LA PARTE INFERIOR DE LAS MISMAS.

CAVIDAD



AL FINAL DE LA VIDA ÚTIL DE LAS CAVIDADES, ÉSTAS ADQUIRIRÁN LA FORMA DE CILINDRO Y PERDERÁN DE ÉSTA MANERA SU ESTABILIDAD MECÁNICA, EXISTIENDO RIESGOS IMPORTANTES DE DERRUMBES EN LAS PAREDES DE LAS MISMAS, POR LO QUE SERÍA RECOMENDABLE NO UTILIZARLAS DESPUÉS DE LOS 20 AÑOS DE SERVICIO. EN EL CASO DE SER NECESARIA SU UTILIZACIÓN, ÉSTA DEBERÁ SER CON SALMUERA SATURADA COMO FLUÍDO DE PROCESO.

LAS CAVIDADES DEBERÁN MANTENERSE SIEMPRE LLENAS DE FLUÍDO PARA QUE NO PIERDAN SU ESTABILIDAD MECÁNICA.

POR RAZONES DE DISEÑO LAS CAVIDADES OPERARÁN EN PROMEDIO 8 VECES AL AÑO, PARA QUE SE CUMPLA EL PROYECTO DE VIDA ÚTIL DE 20 AÑOS.

PARA PODER LLEVAR UN REGISTRO EN LOS CAMBIOS DE VOLUMEN DE LAS CAVIDADES, ES NECESARIO CONTAR CON UN SISTEMA DE CONTROL DE FLUJO.

LAS CAVIDADES PODRÁN MANEJAR CUALQUIER TIPO DE CRUDO. EN UN CASO SE PUEDE MANEJAR UN TIPO DE CRUDO PARA LAS TRES CAVIDADES Y EN OTRA POSIBILIDAD UN TIPO DE CRUDO EN DOS CAVIDADES Y OTRO TIPO DE CRUDO EN LA CAVIDAD RESTANTE.

EL GASTO MANEJADO PARA EL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE CRUDO QUEDA CONDICIONADO A LA CAPACIDAD DE VOLUMEN QUE DISPONGA LA ESTACIÓN DE CONTROL Y MEZCLADO DE CRUDO EN PALOMAS. EN CONDICIONES MÁXIMAS DE OPERACIÓN LA ESTACIÓN PALOMAS SUMINISTRARÍA 600 MBPD DE CRUDO PESADO Y 600 MBPD DE CRUDO LIGERO.

#### LLENADO DE CAVIDADES.

EL CRUDO SE MANEJARÁ POR EL ANULAR FORMADO POR LA ZAPATA CEMENTADA DE 18" Y EL TUBO DE 11 3/4".

LA SALMUERA SE MANEJARÁ POR EL TUBO DE 11 3/4".

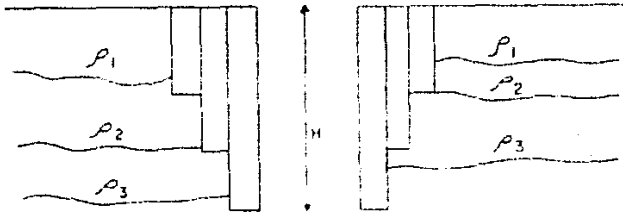
LA INTERFASE CRUDO-SALMUERA DEBERÁ MANTENERSE SIEMPRE ENTRE LOS LÍMITES SUPERIOR E INFERIOR Y POR NINGÚN MOTIVO REBASARLOS.

EL LÍMITE SUPERIOR SE TOMA 50 M. POR DEBAJO DE LA ZAPATA CEMENTADA DE 18".

EL LÍMITE INFERIOR SE TIENE 1 M Ó 5000 M<sup>3</sup> POR ARRIBA DE LA ZAPATA DEL TUBO DE 11 3/4", (TOMA O DESCARGA DEL TUBO).

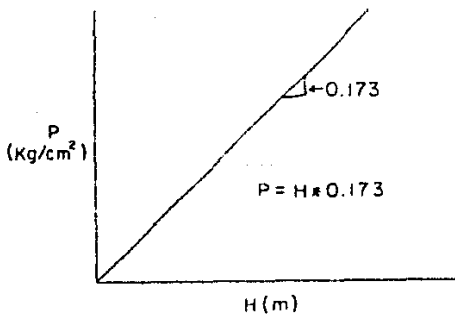
EL FLUJO DEBERÁ SER EL ADECUADO PARA QUE NO SE REBASE LA PRESIÓN DE RUPTURA EN LA ZAPATA CEMENTADA DE 18", YA QUE ES EL PUNTO MÁS DÉBIL DE LA CAVIDAD.

DE ACUERDO CON EL BALANCE DE ENERGÍA EN LA ZAPATA CEMENTADA DE 18" SE OBTIENEN LOS PARÁMETROS SIGUIENTES.



$$P \text{ MAXIMA DE LA ZAPATA} = H \sum_{i=1}^n \rho_i = H * \frac{1.73}{10}$$

$$P \text{ RUPTURA DE LA ZAPATA} = 1.2 * P \text{ MAXIMA DE LA ZAPATA.}$$



### VACIADO DE CAVIDADES

LA SALMUERA SE MANEJARÁ POR EL TUBO DE 11 3/4" Y EL CRUDO POR EL ANULAR FORMADO POR LA ZAPATA DE 18" Y EL TUBO DE 11 3/4".

LA INTERFASE CRUDO-SALMUERA DEBERÁ MANTENERSE SIEMPRE ENTRE LOS LÍMITES SUPERIOR E INFERIOR.

EL FLUJO DE LA SALMUERA DEBERÁ SER TAL QUE, LA PRESIÓN EN LA ZAPATA CEMENTADA NO REBASE SU VALOR DE RUPTURA Y ADEMÁS EL CRUDO TENGA LA PRESIÓN SUFICIENTE PARA LLEGAR A LA ESTACIÓN DE CONTROL Y MEZCLADO DE CRUDO EN PALOMAS.

### SISTEMA DE PRESAS DE SALMUERA

SE CUENTA CON TRES CUENCAS NATURALES PARA ALMACENAMIENTO DE SALMUERA.

			CAPACIDAD MBBL
PRESA	A	PR-101	16.000
PRESA	B	PR-102	4.000
PRESA	C	PR-103	100

### LLENADO DE CAVIDADES.

EN ESTA OPERACIÓN, LA SALMUERA SE DESCARGA EN LAS PRESAS. PARA LA CAPACIDAD INICIAL DEL SISTEMA TUZANDÉPETL, LA PRESA B DA LAS CARACTERÍSTICAS SUFICIENTES PARA FUNCIONAR COMO CUENCA DE ALMACENAMIENTO (EN EL CASO QUE SE NECESITARA UNA MAYOR CAPACIDAD DE SALMUERA, SE IMPLEMENTARÍA LA PRESA A).

### VACIADO DE CAVIDADES.

EN ESTE PROCESO LA SALMUERA DESPLAZA AL CRUDO EN LAS CAVIDADES, LA SUCCIÓN SE ENCUENTRA EN LA PRESA B DE DONDE TOMA EL FLUÍDO Y LO DEPOSITA EN LAS CAVIDADES DESPLAZANDO DE ÉSTA FORMA EL CRUDO ALMACENADO EN LAS MISMAS.

### **PRESA DE ESTABILIZACION.**

COMO APOYO A LAS PRESAS DE ALMACENAMIENTO DE SALMUERA ES NECESARIO CONTAR CON UNA PRESA DE ESTABILIZACIÓN DEL SISTEMA.

ESTA PRESA DE ESTABILIZACIÓN SERÁ AUXILIAR EN LAS SIGUIENTES SITUACIONES:

- PRESENCIA DE INTERFASE CRUDO-SALMUERA EN LA PRESA B.
- DILUCIÓN DE LA SALMUERA POR EFECTOS DE LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL.

LA PRESA C (PR-103) ES LA QUE CUMPLE CON ESTAS CARACTERÍSTICAS DE AUXILIAR PARA EL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE SALMUERA.

APROVECHANDO LAS CARACTERÍSTICAS PROPIAS DEL TERRENO (DIFERENCIAS DE NIVEL) LAS PRESAS B Y C ESTÁN INTERCOMUNICADAS PARA PODER MANEJAR EL EQUIPO DE BOMBEO Y EXCEDENTES EN EL NIVEL OCASIONADOS POR LA LLUVIA.

### **OPERACION CON INTERFASE CRUDO-SALMUERA.**

EN EL CASO DE QUE SE PRESENTE UNA INTERFASE HIDROCARBURO-SALMUERA, SE OPERARÁ UN PROCESO DE RECUPERACIÓN DE CRUDO MEDIANTE UNA PRESA DE SEPARACIÓN - CPI, LA SALMUERA CON HIDROCARBURO SE ENCONTRARÁ EN LA SUPERFICIE DE LA PRESA B, POR LO QUE SE DISPONDRÁ DE UNA BOMBA DE RECOLECCIÓN SUPERFICIAL DE CRUDO - TIPO FLOTANTE LA CUAL DESPLAZARÁ LA INTERFASE AL SEPARADOR CPI. ESTE ÚLTIMO APARTARÁ LA SALMUERA (QUE SE ENVIARÁ A LA PRESA B) DEL CRUDO (QUE SE MANDARÁ A UN TANQUE DE CRUDO RECUPERADO, PARA QUE POSTERIORMENTE SE DISTRIBUYA A LAS CAVIDADES DEBIDO A QUE EL VOLUMEN PROVENIENTE DE ESTA OPERACIÓN ES VARIABLE Y SE DEBE ESPERAR A COLECTAR UNA CANTIDAD SUFICIENTE DE CRUDO PARA EFECTUAR - ESTA ÚLTIMA OPERACIÓN DE DISTRIBUCIÓN).

### **OPERACION DE ELIMINACION DE AGUA DE LLUVIA.**

COMO SE OPERARÁ CON CUENCAS NATURALES, ESTAS SON SUSCEPTIBLES A LOS EFECTOS DEL MEDIO AMBIENTE (LLUVIA Y EVAPORACION DEBIDA A LA RADIACIÓN SOLAR), PREVIENIENDO LAS CONSECUENCIAS QUE ACARREAN ESTOS IMPONDERABLES, SE CONSIDERA-

QUE ES NECESARIO INSTALAR UN SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUA DE LLUVIA, YA QUE ESTA ÚLTIMA BAJA LA CONCENTRACIÓN DE LA SALMUERA Y PROVOCARÍA UN PROCESO INDESEADO EN LAS CAVIDADES DE LIXIVIACIÓN, DISMINUYENDO ASÍ LA VIDA ÚTIL DE LAS MISMAS. SE INSTALARÁ UNA BOMBA DE RECOLECCIÓN SUPERFICIAL TIPO FLOTANTE PARA AGUA DE LLUVIA, QUE CAPTARÁ SOLAMENTE ESTA AGUA DULCE (DEBIDO A SU MENOR DENSIDAD EL AGUA DE LLUVIA PERMANECERÁ DURANTE UN TIEMPO EN LA SUPERFICIE DE LAS PRESAS). ÉSTE SISTEMA DE ELIMINACIÓN DE AGUA DE LLUVIA SE INSTALARÁ EN LA PRESA B, TRANSFIRIENDO EL AGUA DULCE CONTENIDA EN ÉSTA A LA PRESA DE ESTABILIZACIÓN (PRESA C), PARA SU PORTERIOR DISPOSICIÓN AL GOLFO DE MÉXICO (OPERACIÓN DE DESECHO DE SALMUERA).

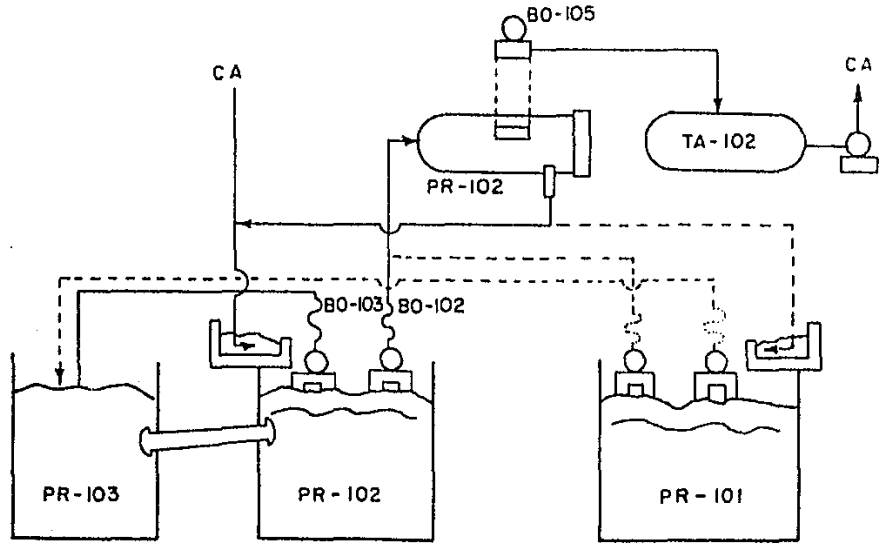
#### OPERACION DE DESECHO DE SALMUERA.

COMO CONSECUENCIA DIRECTA DE LA OPERACIÓN DE ELIMINACIÓN DE AGUA DE LLUVIA O NIVELACIÓN DE LA PRESA B (QUE DESCARGARÁ CUALQUIER EXCEDENCIA EN EL NIVEL MÁXIMO DE LA MISMA EN LA PRESA C), SURGIRÁN EXTRALIMITACIONES EN EL NIVEL DE LA PRESA C, POR LO QUE SE IMPLEMENTARÁ UN SISTEMA DE BOMBEO PARA DESCARGAR ESTAS DEMASÍAS AL GOLFO DE MÉXICO, CUMPLIENDO CON LAS CONDICIONES NECESARIAS PARA NO ALTERAR EN LO POSIBLE LA NATURALEZA EN EL PUNTO DE DESCARGA. ÉSTE PROCESO SE HARÁ UTILIZANDO LA TUBERÍA QUE SIRVIÓ EN LA ETAPA DE LIXIVIACIÓN.

LAS CUENCAS DE ALMACENAMIENTO DE SALMUERA DEBERÁN PRESENTAR PREFERENTEMENTE UNA MÍNIMA ÁREA SUPERFICIAL Y UNA MÁXIMA PROFUNDIDAD, CON EL FIN DE MINIMIZAR LOS EFECTOS DE DILUCIÓN DE LA SALMUERA, FAVORECIENDO LAS CONDICIONES TANTO PARA LA ELIMINACIÓN DE AGUA DE LLUVIA, COMO DE LA INTERFASE CRUDO-SALMUERA.

LA DESCARGA DE LA SALMUERA A LA PRESA B, SE EFECTUARÁ MEDIANTE UN VERTEDE-  
RO DISEÑADO PARA QUE LA TUBERÍA SIEMPRE ESTE SUMERGIDA EN LA SALMUERA, PARA  
EVITAR LA CORROSIÓN EN LA MISMA POR EFECTOS DEL AIRE.





———— CONTEMPLADO PARA OPERAR EN ESTAPA DE DISEÑO

----- CONTEMPLADO PARA ENTRAR EN UNA EXPANSION DEL SISTEMA

## SISTEMA DE INTERCAMBIO DE CRUDO EN CAVIDADES.

EN LA OPERACIÓN DEL PROCESO DE ALMACENAMIENTO DE CRUDO EN TIZANDÉPETL, PUEDEN PRESENTARSE ALGUNOS IMPREVISTOS EN LAS CAVIDADES, UNO DE ELLOS SERÍA UN LLENADO PARCIAL EN LAS CAVIDADES, OTRO FALLAS EN EL SISTEMA DE TUBERÍAS DENTRO DE LAS CAVIDADES, POR LO QUE SE IMPLEMENTARÁ UN SISTEMA DE TRANSFERENCIA DE CRUDO Y OTRO DE INTERCAMBIO DE CRUDO DE EMERGENCIA, RESPECTIVAMENTE.

### TRANSFERENCIA DE CRUDO.

SE DEFINE LA OPERACIÓN DE TRANSFERENCIA DE CRUDO PARA ESTE SISTEMA: COMO EL MOVIMIENTO DE HIDROCARBURO DE UNA CAVIDAD A OTRA, CUANDO SE HA EFECTUADO - TAN SOLO UN LLENADO O VACIADO PARCIAL EN LAS CAVERNAS,

EN ESTE PROCESO SE NECESITA IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE BOMBEO PARA DESPLAZAR EL CRUDO ALMACENADO DE UNA CAVIDAD A OTRA (LOS CRUDOS INTERCAMBIADOS DEBEN SER DEL MISMO TIPO Y CARACTERÍSTICAS, ES DECIR NO DEBE HABER MEZCLA EN LA OPERACIÓN).

CON EL FIN DE PODER OPERAR LAS TRES CAVIDADES CON UN SOLO SISTEMA DE BOMBEO PARA LA TRANSFERENCIA DE CRUDO, ÉSTAS PODRÁN FUNCIONAR MEDIANTE UN CABEZAL QUE OTORQUE LA FLEXIBILIDAD DE PODER TRANSFERIR EL CRUDO DE CUALQUIERA DE LAS TRES CAVIDADES COMO FUENTE A CUALQUIERA DE LAS OTRAS DOS RESTANTES COMO - RECEPTORAS.

### INTERCAMBIO DE CRUDO DE EMERGENCIA.

ESTA OPERACIÓN SE DEFINE COMO EL INTERCAMBIO DE HIDROCARBURO DE UNA CAVIDAD A OTRA POR PRESENTAR PROBLEMAS DE FUNCIONAMIENTO LA CAVIDAD FUENTE (EN ESTE CASO REPARACIONES DE EMERGENCIA).

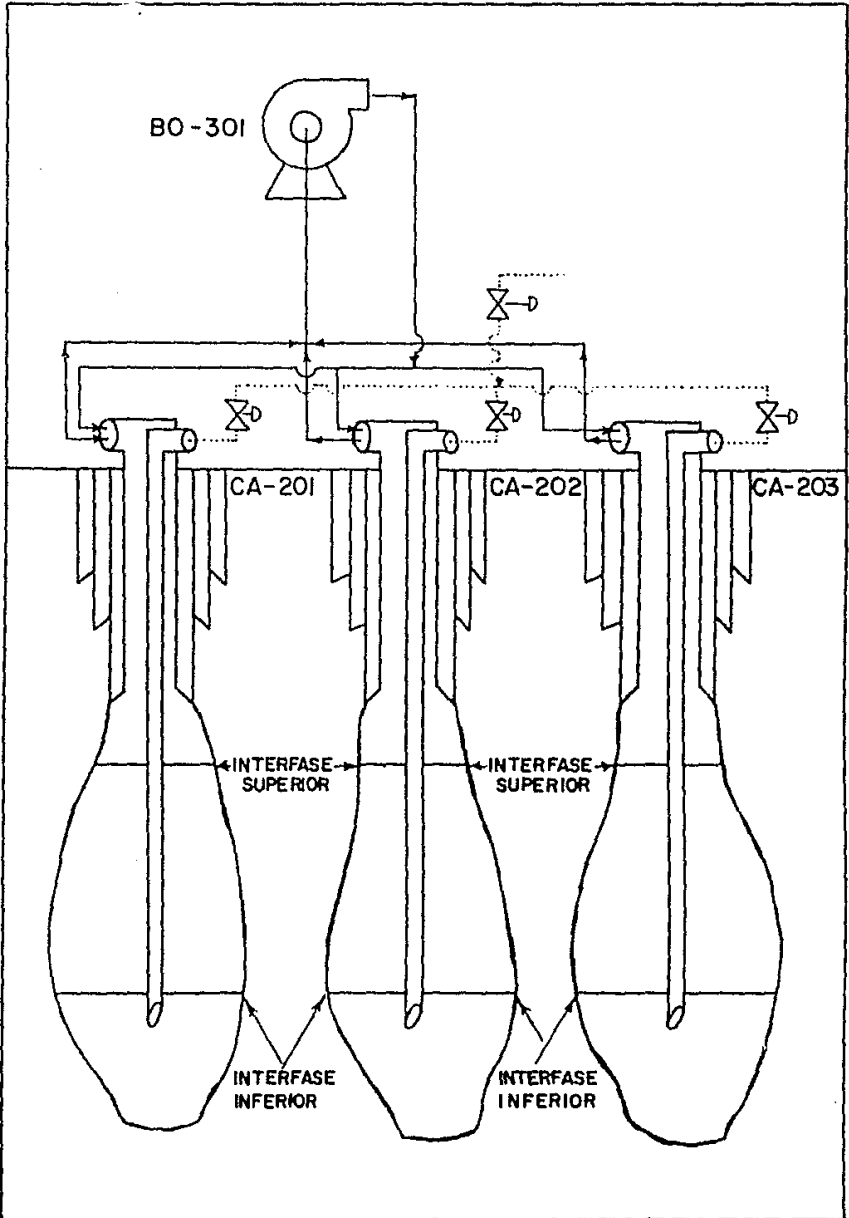
AL IGUAL QUE EN LA OPERACIÓN DE TRANSFERENCIA DE CRUDO SE DEBE IMPLEMENTAR EN ESTE SISTEMA UNA OPERACIÓN DE BOMBEO QUE CONCEDA LAS MISMAS CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES DE LA CITADA OPERACIÓN DE TRANSFERENCIA.

## GENERALIDADES DE LAS OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE CRUDO ENTRE CAVIDADES.

-DEBIDO A QUE TANTO EL SISTEMA DE TRANSFERENCIA DE CRUDO COMO EL DE INTERCAMBIO DE CRUDO DE EMERGENCIA SON OPERACIONES IDÉNTICAS, EL SISTEMA DE BOMBEO PARA AMBOS PROCESOS ES EL MISMO.

-EN CUANTO A LA OPERACIÓN DE LOS PROCESOS MENCIONADOS, SE TIENE QUE LA CAVIDAD QUE ÉSTA SIENDO LLENADA SERÁ LA FUENTE DE SALMUERA QUE DESPLAZARÁ AL -- CRUDO QUE SE TRANSFIERE DE LA OTRA CAVERNA QUE ESTA SIENDO VACIADA.

SISTEMA DE TRANFERENCIA DE CRUDO ENTRE CAVIDADES



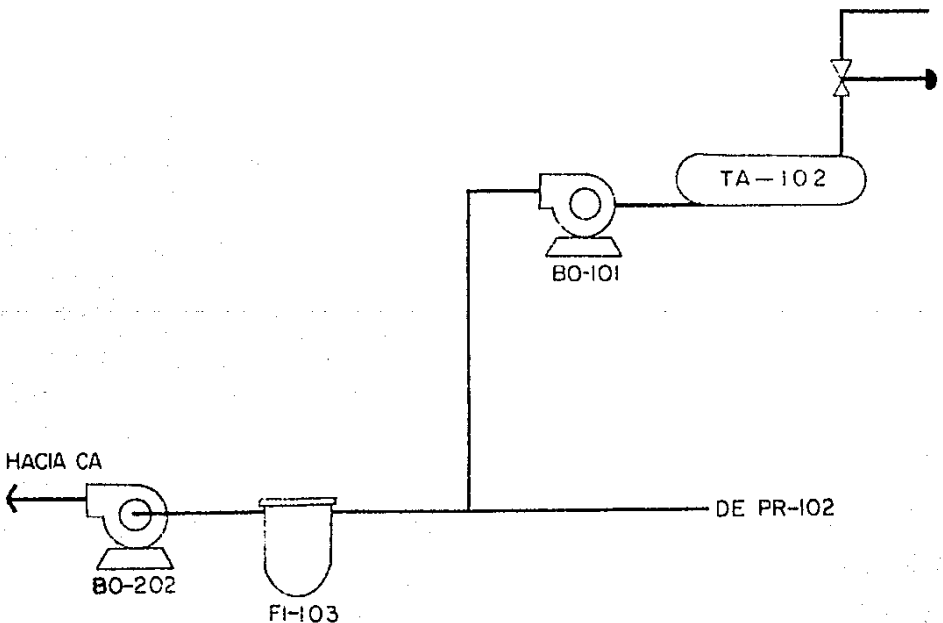
## SISTEMA ANTICORROSIVO.

COMO AGENTE SECUESTRANTE DE OXÍGENO SE UTILIZARÁ BISULFITO DE AMONIO CON UNA DOSIFICACIÓN DE 10 PPM POR PPM DE OXÍGENO DISUELTO EN LA SALMUERA. EL PUNTO DE INYECCIÓN DE ESTE AGENTE QUÍMICO ESTARÁ EN LA LÍNEA DE SUCCIÓN DE LAS BOMBAS DE SALMUERA A CAVIDADES Y DE DESECHO AL MAR (BO-202 Y BO-104).

EL BISULFITO DE AMONIO POSÉE LA PROPIEDAD DE NO REACCIONAR CON EL OXÍGENO DE LA ATMÓSFERA. POR LO QUE SU ALMACENAMIENTO SERÁ EN FORMA CONVENCIONAL (TA-102).

HABIENDO UN PORCENTAJE PEQUEÑO DE OXÍGENO DISUELTO POR SER UNA SALMUERA CASI SATURADA. EL MÉTODO DE REACCIÓN QUÍMICA ES EL QUE SE CONSIDERA MÁS INDICADO PARA ÉSTE PROCESO, YA QUE CUALQUIER OTRO SISTEMA PRESENTARÍA DIFICULTADES PARA LA SEPARACIÓN DEL OXÍGENO EN CANTIDADES TAN PEQUEÑAS ( DE 2 A 5 PPM).

## SISTEMA ANTICORROSIVO



## CRITERIOS DE SELECCION DE EQUIPO

### BOMBAS PARA DESPLAZAMIENTO DE FLUIDOS.

Uso	CLAVE	CRITERIO.
INYECCIÓN DE INHIBIDOR DE OXÍGENO	BG-101/R	<p>ESPECIFICADA PARA MANEJAR 10 PPM DE BISULFITO DE AMONIO POR 1 PPM DE OXÍGENO DISUELTO PARA PREVENIR LA CORROSIÓN.</p> <p><math>Q = 0.174 \text{ m}^3/\text{H} = 26 \text{ BPD}</math></p> <p><math>\Delta P = 2 \text{ KG}/\text{CM}^2</math></p>
RECOLECCIÓN SUPERFICIAL DE CRUDO.	BO-102	<p>TIPO FLOTANTE Y DEBE TENER FLEXIBILIDAD PARA DESPLAZARSE.</p> <p><math>Q = 330 \text{ m}^3/\text{H} = 50 \text{ MBPD}</math></p> <p><math>\Delta P = 2 \text{ KG}/\text{CM}^2</math></p>
RECOLECCIÓN SUPERFICIAL DE AGUA DE LLUVIA	BO-103	<p>TIPO FLOTANTE Y DEBE TENER FLEXIBILIDAD PARA DESPLAZARSE.</p> <p><math>Q = 165 \text{ m}^3/\text{H} = 25 \text{ MBPD}</math></p> <p><math>\Delta P = 2 \text{ KG}/\text{CM}^2</math></p>
DESECHO DE SALMUERA	BO-104	<p>DEBE DESCARGAR AL OCEANO A UNA PRESIÓN MÍNIMA DE <math>7.5 \text{ KG}/\text{CM}^2</math>.</p> <p><math>Q = 792 \text{ m}^3/\text{H} = 120 \text{ MBPD}</math></p> <p><math>\Delta P = 18 \text{ KG}/\text{CM}^2</math></p>
CRUDO RECUPERADO	BO-105	<p>DEBE DESPLAZAR EL FLUÍDO DEL TANQUE DE CRUDO RECUPERADO A LAS CAVIDADES.</p> <p><math>Q = 330 \text{ m}^3/\text{H} = 50 \text{ MBPD}</math></p> <p><math>\Delta P = 25 \text{ KG}/\text{CM}^2</math></p>

Uso	CLAVE	CRITERIO
ACEITE RECUPERADO EN EL SEPARADOR CPI	BO-106	<p>DEBE DESPLAZAR EL FLUÍDO AL TANQUE DE CRUDO RECUPERADO,</p> <p><math>Q = 330 \text{ M}^3/\text{H} = 50 \text{ MBPD}</math></p> <p><math>\Delta P = 2 \text{ KG}/\text{CM}^2</math></p>
SALMUERA A PR-103	BO-107	<p>DEBE DESPLAZAR EL FLUÍDO A PR-103.</p> <p><math>Q = 330 \text{ M}^3/\text{H} = 50 \text{ MBPD}</math></p> <p><math>\Delta P = 2 \text{ KG}/\text{CM}^2</math></p>
INYECCIÓN DE CRUDO	BO-201 A/H	<p>LA PRESIÓN DE DESCARGA DEBE SER TAL QUE SEA SUFICIENTE PARA QUE LA SALMUERA DESPLAZADA SALGA A <math>2 \text{ KG}/\text{CM}^2</math> Y PUEDA DESCARGAR A LAS PRESAS DE ALMACENAMIENTO.</p> <p>CRUDO PESADO (BO-201 A/D)</p> <p><math>Q = 993 \text{ M}^3/\text{H} = 150 \text{ MBPD}</math></p> <p>CRUDO LIGERO (BO-201 E/H)</p> <p><math>Q = 993 \text{ M}^3/\text{H} = 150 \text{ MBPD}</math></p> <p>CRUDO PESADO</p> <p><math>\Delta P = 43 \text{ KG}/\text{CM}^2</math></p> <p><math>\Delta P = 39 \text{ KG}/\text{CM}^2</math></p>
INYECCIÓN DE SALMUERA	BO/202 A/H	<p>LA PRESIÓN DE DESCARGA DEBE SER TAL QUE PUEDAN HACER LLEGAR EL CRUDO DESPLAZADO HASTA LA ESTACIÓN PALOMAS SIN REBOMBEO,</p>

USO	CLAVE	CRITERIO
TRANSFERENCIA DE CRUDO	BO-301	PRIMERA SECCIÓN DE BOMBAS.
		BO-202 A/D $Q = 993 \text{ M}^3/\text{H} = 150 \text{ MBPD}$ $\Delta P = 10 \text{ KG}/\text{CM}^2$
		SEGUNDA SECCIÓN DE BOMBAS
		BO-202 E/H $Q = 993 \text{ M}^3/\text{H} = 150 \text{ MBPD}$ $\Delta P = 15 \text{ KG}/\text{CM}^2$
		DEBE TRANSFERIR EL CRUDO DE UNA- CAVIDAD A OTRA DANDO LA PRESIÓN- DE DESCARGA SUFICIENTE PARA SU - INYECCIÓN.
		$Q = 330 \text{ M}^3/\text{H}$ $\Delta P = 25 \text{ KG}/\text{CM}^2$



## DESCRIPCION DEL PROCESO.

### LLENADO DE CAVIDADES.

EL CRUDO SE ALMACENARÁ EN LAS TRES CAVIDADES LISTAS PARA LA FASE EXPLOTACIÓN, PERTENECIENTES AL GRUPO III. EL CRUDO PROVENDRÁ EN SU TOTALIDAD DE LA ESTACIÓN PALOMAS.

SERÁN MANEJADOS 100 MBPD POR CAVIDAD EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACIÓN.

### RECEPCIÓN DE CRUDO.

LOS CRUDOS SERÁN ENVIADOS DE LA ESTACIÓN PALOMAS A UNA PRESIÓN DE 15 KG/CM<sup>2</sup> HASTA LOS LÍMITES DE BATERÍA DE TUZANDÉPETL, POR MEDIO DE 2 OLEODUCTOS DE 36" DE DIÁMETRO Y LONGITUD APROXIMADA DE 18 KM.

PRIMER OLEODUCTO. CRUDO MAYA.

SEGUNDO OLEODUCTO. CRUDOS LIGEROS.

CADA DUCTO CONTARÁ CON UN SISTEMA DE FILTRACIÓN EN TUZANDÉPETL, QUE CONSISTIRÁ EN FILTRO DE CRUDO PESADO FI-101/R Y FILTRO DE CRUDO LIGERO FI-102/R.

### ALMACENAMIENTO DE CRUDO.

EL ALMACENAMIENTO DE CRUDO PESADO SE LLEVARÁ A CABO POR MEDIO DE LAS BOMBAS DE INYECCIÓN BO-201 A/D, QUE PROPORCIONARÁN UNA PRESIÓN DE DESCARGA DE 46 KG/CM<sup>2</sup>, PARA EL ALMACENAMIENTO DE CRUDO LIGERO, BO/201 E/H CUYA PRESIÓN DE DESCARGA SERÁ 48 KG/CM<sup>2</sup> CUANDO SE MANEJE LIGERO MARINO Y DE 51 KG/CM<sup>2</sup> CUANDO SE MANEJE LIGERO MESOZÓICO.

ÉSTAS PRESIONES DE DESCARGA PERMITIRÁN LA ENTRADA DE CRUDO A LAS CAVIDADES VENCRIENDO LAS PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LAS TUBERÍAS SUPERFICIALES EN EL APAREJO DE TUBERÍAS Y PARA DESPLAZAR LA COLUMNA DE SALMUERA QUE SE ENCUENTRAN DENTRO DE LAS CAVIDADES.

LAS CAVIDADES ESTARÁN DISTRIBUIDAS:

POZO	CAVIDAD
312	CA-201
314	CA-202
332	CA-203

EN LA LÍNEA DE ALIMENTACIÓN A CADA CAVIDAD SE CONTARÁ CON UN TOTALIZADOR Y VÁLVULA DE CONTROL DE FLUJO, PARA MANTENER UN REGISTRO EFICIENTE DE LOS MOVIMIENTOS DE CRUDO Y SEGUIR EL CRECIMIENTO DE LA CAVIDAD.

EL CONTROL DE PRESIÓN EN LA LÍNEA DE ALIMENTACIÓN DE CRUDO SE LLEVA A CABO INDIRECTAMENTE, CONTROLANDO EL FLUJO DE ALIMENTACIÓN.

EL CRUDO ENTRA A LAS CAVIDADES POR EL ANULAR FORMADO POR LA ZAPATA DE 18" Y EL TUBO DE 11 3/4". ESTO OCASIONARA QUE LA SALMUERA SALGA POR EL TURO DE 11 3/4". LA SALMUERA SALDRÁ DE LAS CAVIDADES A LAS PRESAS DE SALMUERA A UNA PRESIÓN DE 2 KG/CM<sup>2</sup>.

LAS LÍNEAS QUE MANEJAN SALMUERA SE MANTENDRÁN SIEMPRE LLENAS CON EL FIN DE IMPEDIR LA ENTRADA DEL AIRE AL SISTEMA Y ASÍ MINIMIZAR LA CORROSIÓN.

## VACIADO DE CAVIDADES.

EN LA OPERACIÓN DE VACIADO DE CAVIDADES EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACIÓN EL FLUJO DEL SISTEMA SERÁ DE 100 MBPD.

PARA LLEVAR A CABO EL VACIADO DE CAVIDADES, LA SALMUERA CERCANA A LA SATURACIÓN QUE SE ENCUENTRA ALMACENADA EN LAS PRESAS DE ALMACENAMIENTO DE SALMUERA PR-102 SERÁ UTILIZADA PARA DESPLAZAR A LOS DIVERSOS CRUDOS CONTENIDOS EN LAS CAVIDADES.

EN EL TANQUE INHIBIDOR DE OXÍGENO TA-102, SE ALMACENARÁ BISULFITO DE AMONIO, QUE SE INYECTARÁ EN LAS LÍNEAS QUE MANEJAN SALMUERA, CON AYUDA DE LA BOMBA DE INYECCIÓN DE INHIBIDOR DE OXÍGENO, BO-101/R A FIN DE PROTEGER AL SISTEMA DE LA CORROSIÓN Y PERMITIR QUE EL EQUIPO Y TUBERÍAS TENGAN UNA VIDA ÚTIL MÍNIMA DE 20 AÑOS.

LA SALMUERA SERÁ ENVIADA A CAVIDADES UTILIZANDO LAS BOMBAS PARA INYECCIÓN DE SALMUERA BO-202 A/D ( $P=10 \text{ Kg/Cm}^2$ ) Y BO-202 E/H ( $P=15 \text{ Kg/Cm}^2$ ) O UN ARREGLO EN SERIE DE AMBAS.

PARA LA PROTECCIÓN DE LAS BOMBAS, SE UTILIZARÁ EL FILTRO PARA SALMUERA FI-203/R A LA SUCCIÓN DE ESTAS.

LA PRESIÓN REQUERIDA DEPENDERÁ DE LAS SIGUIENTES CONSIDERACIONES.

- ES NECESARIO DESPLAZAR LA COLUMNA DE DIFERENTES CRUDOS.
- LA CAIDA DE PRESIÓN EN LOS APAREJOS DIFIERE PARA CADA CRUDO COMO UNA FUNCIÓN DEL FLUJO A MANEJAR.
- LA PRESIÓN DE RECEPCIÓN EN LA ESTACIÓN PALOMAS, LOCALIZADA A 18 Km, DEBERÁ SER DE 12, 15 Y 18  $\text{Kg/Cm}^2$ .

PARA CUMPLIR ADECUADAMENTE CON LOS REQUERIMIENTOS DE PRESIÓN Y NO PONER EN PELIGRO LA SEGURIDAD DE LA CAVIDAD, SE CONTARÁ CON UN CONTROL DE PRESIÓN EN LA LÍNEA DE SALMUERA QUE EVITARÁ EL EFECTO DE LOS AUMENTOS DE PRESIÓN, CUANDO

SE HAGAN AJUSTES EN LAS BOMBAS DE INYECCIÓN DE SALMUERA.

LA SALMUERA ENTRARÁ A LA CAVIDAD POR MEDIO DEL TUBO DE 11 3/4", CUYO EXTREMO SE ENCONTRARÁ SIEMPRE POR DEBAJO DE LA INTERFASE HIDROCARBURO-SALMUERA. A MEDIDA QUE LA SALMUERA VA ENTRANDO A LAS CAVIDADES, PROVOCANDO UN DESPLAZAMIENTO EN EL CRUDO ALMACENADO, PERMITIENDO LA SALIDA DE ESTE A TRAVÉS DEL ANULAR FORMADO POR LA ZAPATA DE 18" Y EL TUBO DE 11 3/4".

EN LA LÍNEA DE SALIDA DE CRUDO SE CONTARÁ CON UN SISTEMA DE CONTROL DE FLUJO PARA CUMPLIR CON LAS CONDICIONES DE INTEGRACIÓN DE LA ESTACIÓN PALOMAS.

SE USARÁ UN TOTALIZADOR DE FLUJO PARA MANTENER UN CONTROL ADECUADO DEL VOLUMEN MANEJADO.

#### SISTEMA DE MEDICIÓN DE FLUJO DE CRUDO.

A FIN DE LLEVAR A CABO EL INVENTARIO DEL CRUDO QUE SE MANEJA POR LOS DOS COLEODUCTOS QUE UNEN LA ESTACIÓN PALOMAS CON TUZANDÉPETL, SE COLOCARÁ UN SISTEMA DE MEDICIÓN BIDIRECCIONAL.

#### OPERACIONES EN PRESAS DE SALMUERA.

EN LAS PRESAS DE SALMUERA EXISTEN TRES OPERACIONES ESPECIALES:

- OPERACIÓN DE ELIMINACIÓN DE AGUA DE LLUVIA.
- OPERACIÓN DE ELIMINACIÓN DE INTERFASE CRUDO-SALMUERA.
- OPERACIÓN DE DESECHO DE SALMUERA.

#### OPERACIÓN DE ELIMINACIÓN DE AGUA DE LLUVIA.

AL OPERAR CON CUENCAS NATURALES, ESTAS SON SENSIBLES A LOS EFECTOS DE LA LLUVIA O EL SOL. EN EL PRIMER CASO SE DEBE CONTAR CON UN SISTEMA DE ELIMINACIÓN DEL AGUA DE LLUVIA APROVECHANDO QUE ESTA ES MENOS DENSA QUE LA SALMUERA. PARA ESTO SE IMPLEMENTA LA BOMBA B0-103 QUE TRASLADARÁ ESTA AGUA A LA PRESA DE ESTABILIZACIÓN PARA SU POSTERIOR DISPOSICIÓN AL GOLFO DE MÉXICO.

#### OPERACIÓN DE DESECHO DE SALMUERA.

COMO UNA CONSECUENCIA DE LA OPERACIÓN DE ELIMINACIÓN DE AGUA DE LLOVIA O NIVELACIÓN DE LA PRESA B, SE CONSIDERA NECESARIA LA ELIMINACIÓN DE LOS EXCEDENTES DE VOLUMEN Y ESTO SE HARÁ CON LA BOMBA BO-104 A TRAVÉS DE LA TUBERÍA UTILIZADA EN LA FASE LIXIVIACIÓN, DEPOSITANDO ESTE FLUÍDO EN EL GOLFO DE MÉXICO. PARA PREVENIR LA CORROSIÓN SE CONSIDERA NECESARIO LA INYECCIÓN DE INHIBIDOR DE OXÍGENO, MEDIANTE LA BOMBA BO-101/R.

#### OPERACIÓN DE ELIMINACIÓN DE LA INTERFASE HIDROCARBURO-SALMUERA.

CUANDO EXISTA LA PRESENCIA DE INTERFASE HIDROCARBURO-SALMUERA EN LA SUPERFICIE DE LA PRESA B, ÉSTA SE ELIMINARÁ MEDIANTE UN SEPARADOR AGUA ACEITE CPI. PARA ESTA OPERACIÓN SE CONTARÁ CON UNA BOMBA BO-102 QUE MANDARÁ LA INTERFASE CONTENIDA EN LA PRESA AL SEPARADOR, UNA VEZ HECHA LA SEPARACIÓN, LA SALMUERA SE MANDARÁ MEDIANTE LA BOMBA BO-107 A LA PRESA DE ESTABILIZACIÓN (PR-103) Y EL CRUDO AL TANQUE DE CRUDO RECUPERADO TA-101, MEDIANTE LA BOMBA BO-105.

LA BOMBA BO-105 SE UTILIZARÁ PARA TRASLADAR EL CRUDO CONTENIDO EN TA-101-- AL CABEZAL DE LAS BOMBAS DE INYECCIÓN DE CRUDO BO-201 A/H.

#### OPERACIÓN DE TRANSFERENCIA DE CRUDO.

EN EL CASO DE QUE SE PRESENTARA UN LLENADO PARCIAL DE LAS CAVIDADES, O RUPURA DE TUBOS O ALGÚN OTRO TIPO DE IMPONDERABLE QUE REQUIERA VACIAR LA CAVIDAD, SE RECURRIRÁ A LA OPERACIÓN DE TRANSFERENCIA DE CRUDO.

#### DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN.

EL CRUDO QUE SE DESEA TRANSFERIR DE LA CAVIDAD FUENTE SE TRASLADARÁ MEDIANTE LA BOMBA BO-301 A LA CAVIDAD RECEPTORA. LA CAVIDAD QUE ESTÁ SIENDO LLENADA SERÁ LA FUENTE DE SALMUERA QUE DESPLAZARÁ AL CRUDO QUE SE TRANSFIERE DE LA OTRA CAVERNA. ÉSTE SISTEMA CONTARÁ CON UN SISTEMA REGISTRADOR Y DE CONTROL DE PRESIÓN.

#### RECEPTORES DE DIABLOS.

DEBIDO A QUE EL CRUDO NO SE ENCUENTRA LIBRE DE SÓLIDOS Y POSEE CARACTERÍSTICAS INCRUSTANTES, ES NECESARIO INSTALAR UN SISTEMA DE DIABLOS PARA LA LIMPIEZA DE LOS DUCTOS DE 36", ASÍ COMO PARA LA VIGILANCIA DEL ESTADO QUE GUARDAN LOS MISMOS, PARA EL DUCTO QUE MANEJA CRUDO PESADO SE CONTARÁ CON UN RECEPTOR DE DIABLO RD-101 Y PARA EL DUCTO QUE MANEJA CRUDO LIGERO SE CONTARÁ CON RD-102.

#### GOLPE DE ARIETE.

EL FLUIDO DESVIADO COMO CONSECUENCIA DE ESTABILIZAR EL SISTEMA POR EL FENÓMENO DE GOLPE DE ARIETE, ENTRARÁ AL SISTEMA POR LA CORRIENTE PARA SU CAPTACIÓN POSTERIOR EN EL TA-101.

#### PURGA DE LAS CAVIDADES.

EN EL CASO DE QUE SE PRESENTARA UN INCREMENTO NOTABLE EN LA PRESIÓN DE LA CAVIDAD OCASIONADO POR LA EXPANSIÓN DE LOS FLUIDOS POR EL INTERCAMBIO DE CALOR DE ESTOS CON EL DOMO SALINO, - EXISTIRÁ UN CONTROL DE PRESIÓN PARA PERMITIR EL ESCAPE DE SALMUERA HACIA PR-102 Y ESTABILIZAR EL SISTEMA.

## FILOSOFIAS DE OPERACION



## FILOSOFÍAS DE OPERACIÓN.

### MOVIMIENTOS DE VACIADO Y LLENADO DE CAVIDADES.

- SE EFECTUARÁN EN PROMEDIO 8 MOVIMIENTOS DE VACIADO Y LLENADO DE CAVIDADES POR AÑO, CON LO CUAL, LA CAVIDAD CRECERÁ APROXIMADAMENTE AL DOBLE EN UN PERÍODO DE 20 AÑOS DE OPERACIÓN.

ESTE VOLUMEN FINAL CONSIDERA LA DISTANCIA MÍNIMA QUE DEBE MANTENERSE ENTRE LAS PAREDES DE DOS CAVIDADES VECINAS (250 M), PARA LOGRAR SUFICIENTE ESTABILIDAD MECÁNICA EN LA FORMACIÓN,

- LOS MOVIMIENTOS DE VACIADO Y LLENADO DEBERÁN SER COMPLETOS CON EL FIN DE QUE EL AUMENTO EN LA CAVIDAD SE REALICE DE ACUERDO A LO ESTABLECIDO POR DISEÑO.

- EL AUMENTO EN VOLUMEN DE LA CAVIDAD ES DEBIDO AL USO DE SALMUERA NO SATURADA QUE PROVOCA LIXIVIACIÓN EN LA MISMA.

- EN EL CASO DE QUE EXISTA UN VACIADO O LLENADO PARCIAL DE UNA CAVIDAD PARA EVITAR DEFORMACIONES EN LA MISMA, SE LLEVARÁ A CABO UN INTERCAMBIO DE CRUDO ENTRE CAVIDADES CON AYUDA DE UNA BOMBA 80-301, ESPECIALMENTE DISEÑADA PARA ESTA OPERACIÓN.

### DISTRIBUCIÓN DE CAVIDADES.

LAS CAVIDADES PODRÁN MANEJAR CUALQUIER TIPO DE CRUDO.

GRUPO I Pozos 334, 338, 340 (NO TERMINADA)

GRUPO II Pozos 306, 316, 316 (NO TERMINADA)

GRUPO III Pozos 312, 314, 332 (TERMINADA)

GRUPO IV Pozos 302, 311, 331 (NO TERMINADA)

## DE LAS CAVIDADES.

CONTROL DE FLUJO. PARA CONTROLAR LA VARIABLE "FLUJO", SE COLOCARÁ TANTO EN LA LÍNEA DE MANEJO DE CRUDO COMO DE SALMUERA - QUE LLEGAN A LAS CAVIDADES, UN SISTEMA.

- INDICADOR DE FLUJO
- CONTROL DE FLUJO
- REGISTRADOR TOTALIZADOR DE FLUJO.

SE INSTALARÁ EN LA LÍNEA DE ALIMENTACIÓN DE CRUDO A CAVIDADES PARA CADA UNA DE ELLAS, UN SISTEMA DE INDICACIÓN Y CONTROL DE FLUJO, ASÍ COMO UN REGISTRADOR TOTALIZADOR DE FLUJO, QUE -- LLEVARÁ A CABO EL INVENTARIO DEL VOLUMEN, INTRODUCIDO O EXPEDIDO DE CADA CAVIDAD, ES DECIR QUE OPERARÁ EN FORMA BIDIRECCIONAL.

EL VALOR NORMAL DE FLUJO SERÁ DE  $660 \text{ m}^3/\text{HR}$ , POR CAVIDAD EN EL SISTEMA ACTUAL ( 3 CAVIDADES ) Y DE  $495 \text{ m}^3/\text{HR}$  EN EL SISTEMA TERMINAL (12 CAVIDADES).

PARA EL CONTROL DEL FLUJO SE CONTARÁ CON UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE INDICADORES E INTERRUPTORES QUE CIERREN EL PASO DEL FLUIDO DESDE O HACIA LA CAVIDAD. ÉSTO SE EFECTUARÁ MEDIANTE -- UNA VÁLVULA MOTORIZADA QUE SE ACCIONARÁ EN EL CUARTO DE CONTROL.

## CONTROL DE PRESIÓN.

- LLENADO DE CAVIDADES. PARA CONTROLAR LA VARIABLE "PRESIÓN" SE COLOCARÁ TANTO EN LA LÍNEA DE ALIMENTACIÓN DE CRUDO COMO DE SALMUERA QUE LLEGAN A LAS CAVIDADES, UN SISTEMA.
- INDICADOR DE PRESIÓN.

- CONTROL DE PRESIÓN.
- REGISTRADOR DE PRESIÓN.

UNA VEZ QUE SE HA DETERMINADO QUE LA PRESIÓN ES LA NECESARIA PARA QUE LLEGUE EL CRUDO A LA LÍNEA DE ALIMENTACIÓN, ES SUFICIENTE, PARA LA INYECCIÓN DEL MISMO EN LA CAVIDAD. SE ABRIRÁ LA VÁLVULA MOTORIZADA QUE PERMITE EL PASO DEL CRUDO A LA CAVERNA. TODA ESTA OPERACIÓN SE REALIZARÁ DESDE EL CUARTO DE CONTROL.

HABRÁ UN SISTEMA DE INDICACIÓN Y REGISTRO DE PRESIÓN, ADEMÁS DE ALARMAS POR BAJA Y ALTA PRESIÓN EN LA LÍNEA DE ENTRADA DEL CRUDO A CAVIDADES.

TAMBIÉN SE CONTARÁ CON UN INTERRUPTOR DE ALTA PRESIÓN QUE CERRARÁ AUTOMÁTICAMENTE LA VÁLVULA MOTORIZADA (EN EL CASO DE QUE SE REGISTRE ESTA SITUACIÓN), AISLANDO ASÍ A LA CAVIDAD.

EN LA ETAPA DE LLENADO, LAS LÍNEAS DE SALMUERA TRABAJARÁN A PRESIÓN DE 2 A 5 Kg./cm<sup>2</sup>.

#### VACIADO DE CAVIDADES.

PARA CONTROLAR LA PRESIÓN, SE COLOCARÁ EN LA LÍNEA DE ALIMENTACIÓN DE SALMUERA A CADA CAVIDAD UN SISTEMA.

- INDICADOR DE PRESIÓN
- CONTROL DE PRESIÓN.
- REGISTRADOR DE PRESIÓN.

DE LA MISMA FORMA QUE EN EL CASO DE LLENADO, UNA VEZ QUE SE TIENE PRESIÓN SUFICIENTE PARA INYECTAR LA SALMUERA, SE ABRE LA-

VÁLVULA MOTORIZADA, INICIÁNDOSE ASÍ EL DESPLAZAMIENTO DE CRUDO.

TAMBIÉN HABRÁ UN SISTEMA DE INDICACIÓN Y REGISTRO DE PRESIÓN, ADEMAS DE ALARMAS POR BAJA Y ALTA PRESIÓN EN LA LÍNEA DE ENTRADA DE SALMUERA A LAS CAVIDADES.

EL SISTEMA TENDRÁ UN INTERRUPTOR POR ALTA PRESIÓN, QUE CERRARÁ AUTOMÁTICAMENTE LA VÁLVULA MOTORIZADA, AISLANDO LA CAVIDAD, EL CRUDO QUE SALE DE LAS CAVIDADES, TENDRÁ LA PRESIÓN SUFICIENTE PARA LLEGAR A LA ESTACIÓN PALOMAS A 12,15 Y 18 KG/CM<sup>2</sup> SIN UTILIZAR REBOMBEO.

LA PRESIÓN DE INYECCIÓN DEPENDERÁ DE LA CAVIDAD QUE SE DESEE VACIAR, EL TIPO DE CRUDO, EL FLUJO DESEADO, NIVEL DE INTERFASE Y CONDICIONES DESEADAS A LA SALIDA DE LA CAVIDAD.

EL CONTROL DE LA PRESIÓN EN LAS CAVIDADES SE LLEVA A CABO INDIRECTAMENTE CONTROLANDO EL FLUJO DE ALIMENTACIÓN.

#### CAVIDADES SIN MOVIMIENTO.

EN EL CASO DE QUE EL CRUDO PERMANEZCA DURANTE UN PERÍODO PROLONGADO DE TIEMPO ALMACENADO, PUEDE HABER EXPANSIONES EN LOS FLUIDOS COMO CONSECUENCIA DE LA TRANSFERENCIA DE CALOR ENTRE EL DOMO Y LOS FLUIDOS, POR LO QUE ES NECESARIO IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN PARA TAL EFECTO, EN CADA CAVIDAD.

- INDICADOR DE PRESIÓN
- CONTROL DE PRESIÓN
- REGISTRADOR DE PRESIÓN.

HABRÁ UN SISTEMA DE INDICACIÓN Y REGISTRO DE PRESIÓN ADEMÁS DE ALARMAS POR ALTA PRESIÓN EN LAS CAVIDADES.

EL SISTEMA TENDRÁ UN INTERRUPTOR DE ALTA PRESIÓN QUE ABRIRÁ AUTOMÁTICAMENTE LA VÁLVULA MOTORIZADA, PERMITIENDO EL ALIVIO DE PRESIÓN EN EL SISTEMA.

#### CONTROL DE NIVEL DE CAVIDADES.

EL CONTROL DEL NIVEL DE INTERFASE SE HACE INDIRECTAMENTE A TRAVÉS DE LA PRESIÓN EN LA CABEZA DEL POZO. EN CONTROL DEL NIVEL DE INTERFASE CRUDO-SALMUERA ES MUY IMPORTANTE YA QUE:

- DEL NIVEL DE INTERFASE DEPENDE LA PRESIÓN REQUERIDA EN LA CABEZA DEL POZO.

- LA CAVIDAD PODRÍA LLENARSE COMPLETAMENTE DE CRUDO Y OCASIONAR LA PRESENCIA DE HIDROCARBUROS EN LAS PRESAS DE SALMUERA.

- LA CAVIDAD PODRÍA VACIARSE TOTALMENTE DE CRUDO Y PRODUCIR SALIDA DE SALMUERA HACIA PALOMAS.

- PRESAS DE SALMUERA. ES IMPORTANTE CONTROLAR EL NIVEL EN LAS PRESAS DE SALMUERA A FIN DE EVITAR DESBORDAMIENTOS QUE DAÑEN LA ECOLOGÍA DE LUGARES CIRCUNVECINOS.

#### OPERACIONES ESPECIALES.

##### INYECCIÓN DE INHIBIDOR DE CORROSIÓN.

CON EL FIN DE PROTEGER EL APAREJO DE TUBERÍAS DE LA CORROSIÓN OCASIONADA POR LA SALMUERA, SE INYECTARÁ BISULFITO DE AMONIO, CUYA DOSIFICACIÓN SE FIJARÁ EN FUNCIÓN DE ANÁLISIS DE LA SALMUERA QUE SE HAGAN EN CAMPO.

CON EL MISMO OBJETIVO, SE PROTEGERÁ EL SALINODUCTO DE DESECHO DE SALMUERA AL MAR.

### ELIMINACIÓN DE AGUA DE LLUVIA.

EL AGUA DE LLUVIA CAPTADA EN LA PRESA B (PR-102), OCASIONARÁ QUE LA SALMUERA ALMACENADA BAJE SU CONCENTRACIÓN, PROVOCÁNDOSE UNA LIXIVIACIÓN AL INTRODUCIR LA MISMA A LA CAVIDAD. PARA EVITAR ESTE PROBLEMA SE COLOCARÁ UNA BOMBA TIPO FLOTANTE DE RECOLECCIÓN SUPERFICIAL DE AGUA DE LLUVIA, LA CUAL, SERÁ CAPAZ DE CAPTAR EL AGUA QUE POR SU BAJA DENSIDAD PERMANECERÁ EN LA SUPERFICIE DE LA PRESA.

### DESECHO DE SALMUERA.

PARA EVITAR REBASAR EL NIVEL MÁXIMO DE LA PRESA, SE DEBERÁ DESCARGAR EL EXCEDENTE A LA PRESA DE ESTABILIZACIÓN (PRESA C) -- CUANDO ESTA PRESA TENGA UN EXCESO DE VOLUMEN, SE UTILIZARÁ UNA BOMBA PARA DESECHO DE SALMUERA, PARA DESPLAZARLO POR EL SALINDUCTO HACIA EL GOLFO DE MÉXICO.

### RECUPERACIÓN DE CRUDO DE LAS PRESAS DE SALMUERA.

DEBERÁ DE SUCCIONARSE DE LA INTERFASE HIDROCARBURO-SALMUERA LA CANTIDAD DE CRUDO QUE SE ENCUENTRE EN LA SUPERFICIE DE LA PRESA B, EL CUAL SE BOMBLEARÁ A LA PRESA DE SEPARACIÓN (PI) PARA SU RECUPERACIÓN Y ENVÍO A CAVIDADES.

### OPERACIONES ANORMALES (EMERGENCIA).

- TAPONAMIENTO DEL TUBO DE 1 1/4" POR CRISTALIZACIÓN.

#### DETECCIÓN.

- LLENADO. UN AUMENTO DE PRESIÓN EN LA TUBERÍA DE CRUDO Y PRESIÓN CONSTANTE EN EL LADO DE LA SALMUERA.

- VACIADO. UN AUMENTO DE PRESIÓN EN LA TUBERÍA DE SALMUERA Y PRESIÓN CONSTANTE EN EL LADO DEL CRUDO.

#### SOLUCIÓN.

- CANCELAR EL FLUJO A LA CAVIDAD DAÑADA.
- INYECCIÓN DE AGUA DULCE A PRESIÓN PARA DISOLVER EL TAPÓN DE SAL. (CON UNA BOMBA DE DESCRISTALIZACIÓN).
- RUPTURA DEL TUBO DE 1 3/4"

#### DETECCIÓN.

- ABAJO DE LA INTERFASE CRUDO-SALMUERA HABRÁ DISMINUCIÓN DE PRESIÓN EN LA LÍNEA DE INYECCIÓN.
- ARRIBA DE LA INTERFASE CRUDO-SALMUERA SE OBSERVARÁ PRESENCIA DE CRUDO EN LAS PRESAS DE ALMACENAMIENTO DE SALMUERA.

#### SOLUCIÓN.

- ABAJO DE LAS INTERFASE HIDROCARBURO-SALMUERA PODRÁ CONTINUARSE LA OPERACIÓN, SOLAMENTE QUE SE REDUCIRÁ LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO.

-ARRIBA DE LA INTERFASE HIDROCARBURO-SALMUERA SERÁ NECESARIO AISLAR LA CAVIDAD CERRANDO LA LÍNEA DE INYECCIÓN Y POSTERIORMENTE LA LÍNEA DE SALIDA DE FLUIDO PARA SU REPARACIÓN.

#### GOLPE DE ARIETE.

EL GOLPE DE ARIETE ES UNA SERIE DE IMPULSOS PRODUCIDOS EN UN DUCTO QUE TRANSPORTA ALGÚN FLUIDO A PRESIÓN, DICHS IMPULSOS SON ORIGINADOS POR CAMBIOS BRUSCOS DE LA VELOCIDAD DE FLUJO Y TRAEN COMO CONSECUENCIA VARIACIONES VIOLENTAS DE PRESIÓN INTERIOR EN FORMA DE ONDAS ELÁSTICAS, LAS CUALES VIAJAN A LO LARGO DE LA TUBERÍA Y MODIFICAN EL ESTADO DE RÉGIMEN PERMANENTE INICIAL.

LAS VARIACIONES DE VELOCIDAD DEL FLUJO EN UN SISTEMA HIDRÁULICO, SE DEBEN A CAMBIOS EN EL GASTO, LO CUAL A SU VEZ ES DEBIDO A MANIOBRAS EN DISPOSITIVOS DE CIERRE COMO PUEDEN SER BLOQUEOS DE VÁLVULAS, PARO DE BOMBAS, ETC.

EN EL SISTEMA DE TUZANDÉPETL, EL GOLPE DE ARIETE PUEDE PRESENTARSE POR ALGUNA DE LAS SIGUIENTES CAUSAS:

- BLOQUEO EN DUCTOS DE CRUDO EN EL CABEZAL DE TUBERÍAS A CAVIDADES EN LA OPERACIÓN DE LLENADO.

- BLOQUEO EN LOS DUCTOS DE CRUDO EN EL CABEZAL DE TUBERÍAS A CAVIDADES EN OPERACIÓN DE VACIADO.

- PARO DE BOMBAS DE CRUDO.

- PARO DE BOMBAS DE SALMUERA.

CON EL FIN DE DISMINUIR LOS EFECTOS PRODUCIDOS POR EL GOLPE DE ARIETE, SE INSTALARÁ UNA VÁLVULA DE AJUSTE QUE RELEVARÁ FLUJO AL SISTEMA DISMINUYENDO ASÍ SU PRESIÓN. ÉSTE FLUJO SE DISPODRÁ AL TANQUE DE CRUDO RECUPERADO, EL CUAL SE ENVIARÁ (UNA VEZ ESTABILIZADO EL SISTEMA) A LAS CAVIDADES.

ASÍ DE ESTA FORMA EL TANQUE DE CRUDO RECUPERADO DEBERÁ TENER UNA CAPACIDAD PARA CONTENER 10 MINUTOS DE FLUJO DE CRUDO EN CONDICIONES MÁXIMAS, QUE ES EL TIEMPO MÁXIMO DE DURACIÓN DE FENÓMENO<sup>9</sup>. EL SISTEMA DE ESTABILIZACIÓN SE ENCONTRARÁ FUERA DE LOS LÍMITES DE BATERÍA, EN LOS OLEODUCTOS DE 36".



## PREPARATIVOS DE ARRANQUE Y PUESTA EN MARCHA.

## PREPARATIVOS DE ARRANQUE (FASE EXPLOTACION).

EXISTEN TRES TIPOS DE INSTALACIONES:

- I.- INSTALACIONES SUPERFICIALES.
- II.- CAVIDADES.
- III.- PRESAS.

PARA ÉSTAS SE TIENE QUE EFECTUAR UNA REVISIÓN GENERAL QUE CONSTA DE LOS SIGUIENTES ASPECTOS.

### I.-SISTEMA SUPERFICIAL

-TUBERÍAS COMPLETAS (SOLDADURA, VÁLVULAS, BRIDAS, DRENAJES, VENTEOS, SOPORTERÍA Y PROTECCIÓN.)

-EQUIPO COMPLETO (INTERCONEXIONES, SOPORTERÍA, ALINEACIÓN, DRENAJES, VENTEOS, PROTECCION, BOMBEO DE CRUDO Y SALMUERA).

-INSTRUMENTACIÓN COMPLETA (MONTADOS, ELEMENTOS PRIMARIOS Y SECUNDARIOS, ALUMBRADO, RANGOS, CARACTERÍSTICAS, TRANSMISORES, RECEPTORES).

-EQUIPO ELÉCTRICO (TRANSFORMADORES, INTERRUPTORES, CONTACTORES, ARRANCADORES, CABLEADO).

### II.-CAVIDADES.

-CAVIDADES (TUBERÍA, INSTRUMENTACIÓN, BLOQUEOS, CONTROLES, PROTECCIONES).

### III.-PRESAS.

-PRESAS (CORTINAS, TALUDES, COMPACTACIÓN, OBRAS DE ARTE, OBRAS DE DESCARGA, OBRAS DE TOMA, BASES PARA BOMBAS MÓVILES).

IV.-SERVICIOS AUXILIARES (ELECTRICIDAD, DIESEL, AIRE DE PLANTA E INSTRUMENTOS, AGUA DE SERVICIOS, SISTEMA CONTRA INCENDIO, DRENAJES, TABLERO DE CONTROL).

ASÍ MISMO SE NECESITA HACER UNA CALIBRACIÓN PREVIA DE INSTRUMENTOS, CUBRIENDO LOS SIGUIENTES RUBROS:

- REQUERIMIENTOS (AIRE, ENERGÍA ELÉCTRICA),
- TRANSMISORES (FLUJO, PRESIÓN, NIVEL),
- CONTROLADORES,
- VÁLVULAS (CONTROL Y SEGURIDAD),
- PROTECCIONES (INTERRUPTORES: PRESIÓN, FLUJO, NIVEL, TEMPERATURA, CORRIENTE, ETC.)

OTRO PUNTO IMPORTANTE ES EFECTUAR UNA LIMPIEZA PREVIA PARA :

- INSTALACIONES SUPERFICIALES,
- PRESAS,

UNA VEZ VERIFICADO TODO LO ANTERIOR EL SISTEMA ESTÁ EN CONDICIONES DE EFECTUAR UNA PRUEBA HIDROSTÁTICA, PARA CADA UNA DE LAS INSTALACIONES QUE COMPONEN EL MISMO.

INSTALACIONES SUPERFICIALES,

- OLEODUCTOS (ANSI B 31.4)
- SUCCIÓN DE BOMBAS (ANSI B 31.3)
- DESCARGA DE BOMBAS (ANSI B 31.3)
- CABEZALES A POZOS (ANSI B 31.3)

CAVIDADES,

-PRUEBA FINAL DE CAVIDAD. (EFECTUAR PRUEBA HIDROSTÁTICA POR ENCIMA DE LA PRESIÓN MÁXIMA DE LA ZAPATA CEMENTADA DE 18", EN FUNCIÓN DE LA DILATACIÓN DEL DOMO POR LA ELASTICIDAD DE LA SALMUERA).

- CALCULAR PARÁMETROS DE AJUSTE DE INSTRUMENTOS,
- AJUSTAR INSTRUMENTOS DE SEGURIDAD PARA CADA CAVIDAD.

PRESAS,

- PRUEBAS HIDROSTÁTICAS Y DE ESTABILIDAD,
- TUBOS DE CONEXIÓN PROBADOS TOTALMENTE,

- CURVA DE VOLUMEN V.S. ALTURA DE NIVEL DE LA PRESA.
- VERIFICAR INSTALACIONES DE NIVEL.
- TOMAR MUESTRA PARA MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE CALIDAD.
- VERIFICAR QUE ESTEN CERRADAS LAS VÁLVULAS DE CONEXIÓN AL CABEZAL DE BOMBAS BO-202.

- ABRIR LA VÁLVULA DE CABEZAL DE POZO A PRESA.
- VERIFICAR QUE ESTE CERRADA LA VÁLVULA QUE CONECTA AL SEPARADOR CPI.

### CALIBRACION FINAL DE INSTRUMENTOS.

ALTA PRESIÓN DE CRUDO.

OPERACIÓN DE LLENADO.

$$IAPC = P_{MÁX} - E'_{P1} + \Delta P_{ANULAR}$$

IAPC (INTERRUPTOR DE ALTA PRESIÓN DE CRUDO).

OPERACIÓN DE VACIADO.

$$IAPC = P_{MÁX} - E'_{P1} - \Delta P_{ANULAR}$$

CAVIDAD SIN MOVIMIENTO DE CRUDO.

ALARMA DE ALTA PRESIÓN DE CRUDO - AAPC

$$AAPC = P_{MÁX} - (E'_{P3} + E'_{P4})$$

ALTA PRESIÓN DE SALMUERA.

OPERACIÓN DE LLENADO.

$$IAPS = P_{MÁX} - \Delta P_{11} \frac{3}{4} + E'_{P'4} - E'_{P2}$$

IAPS (INTERRUPTOR DE ALTA PRESIÓN DE SALMUERA).

$$E'_{P'4} = 30 \text{ CRUDO.}$$

OPERACIÓN DE VACIADO.

$$IAPS = P_{MÁX} + \Delta P_{11} \frac{3}{4} + E'_{P'4} - E'_{P2}$$

CAVIDAD SIN MOVIMIENTO DE CRUDO.

ALARMA DE ALTA PRESIÓN DE SALMUERA-AAPS.

$$AAPS = P_{MAX} + \bar{E}'_4 - \bar{E}'_2$$

ALARMA DE BAJA PRESIÓN DE CRUDO-ABPC.

LLENADO.

$$ABPC = \bar{E}'_2 - \bar{E}'_4 - \bar{E}'_1 - \bar{E}'_3 + \Delta P_{11 \text{ 3/4" }} + \Delta P_{ANULAR} + P_{SS}$$

VACIADO

$$ABPC = \bar{E}'_2 - \bar{E}'_4 - \bar{E}'_1 - \bar{E}'_3 + P_{IS} - \Delta P_{11 \text{ 3/4" }} - \Delta P_{ANULAR}$$

ARRANQUE DE LAS INSTALACIONES (FASE EXPLOTACION).

PARA EL ARRANQUE DEL SISTEMA SE DEBEN VERIFICAR LOS SIGUIENTES PUNTOS:

LLENADO DE CAVIDADES.

-ALINEACIÓN DE TUBERÍAS EN EL SISTEMA.

-PREPARACIÓN DE PRESAS PARA RECEPCIÓN DE SALMUERA.

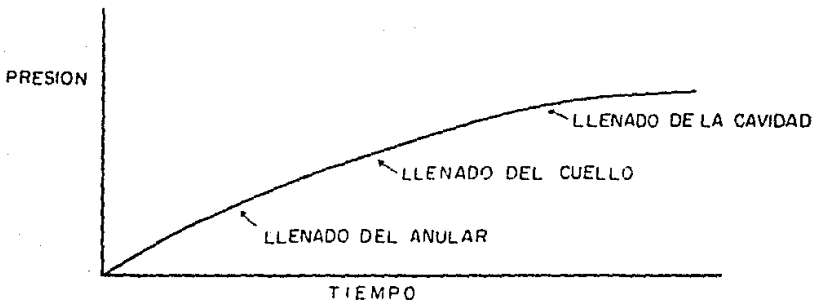
-PRUEBAS DE BOMBAS CON FLUIDO DE PROCESO CON RECIRCULACIÓN EN CIRCUITO CERRADO.

CRUDO.

-APERTURA DE CAVIDADES.

-PUERTA EN OPERACIÓN DEL SISTEMA.

LAS CAVIDADES DEBERÁN LLENARSE DE ACUERDO A LA SIGUIENTE SECUENCIA.



ESTE DIAGRAMA SE SEGUIRÁ SIEMPRE Y CUANDO NO SE PRESENTE:

ANOMALÍAS DE PRESIÓN.

ALTAS CAÍDAS DE PRESIÓN EN EL TUBO DE 18" O DE 11 3/4".

CONTAMINACIÓN DE LA SALMUERA QUE SALE DE LA CAVIDAD.

PARA LA OPERACIÓN DE LLENADO DE LA CAVIDAD, CUANDO ÉSTA SE EFECTÚA POR PRIMERA VEZ. SE RECOMIENDAN LOS SIGUIENTES FLUJOS:

#### FLUJOS RECOMENDADOS.

FLUJO M <sup>3</sup> /H	FLUJO MBPD	PORCENTAJE DE LA CAVIDAD LLENA DE CRUDO.
30	4.5	0 - 25
300 - 500	45 - 75	25 - 50
600 - 700	90 - 105	75 - 95

EL FLUJO DE 0 A 25 %. OCASIONA CAÍDAS DE PRESIÓN MUY PEQUEÑAS EN EL ANULAR Y TUBO DE 11 3/4". ASÍ COMO PRESIONES EN LA ZAPATA DE 18" BASTANTE MODERADAS. ADEMÁS PERMITE LA INCORPORACIÓN DEL CRUDO EN UN ESTADO DE RÉGIMEN LAMINAR, QUE A SU VÉZ OTORGA A ESTE FLUÍDO UNA INCORPORACIÓN LENTA E IDONEA AL SISTEMA.

EL FLUJO DE 25 A 50 %. PREPARA A LA CAVIDAD PARA FUNCIONAR NORMALMENTE. EN ESTAS CONDICIONES SE ESTÁ EN LA OPERACIÓN DE FLUJO MÍNIMO CONTEMPLADA PARA EL SISTEMA. LA CAÍDA DE PRESIONES AUMENTA, ASÍ COMO LA PRESIÓN EN LA ZAPATA CEMENTADA.

EL FLUJO DE 50 A 95 %. DA AL SISTEMA LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN NORMAL, VACIADO DE CAVIDADES.

-NO DEBEN EXISTIR FUGAS EN LA CABEZA DEL POZO.

-LA DENSIDAD DE LA SALMUERA QUE SE UTILIZA PARA VACIAR LA CAVIDAD DEBE --

SER DE 1.2 G/L.

-LA PRESIÓN DE INYECCIÓN DE SALMUERA DEBE SER LA ADECUADA PARA ENVIAR EL CRUDO A PALOMAS.

-SE DEBE VERIFICAR EL NÚMERO Y ARREGLO DE LAS BOMBAS DE SALMUERA A UTILIZAR.

-ARRANCAR LAS BOMBAS DE SALMUERA PREVISTAS, OPERANDO CON RECIRCULACIÓN A LAS PRESAS.

-VERIFICAR QUE LA ESTACIÓN PALOMAS ESTE LISTA PARA RECIBIR EL CRUDO.

-VIGILAR PRESIÓN DE INYECCIÓN DE SALMUERA Y VERIFICAR QUE NO SE ALCANCE UNA PRESIÓN EN LA ZAPATA DE 18" MAYOR A LA DE DISEÑO.

PARA LA OPERACIÓN DE VACIADO DE CAVIDADES, CUANDO ÉSTA SE EFECTÚA POR PRIMERA VEZ, SE RECOMIENDAN LOS SIGUIENTES FLUJOS.

#### FLUJOS RECOMENDADOS.

FLUJO M <sup>3</sup> /H	FLUJO MBPD	PORCENTAJE DE LA CAVIDAD LLENA DE CRUDO.
300 - 500	45 - 75	95 - 85
500 - 700	90 - 105	5 - 65

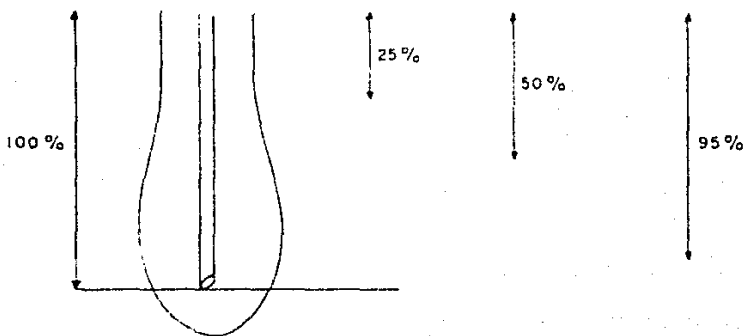
EL FLUJO DE 95 A 85 %, PREPARA AL SISTEMA PARA FUNCIONAR NORMALMENTE.

EL FLUJO DE 85 A 65 %, DA AL SISTEMA LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN NORMAL.

TUBERÍAS SUPERFICIALES.

VIGILAR QUE LA PRESIÓN EN EL SISTEMA SE ESTABILICE A 15 Kg/cm<sup>2</sup> ANTES DE CUALQUIER OTRO MOVIMIENTO.

## DIAGRAMA DE PORCENTAJE DE LA CAVIDAD LLENA DE CRUDO.



### PROCEDIMIENTOS DE PARO.

LAS INSTALACIONES EN TUZANDÉPETL. DEBERÁN PARAR EN DOS CONDICIONES GENERALMENTE.

I.-PARO NORMAL.

II.-PARO DE EMERGENCIA.

EL PARO NORMAL TENDRÁ TRES VÍAS.

- A) LA CAVIDAD ESTA PARCIALMENTE LLENA.
- B) LA CAVIDAD ESTÁ TOTALMENTE LLENA.
- C) DESCOMPRESIÓN DE LA CAVIDAD POR MEDICIÓN CON SONAR.

EL PARO DE EMERGENCIA CONTEMPLA SEIS ASPECTOS.

- A) TAPONAMIENTO DEL TUBO DE 11 3/4" DE LA CAVIDAD.
- B) TAPONAMIENTO EN CIRCUITOS DE TUBERÍA SUPERFICIAL.
- C) RUPTURA DEL TUBO DE 11 3/4" DE LA CAVIDAD.



- d) SOBRELLENADO DE LA CAVIDAD.
- e) DESCOMPRESION DE CAVIDADES POR RUPTURA DE CABEZA DE POZO.
- f) FALLA DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

## MEMORIA DE CALCULO

ESTE DOCUMENTO REUNE LA MEMORIA DE CÁLCULO DEL EQUIPO DE PROCESO Y DE LA PLANTA (FASE EXPLOTACIÓN).

SE PRESENTAN LAS FÓRMULAS CON LAS QUE SE REALIZARON LOS CÁLCULOS, --  
ASÍ COMO LOS CRITERIOS UTILIZADOS CON EL MISMO FIN; PARA DIMENSIONAR -  
LOS EQUIPOS.

## EQUIPO DEL PROCESO.

ESTIMACIÓN DE LA CAPACIDAD PARA LA BOMBA DE INYECCIÓN DE INHIBIDOR-  
DE OXÍGENO.

FLUJO DE SALMUERA, 600 MBPD = 3960 M<sup>3</sup>/H.

TOMANDO COMO BASE DE CÁLCULO 1 HORA DE OPERACIÓN, 20 PPM DE OXÍGENO  
DISUELTO.

EN 1 M<sup>3</sup> EXISTEN 0.02 MG DE OXÍGENO DISUELTO.

$$3960 \text{ M}^3 \cdot 0.02 \text{ PPM} = 79.2 \frac{\text{MG BISULFITO}}{\text{L DE SALMUERA}} \cdot \frac{1 \text{ L BISULFITO}}{1,800 \text{ MG BISULFITO}}$$
$$= 0.044 = \frac{1 \text{ BISULFITO}}{\text{L SALMUERA}}$$

$$3960 \text{ M}^3 \cdot 0.0044 = 0.174 \text{ M}^3 \text{ BISULFITO.}$$

EL FLUJO DE BISULFITO ES DE 0.174 M<sup>3</sup>/H.

A CONTINUACIÓN SE PRESENTA UNA TABLA DONDE APARECEN LOS VALORES MAS  
SIGNIFICATIVOS EN EL DIMENSIONAMIENTO DEL EQUIPO DE BOMBEO,

LAS ECUACIONES UTILIZADAS PARA ESTOS CÁLCULOS SON:

$$D_E = \frac{0.098 (W)^{0.45}}{(\rho)^{0.31}}$$

W = GASTO MÁSIKO LB/H

$\rho$  = DENSIDAD LB/FT<sup>3</sup>

U = VELOCIDAD FT/SEG.

$$\Delta P_{100} = 0.1284 \frac{F U^2 \rho}{D_E}$$

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE BOMBEO PARA EL PROCESO,

BOMBAS PARA:

INYECCIÓN DE INHIBIDOR DE OXÍGENO.	BO-101	$Q = 0.174 \text{ m}^3/\text{H} = 26 \text{ MBPD}$ $\Delta P = 2 \text{ KG}/\text{CM}^2$
RECOLECCIÓN SUPERFICIAL DE CRUDO	BO-102	$Q = 330 \text{ m}^3/\text{H} = 50 \text{ MBPD}$ $\Delta P = 2 \text{ KG}/\text{CM}^2$
RECOLECCIÓN SUPERFICIAL DE AGUA DE LLUVIA.	BO-103	$Q = 165 \text{ m}^3/\text{H} = 25 \text{ MBPD}$ $\Delta P = 2 \text{ KG}/\text{CM}^2$
DESECHO DE SALMUERA	BO-104	$Q = 792 \text{ m}^3/\text{H} = 120 \text{ MBPD}$ $\Delta P = 18 \text{ KG}/\text{CM}^2$
DEL TANQUE DE CRUDO RECUPERADO A LAS CAVIDADES	BO-105	$Q = 330 \text{ m}^3/\text{H} = 50 \text{ MBPD.}$ $\Delta P = 25 \text{ KG}/\text{CM}^2$
CRUDO DEL SEPARADOR AL TAN- QUE DE CRUDO RECUPERADO	BO-106	$Q = 330 \text{ m}^3/\text{H} = 50 \text{ MBPD}$ $\Delta P = 2 \text{ KG}/\text{CM}^2$
TRANSFERENCIA DE CRUDO	BO-301	$Q = 330 \text{ m}^3/\text{H} = 50 \text{ MBPD}$ $\Delta P = 2 \text{ KG}/\text{CM}^2$
SALMUERA DEL SEPARADOR A LA PRESA DE ESTABILIZACIÓN.	BO-107	$Q = 330 \text{ m}^3/\text{H} = 50 \text{ MBPD}$ $\Delta P = 2 \text{ KG}/\text{CM}^2$

## EQUIPO DE BOMBEO

VARIABLES	BO-101	BO-102	BO-103	BO-104	BO-105	BO-106	BO-301	BO-107
PRESIÓN DE DESCARGA (KG/CM <sup>2</sup> )	1	1	1	16	25	1	30	1
GASTO (M <sup>3</sup> /H)	0.174	330	165	792	330	330	330	330
(MBPD)	0.026	50	25	120	50	50	50	50
DISTANCIA AL PUNTO DE APLICACIÓN. (M)	50	200	700	32 000	700	800	700	800
DIÁMETRO DEL TUBO CD 40 (PLG)	16	10	10	42	16	16	16	16
VELOCIDAD MÁXIMA								
(FT/SEG)	7	7	7	7	7	7	7	7
(M/SEG)	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
PÉRDIDA DE PRESIÓN POR FRICCIÓN (KG/CM <sup>2</sup> )	0.05	0.5	0.3	2	0.4	0.3	0.4	0.25
PRESIÓN DIFERENCIAL (KG/CM <sup>2</sup> )	2	2	2	18	25	2	30	2

CARACTERÍSTICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO PARA EL PROCESO.

TANQUES PARA:

CRUDO RECUPERADO	TA-101	CAPACIDAD 1.000 M <sup>3</sup> GEOMETRÍA, CILINDRO DIÁMETRO, 10 M. LONGITUD 12.7 M FACTOR DE UTILIZACIÓN 0.10
------------------	--------	--

INHIBIDOR DE OXÍGENO	TA-102	CAPACIDAD 72.3 M <sup>3</sup> GEOMETRÍA CILINDRO DIÁMETRO 4.0 M LONGITUD 5.4 M ATMOSFÉRICO FACTOR DE - UTILIZACIÓN 0.10
----------------------	--------	---

FACTOR DE UTILIZACIÓN, SE REFIERE AL VOLUMEN VACÍO QUE TIENEN LOS TANQUES CUANDO ESTOS SE ENCUENTRAN LLENOS,

LA CAPACIDAD DE TODOS LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO ESTÁ EN BASE A LAS NECESIDADES DEL CONTENIDO PARTICULAR DE LOS MISMOS,

TA-101, TIENE UNA CAPACIDAD PARA CONTERER HASTA 10 MINUTOS DE CRUDO EN CONDICIONES DE FLUJO MÁXIMO EN EL SISTEMA,

TA-102, TIENE UNA CAPACIDAD PARA ALMACENAR 15 DÍAS DE SUMINISTRO DEL -- INHIBIDOR, EN CONDICIONES MÁXIMAS DE OPERACIÓN.



## F I L T R O S:

FILTROS DE CRUDO PESADO,	FI-101/R	$Q = 2970 \text{ m}^3/\text{H} = 450 \text{ MBPD}$ 6000 MICRAS.
FILTRO DE CRUDO LIGERO	FI-102/R	$Q = 2970 \text{ m}^3/\text{H} = 450 \text{ MBPD}$ 3000 MICRAS.
FILTRO DE SALMUERA	FI-103/R	$Q = 2970 \text{ m}^3/\text{H} = 450 \text{ MBPD}$ 2500 MICRAS.

LAS DIMENSIONES DE LOS FILTROS ESTÁN SELECCIONADAS CON EASE EN LAS PROPIEDADES PARTICULARES DE CADA FLUIDO.

RECEPTORES DE DIABLOS.

RECEPTOR DE DIABLO PARA  
CRUDO PESADO.

RD-101

L = 2.9 M

DIÁMETRO 36"

RECEPTOR DE DIABLO PARA  
CRUDO LIGERO.

RD-102

L = 2.9 M

DIÁMETRO 36"

LAS DIMENSIONES DE LOS RECEPTORES DE DIABLO ESTÁN CONDICIONADOS A LOS -  
INSTALADOS EN LA ESTACIÓN PALOMAS.

### CÁLCULO DEL SEPARADOR AGUA-ACEITE.

EXISTEN VARIOS SISTEMAS (1, 12, 13, 14) QUE CUMPLEN CON EL OBJETIVO DE SEPARAR LA SALMUERA DEL ACEITE. ENTRE LOS MÁS COMUNES SE ENCUENTRAN:

- PRESAS API.
- TANQUES DE SEPARACIÓN.
- SISTEMAS DE FLOTACIÓN.
- COALESCEDORES DE PLACA.
- COALESCEDORES DE MEDIOS FIBROSOS.
- COALESCEDORES DE MEDIOS MÓVILES.

LA SELECCIÓN DEL EQUIPO ADECUADO DEPENDERÁ DE LAS PROPIEDADES DE LA SALMUERA. A CONTINUACIÓN SE MUESTRA UNA TABLA QUE INDICA LA EFICIENCIA Y CARACTERÍSTICAS DE LAS DIFERENTES UNIDADES DE REMOCIÓN DE ACEITE.

### SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE LAS SALMUERAS CON CONTENIDO DE ACEITE.

PROMEDIO DE CONCENTRACIÓN(\*) UNIDADES CARACTERÍSTICAS.

TIPO DE PROCESO	DE ACEITE EN EL EFLUENTE (PPM)	ANALIZADAS.
PRESAS API	75.4	55 REQUIEREN GRAN ÁREA
TANQUES	100.0	52 VERSÁTIL
SISTEMAS DE FLOTACIÓN	60.7	19 VERSÁTIL
COALESCEDORES DE PLACA	25.0	21 VERSÁTIL
COALESCEDORES DE MEDIOS FIBROSOS.	27.6	6 REQUIEREN FRECUENTE MANTENIMIENTO.
COALESCEDORES DE MEDIOS MÓVILES	15.8	13 REQUIEREN FRECUENTE Y EXCESIVO MANTENIMIENTO.

(\*) DATOS OBTENIDOS DE UNIDADES ANALIZADAS EN LA REGIÓN COSTERA DE LOUISIANA (12).

DE ACUERDO CON ÉSTA INFORMACIÓN Y A LA DISPONIBILIDAD TECNOLÓGICA DE -- ESTOS SISTEMAS. LA OPCIÓN MÁS CONVENIENTE ES LA DEL SEPARADOR DE PLACAS -- COALESCENTES.

MUCHOS SON LOS FACTORES QUE AFECTAN LA SEPARACIÓN DE UNA INTERFASE SALMUERA-CRUDO (1,14). GENERALMENTE, SE PUEDE DECIR QUE OCURREN DOS MECANISMOS EN EL PROCESO DE SEPARACIÓN. UNO ES EL FÍSICO (O MECÁNICO) Y OTRO ES EL FÍSICO-QUÍMICO. EL MECANISMO FÍSICO PUEDE SER DESCRITO POR LA LEY DE STOKES (A UN BAJO NÚMERO DE REYNOLDS) Y SIGUE LA ECUACIÓN:

$$V = \frac{g ( \rho_s - \rho_a ) D^2}{18}$$

V = VELOCIDAD DE ASCENSO DE LA GOTA DE ACEITE, (CM/SEG)

g = 981 (CM/SEG<sup>2</sup>)

$\rho_s$  = DENSIDAD DE LA SALMUERA (G/ML)

$\rho_a$  = DENSIDAD DEL ACEITE (G/ML)

D = DIÁMETRO DE LA PARTÍCULA EN CMS.

$\mu$  = VISCOSIDAD DE LA FASE CONTINUA (POISE).

EL MECANISMO FÍSICO-QUÍMICO INCLUYE LA RUPTURA QUÍMICA DE EMULSIONES -- (NORMALES O INVERSAS), AGITACIÓN Y COALESCENCIA ELÉCTRICA.

LAS CONDICIONES LÍMITE PARA APLICAR EL SEPARADOR DE PLACAS COALESCENTES SON:

$Re < 400$

VELOCIDAD MÁXIMA HORIZONTAL 2,5 FT/MIN.

EN EL CASO PARTICULAR DE NUESTRO SISTEMA, EL DIÁMETRO DE LA PARTÍCULA ES DE 0.01 CM = 100 MICRAS.

CON AYUDA DE LOS DIAGRAMAS A Y B (14), SE PUEDE ELEGIR EL TAMAÑO DEL SEPARADOR DE ACUERDO A LAS CONDICIONES DEL SISTEMA.

PARA EL PROCESO SE NECESITAN DOS EQUIPOS DE SEPARACIÓN:

I. REMOCIÓN DE ACEITE DE LAS PRESAS DE SALMUERA.

SEPARADOR CPI	PR-106
TEMPERATURA DE OPERACIÓN.	AMBIENTE (26°C)
CAPACIDAD DEL CPI.	50 (MBPD)
DIMENSIONES DEL CPI.	DIÁMETRO 12' LONGITUD 20'

II. DRENAJES ACEITOSOS.

SEPARADOR CPI	PR-107
TEMPERATURA DE OPERACIÓN	AMBIENTE (26°C)
CAPACIDAD DEL CPI.	5 (MBPD)
DIMENSIONES DEL CPI.	DIÁMETRO 4' LONGITUD 15'

EN ESTOS DOS CASOS SE GARANTIZA UNA CONCENTRACIÓN EN LOS EFLUENTES DE SALMUERA MENOR DE 50 PPM DE ACEITE, (14)

157

OPERATING TEMPERATURE F

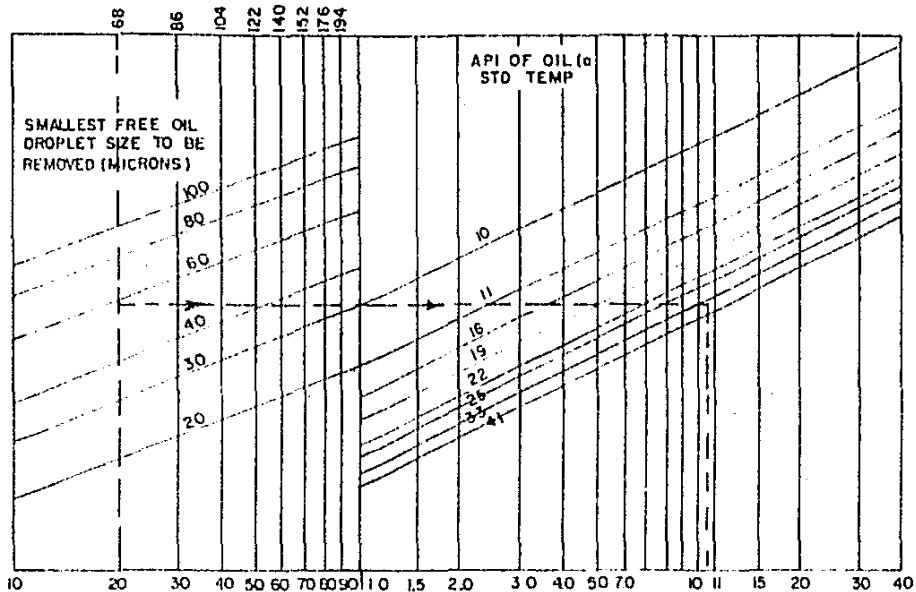
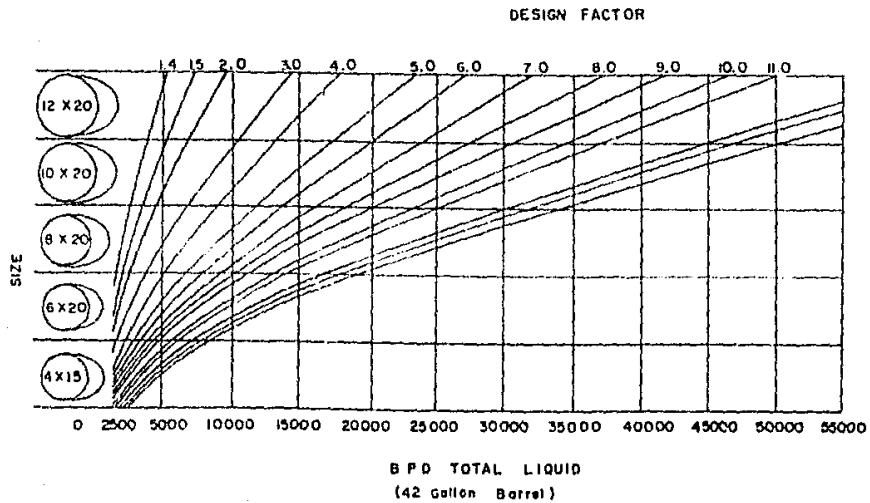


DIAGRAM A (A)



## EQUIPO DE LA PLANTA (FASE EXPLOTACION)

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE BOMBEO DE LA PLANTA.

BOMBAS PARA:

AGUA CONTRA INCENDIO	BO-401/R	$Q = 200 \text{ m}^3/\text{H} = 30 \text{ MBPD}$ $\Delta P = 12 \text{ KG}/\text{CM}^2$
AGUA DE SERVICIOS.	BO-402	$Q = 10 \text{ m}^3/\text{H} = 1,5 \text{ MBPD}$ $\Delta P = 2 \text{ KG}/\text{CM}^2$
AGUA ACEITOSA.	BO-403	$Q = 5 \text{ m}^3/\text{H} = 0,8 \text{ MBPD}$ $\Delta P = 2 \text{ KG}/\text{CM}^2$
AGUA AL DRENAJE PLUVIAL	BO-404	$Q = 1 \text{ m}^3/\text{H} = 0,2 \text{ MBPD}$ $\Delta P = 2 \text{ KG}/\text{CM}^2,$
ACEITE AL TANQUE DE CRUDO RECUPERADO.	BO-405	$Q = 5 \text{ m}^3/\text{H} = 0,8 \text{ MBPD}$ $\Delta P = 2 \text{ KG}/\text{CM}^2$
AGUA DE DESCRIITALIZACIÓN	BO-406	$Q = 66 \text{ m}^3/\text{H} = 10 \text{ MBPD}$ $\Delta P = 40 \text{ KG}/\text{CM}^2,$

EN LA TABLA QUE SE PRESENTA A CONTINUACIÓN. SE DEFINEN LOS CRITERIOS --  
 CON QUE SE HICIERON ÉSTOS CÁLCULOS. LAS ECUACIONES UTILIZADAS SON LAS MIS-  
 MAS DE LA SECCIÓN ANTERIOR.



## EQUIPO DE BOMBEO.

VARIABLES	BO-401	BO-402	BO-403	BO-404	BO-405	BO-406.
PRESIÓN DE DESCARGA (KG/CM <sup>2</sup> )	10	1	1	1	1	40
G A S T O (M <sup>3</sup> /H)	200(*)	10	5	1	5	66
(MBPD)	30	1.5	0.8	0.2	0.8	10
DISTANCIA AL PUNTO DE APLICACIÓN (M)	1 500	200	200	200	200	400
DIÁMETRO DEL TUBO CD 40 (PLG)	10	10	10	4	10	12
VELOCIDAD MÁXIMA (FT/SEG)	7	7	7	7	7	15
(M/SEG)	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	4.6
PÉRDIDA DE PRESIÓN POR FRICCIÓN (KG/CM <sup>2</sup> )	1.6	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3
PRESIÓN DIFERENCIAL (KG/CM <sup>2</sup> )	12	2	2	2	2	40

(\*) CAPACIDAD DE LA PRESA DE AGUA DULCE (AGUA CONTRA INCENDIO) PR-104

CARACTERISTICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO PARA LA PLANTA  
 TANQUE PARA:

AGUA DE SERVICIOS,	TA-401	CAPACIDAD 25 m <sup>3</sup> GEOMETRÍA CILINDRO DIAMETRO: 1.2 M LONGITUD: 6.2 M ELEVACIÓN: 10 M FACTOR DE UTILIZACIÓN: 0.10 ATMOSFÉRICO:
CISTERNA PARA AGUA DE SERVICIOS:	TA-402	CAPACIDAD: 80 m <sup>3</sup> GEOMETRÍA: PRISMA RECTANGULAR L = 6.6 M B = 3.0 M H = 4.0 MM FACTOR DE UTILIZACIÓN: 0.10 ATMOSFÉRICO:
ALMACENAMIENTO DE AGUA ACEITOSA:	TA-403	CAPACIDAD: 20 m <sup>3</sup> GEOMETRÍA: CILINDRO DIÁMETRO: 1.1 M LONGITUD: 5.3 M FACTOR DE UTILIZACIÓN: 0.10 ATMOSFÉRICO:
ALMACENAMIENTO DE DIESEL	TA-404	CAPACIDAD: 35 m <sup>3</sup> GEOMETRÍA: CILINDRO DIÁMETRO: 2.5 M LONGITUD: 7.1 M FACTOR DE UTILIZACIÓN: 0.10 ATMOSFÉRICO:

FACTOR DE UTILIZACIÓN, SE REFIERE AL VOLUMEN VACÍO QUE TIENEN LOS TANQUES CUANDO ÉSTOS ESTÁN LLENOS.

LA CAPACIDAD DE TODOS LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO ESTÁ EN BASE A LAS NECESIDADES DEL CONTENIDO PARTICULAR DE LOS MISMOS.

TA-401, PUEDE CONTENER HASTA 5 DIAS DE CONSUMO DE AGUA PARA LA PLANTA.

TA-402, TIENE LA CAPACIDAD DE RETENER HASTA 16 DIAS DE CONSUMO DE AGUA PARA LA PLANTA (TOMANDO EN CUENTA QUE EN LA ZONA EXISTEN FRECUENTES FALLAS EN EL SUMINISTRO DE AGUA).

TA-403, PUEDE ALMACENAR EL VOLUMEN GENERADO POR 5 DIAS DE OPERACIÓN.

TA-404, TIENE LA CAPACIDAD PARA ABASTECER AL GENERADOR DE EMERGENCIA -- DE ENERGÍA ELÉCTRICA, DURANTE 15 DIAS DE OPERACIÓN.

CARACTERÍSTICAS DE LOS TRANSFORMADORES DE CORRIENTE ELÉCTRICA.

EQUIPO	CLAVE	CARACTERÍSTICA
TRANSFORMADOR DE CORRIENTE	TR-401/R	34,5 Kv. 10/12.5 Mva, 4.16 Kv.
TRANSFORMADOR DE CORRIENTE	TR-402/R	115 Kv. 10/12.5 Mva, 4.16 Kv.
TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN	TR-403/R	4.16 Kv. 500 Kva, 480 v.

## HOJA DE DATOS DE EQUIPO

PLANTA: FASE EXPLOTACIÓN DE TUZANDEPETL  
LOCALIZACIÓN: TUZANDEPETL, VERACRUZ

FECHA: 18-11-89  
HECHO POR: CARLOS GABRIEL COLIN FLORES.

BOMBAS CENTRIFUGAS

CLAVE: B0-101/R

NO. DE UNIDADES: 2

SERVICIO: INHIBIDOR DE OXIGENO  
EN CONTINUO: 1

ACCIONADOR: MOTOR ELÉCTRICO

NO REQ. DE RELEVOS: 1

ACCIONADOR: MOTOR ELÉCTRICO

CONDICIONES DE OPERACIÓN

LIQUIDO: BISULFITO DE AMONIO  
TEMP. BOMBEO (T.B.) °C: 26 °C  
SGR A T.B.: 1.025  
P. VAPOR A T.B. KG/CM<sup>2</sup> ABS: 0.5  
VISCOSIDAD A T.B. CP: 1.155  
CORR/ERO CAUSADA POR:

GPM A T.B. NORM. 0.64 DIS 0.77  
DESCARGA KG/CM<sup>2</sup> (MAN) 2  
P. SUCC. KG/CM<sup>2</sup> MAX ATMOSFERCA DIS ATMOSF  
P. DIF KG/CM<sup>2</sup> 2  
NPSH DISP. A P.T. (FT) 7

BOQUILLA	CLASIF. ASA	CARA	POSICIÓN
SUCCIÓN	600	R.F.	VERTICAL
DESCARGA	600	R.F.	VERTICAL

COUPLE DE GUARDA: SI PLACA DE BASE: SI EMPAQUE: NO SELLO MECÁNICO: SI

MATERIAL: REGIDO POR CÓDIGO API 610 SI NO SE ESTABLECE OTRA COSA

OBSERVACIONES:

BOMBAS CENTRIFUGAS

CLAVE: B0-102

TIPO: FLOTANTE

SERVICIO: R. S. DE CRUDO

NO DE UNIDADES: 1

EN USO CONTINUO: 1

ACCIONADOR: MOTOR ELÉCTRICO

NO REQ. DE RELEVOS:

ACCIONADOR: MOTOR ELÉCTRICO

CONDICIONES DE OPERACIÓN

LIQUIDO: CRUDO-SALMUERA  
TEMP. BOMBEO (T.B.) °C: 26 °C  
SGR A T.B.: 1.05  
P. VAPOR KG/CM<sup>2</sup> ABS: 0.04  
VISCOSIDAD A T.B. CP: 10.7  
CORR/ERO CAUSADA POR: S. S. DE SALMUERA

GPM A T.B. NORM. 1210 DIS 1452  
DESCARGA KG/CM<sup>2</sup> (MAN) 2  
P. SUCC. KG/CM<sup>2</sup> MAX ATMOSFERCA. DIS ATMOSF.  
P. DIF KG/CM<sup>2</sup> 2  
NPSH DISP. A P.T. (FT) 7

BOQUILLA	CLASIF. ASA	CARA	POSICIÓN
SUCCIÓN	600	R.F.	VERTICAL
DESCARGA	600	R.F.	VERTICAL

COUPLE Y GUARDA: SI PLACA DE BASE: SI EMPAQUE: NO SELLO MECÁNICO: SI

MATERIAL REGIDO POR CÓDIGO API 610

OBSERVACIONES: ACERO INOXIDABLE -316 (MÍNIMO)

PLANTA: FASE EXPLOTACIÓN DE TUZANDEPETL  
 LOCALIZACIÓN: TUZANDEPETL, VERACRUZ

FECHA: 18-11-89  
 HECHO POR: CARLOS GABRIEL COLIN FLORES.

BOMBAS CENTRIFUGAS

CLAVE: BO-103 NO. DE UNIDADES: 1 TIPO: FLOTANTE

SERVICIO: R.S. DE AGUA DE LLUVIA EN CONTINUO: 1 ACCIONADOR: MOTOR ELÉCTRICO  
 NO REQ. DE RELEVOS: ACCIONADOR: MOTOR ELÉCTRICO

CONDICIONES DE OPERACIÓN

LIQUIDO: AGUA-SALMUERA	GPM A T.B. NORM. 605	DIS 726
TEMP. BOMBEO (T.B.) °C: 26 °C	DESCARGA KG/CM <sup>2</sup> (MAN) 2	
SGR A T.B.: 1.15	" SUCC. KG/CM <sup>2</sup> MAX ATMOSFCA.	DIS ATMOSF.
P. VAPOR A T.B. KG/CM <sup>2</sup> ABS: 0.04	P. DIF KG/CM <sup>2</sup> 2	
VISCOSIDAD A T.B. CP: 1.25	NPSH DISP. A P.T. (FT) 7	
CORR/ERO CAUSADA POR: SALMUERA		

BOQUILLA	CLASIF. ASA	CARA	POSICIÓN
SUCCIÓN	600	R.F.	VERTICAL
DESCARGA	600	R.F.	VERTICAL

COUPLE DE GUARDA: SI PLACA DE BASE: SI EMPAQUE: NO SELLO MECÁNICO: SI

MATERIAL: REGIDO POR CÓDIGO API 610 SI NO SE ESTABLECE OTRA COSA

OBSERVACIONES: ACERO INOXIDABLE-316 (MÍNIMO)

BOMBAS CENTRIFUGAS

CLAVE: BO-104 NO. DE UNIDADES: 1

SERVICIO: DESECHO DE SALMUERA EN USO CONTINUO: 1 ACCIONADOR: MOTOR ELÉCTRICO  
 NO REQ. DE RELEVOS: ACCIONADOR: MOTOR ELÉCTRICO

CONDICIONES DE OPERACIÓN

LIQUIDO: SALMUERA	GPM A T.B. NORM. 2904	DIS 3485
TEMP. BOMBEO (T.B.) °C: 26 °C	DESCARGA KG/CM <sup>2</sup> (MAN) 18	
SGR A T.B.: 1.2	P. SUCC. KG/CM <sup>2</sup> MAX ATMOSFCA.	DIS ATMOSF.
P. VAPOR KG/CM <sup>2</sup> ABS: 0.04	P. DIF KG/CM <sup>2</sup> 18	
VISCOSIDAD A T.B. CP: 1.68	NPSH DISP. A P.T. (FT) 10	
CORR/ERO CAUSADA POR: SALMUERA		

BOQUILLA	CLASIF. ASA	CARA	POSICIÓN
SUCCIÓN	600	R.F.	VERTICAL
DESCARGA	600	R.F.	VERTICAL

COUPLE Y GUARDA: SI PLACA DE BASE: SI EMPAQUE: NO SELLO MECÁNICO: SI

MATERIAL REGIDO POR CÓDIGO API 610 SI NO SE ESTABLECE OTRA COSA

OBSERVACIONES: ACERO INOXIDABLE-316 (MÍNIMO)

PLANTA: FASE EXPLOTACIÓN DE TUZANDEPETL  
LOCALIZACIÓN: TUZANDEPETL, VERACRUZ

FECHA: 18-11-89  
HECHO POR: CARLOS GABRIEL COLIN FLORES.

BOMBAS CENTRIFUGAS

CLAVE: BO-105 No. DE UNIDADES: 1  
SERVICIO: TRASLADO DE TA-101 A CABEZAL DE BO-201 A/H  
EN CONTINUO: 1 ACCIONADOR: MOTOR ELÉCTRICO  
NO REQ. DE RELEVOS: ACCIONADOR: MOTOR ELÉCTRICO

CONDICIONES DE OPERACIÓN

LIQUIDO: CRUDO	GPM A T.B. NORM, 1210	DIS 1452
TEMP. BOMBEO (T.B.) °C: 26 °C	DESCARGA KG/CM <sup>2</sup> (MAN) 25	
SGR A T.B.: 0.918	P. SUCC. KG/CM <sup>2</sup> MAX ATMOSFCA.	DIS ATMOSF.
P. VAPOR A T.B. KG/CM <sup>2</sup> ABS: 1.04	P. DIF KG/CM <sup>2</sup> 25	
VISCOSIDAD A T.B. CP: 67.5	NPSH DISP. A P.T. (FT) 7	
CORR/ERO CAUSADA POR: S.S. SALMUERA		

BOQUILLA	CLASIF. ASA	CARA	POSICIÓN
SUCCIÓN	600	R.F.	VERTICAL
DESCARGA	600	R.F.	VERTICAL

COUPLE DE GUARDA: SI PLACA DE BASE: SI EMPAQUE: NO SELLO MECÁNICO: SI  
MATERIAL: REGIDO POR CÓDIGO API 610

OBSERVACIONES:

BOMBAS CENTRIFUGAS

CLAVE: BO-106 No. DE UNIDADES: 1  
SERVICIO: T. DE C. DEL SEP.  
CPI A TA-101 EN USO CONTINUO: 1 ACCIONADOR: MOTOR ELÉCTRICO  
NO REQ. DE RELEVOS: ACCIONADOR: MOTOR ELÉCTRICO

CONDICIONES DE OPERACIÓN

LIQUIDO: CRUDO	GPM A T.B. NORM, 1210	DIS 1452
TEMP. BOMBEO (T.B.) °C: 26 °C	DESCARGA KG/CM <sup>2</sup> (MAN) 2	
SGR A T.B.: 0.918	P. SUCC. KG/CM <sup>2</sup> MAX ATMOSFCA.	DIS ATMOSF.
P. VAPOR KG/CM <sup>2</sup> ABS: 1.04	P. DIF KG/CM <sup>2</sup> 2	
VISCOSIDAD A T.B. CP: 67.5	NPSH DISP. A P.T. (FT) 7	
CORR/ERO CAUSADA POR: S.S. SALMUERA.		

BOQUILLA	CLASIF. ASA	CARA	POSICIÓN
SUCCIÓN	600	R.F.	VERTICAL
DESCARGA	600	R.F.	VERTICAL

COUPLE Y GUARDA: SI PLACA DE BASE: SI EMPAQUE: NO SELLO MECÁNICO: SI  
MATERIAL REGIDO POR CÓDIGO API 610

OBSERVACIONES:



PLANTA: FASE EXPLOTACIÓN DE TUZANDEPETL  
 LOCALIZACIÓN: TUZANDEPETL, VERACRUZ

FECHA: 18-11-89  
 HECHO POR: CARLOS GABRIEL COLIN FLORES.

BOMBAS CENTRIFUGAS

CLAVE: BO-107

NO. DE UNIDADES: 1

SERVICIO: TRANSPORTA SALMUERA DEL SEPARADOR CPI A PR-103

EN CONTINUO: 1

ACCIONADOR: MOTOR ELÉCTRICO

NO REQ. DE RELEVOS:

ACCIONADOR: MOTOR ELÉCTRICO

CONDICIONES DE OPERACIÓN

LIQUIDO: SALMUERA

TEMP. BOMBEO (T.B.) °C: 26 °C

GPM A T.B. NORM. 1210 DIS 1452

SGR A T.B.: 1.2

DESCARGA KG/CM<sup>2</sup> (MAN) 2

P.VAPOR A T.B. KG/CM<sup>2</sup> ABS: 0.04

P SUCC. KG/CM<sup>2</sup> MAX ATMOSF. DIS ATMOSF.

VISCOSIDAD A T.B. CP: 1.68

P DIF KG/CM<sup>2</sup> 2

CORR/ERO CAUSADA POR: SALMUERA

NPSH DISP. A P.T. (FT) 7

BOQUILLA	CLASIF. ASA	CARA	POSICIÓN
SUCCIÓN	600	R.F.	VERTICAL
DESCARGA	600	R.F.	VERTICAL

COUPLE DE GUARDA: SI PLACA DE BASE: SI EMPAQUE: NO SELLO MECÁNICO: SI

MATERIAL: REGIDO POR CÓDIGO API 610

OBSERVACIONES: ACERO INOXIDABLE-316 (MÍNIMO)

BOMBAS CENTRIFUGAS

CLAVE: 201-A/D

SERVICIO: INYECCIÓN DE CRUDO NO DE UNIDADES: 4

EN USO CONTINUO: 3

ACCIONADOR: MOTOR ELÉCTRICO

NO REQ. DE RELEVOS: 1

ACCIONADOR: MOTOR ELÉCTRICO

CONDICIONES DE OPERACIÓN

LIQUIDO: CRUDO MAYA

TEMP. BOMBEO (T.B.) °C: 40

GPM A T.B. NORM. 3641 DIS 4369

SGR A T.B.: 0.918

DESCARGA KG/CM<sup>2</sup> (MAN) 53

P.VAPOR KG/CM<sup>2</sup> ABS: 1.04

P. SUCC. KG/CM<sup>2</sup> MAX 15 DIS 18

VISCOSIDAD A T.B. CP: 67.5

P. DIF KG/CM<sup>2</sup> 30

CORR/ERO CAUSADA POR: S.S. DE SALMUERA

NPSH DISP A P.T. (FT) 7

BOQUILLA	CLASIF. ASA	CARA	POSICIÓN
SUCCIÓN	600	R.F.	VERTICAL
DESCARGA	600	R.F.	VERTICAL

COUPLE Y GUARDA: SI PLACA DE BASE: SI EMPAQUE: NO SELLO MECÁNICO: SI

MATERIAL REGIDO POR CÓDIGO API 610

OBSERVACIONES:

PLANTA: FASE EXPLOTACIÓN DE TUZANDEPETL  
LOCALIZACIÓN: TUZANDEPETL., VERACRUZ

FECHA: 18-11-89  
HECHO POR: CARLOS GABRIEL COLIN FLORES.

BOMBAS CENTRIFUGAS

CLAVE: 201- E/H NO. DE UNIDADES: 4  
SERVICIO: INYECCIÓN DE CRUDO EN CONTINUO: 3 ACCIONADOR: MOTOR ELÉCTRICO  
NO REQ. DE RELEVOS: 1 ACCIONADOR: MOTOR ELÉCTRICO

CONDICIONES DE OPERACIÓN

LIQUIDO: CRUDO LIGERO	GPM A T.B. NORM. 3641	DIS 4369
TEMP. BOMBEO (T.B.) °C: 35	DESCARGA KG/CM <sup>2</sup> (MAN) 58	
SGR A T.B.: 0.88	P SUCC. KG/CM <sup>2</sup> MAX 15	DIS 18
P. VAPOR A T.B. KG/CM <sup>2</sup> ABS: 1.04	P DIF KG/CM <sup>2</sup> 43	
VISCOSIDAD A T.B. CP: 10.9	NPSH DISP. A P.T. (FT) 7	
CORR/ERO CAUSADA POR: S.S. SALMUERA		

BOQUILLA	CLASIF. ASA	CARA	POSICIÓN
SUCCIÓN	600	R.F.	VERTICAL
DESCARGA	600	R.F.	VERTICAL

COPLE DE GUARDA: SI PLACA DE BASE: SI EMPAQUE: NO SELLO MECÁNICO: SI  
MATERIAL: REGIDO POR CÓDIGO API 610  
OBSERVACIONES:

BOMBAS CENTRIFUGAS

CLAVE: 202 A/D NO DE UNIDADES: 4  
SERVICIO: INYECCIÓN SALMUERA EN USO CONTINUO: 3 ACCIONADOR: MOTOR ELÉCTRICO  
NO REQ. DE RELEVOS: 1 ACCIONADOR: MOTOR ELÉCTRICO

CONDICIONES DE OPERACIÓN

LIQUIDO: SALMUERA	GPM A T.B. NORM. 3641	DIS 4369
TEMP. BOMBEO (T.B.) °C: 26 °C	DESCARGA KG/CM <sup>2</sup> (MAN) 10	
SGR A T.B.: 1.2	P. SUCC. KG/CM <sup>2</sup> MAX ATMOSEF. DIS ATMOSEF.	
P. VAPOR KG/CM <sup>2</sup> ABS: 0.04	P. DIF KG/CM <sup>2</sup> 10	
VISCOSIDAD A T.B. CP: 1.68	NPSH DISP A P.T. (FT) 24	
CORR/ERO CAUSADA POR: SALMUERA		

BOQUILLA	CLASIF. ASA	CARA	POSICIÓN
SUCCIÓN	600	R.F.	VERTICAL
DESCARGA	600	R.F.	VERTICAL

COPLE Y GUARDA: SI PLACA DE BASE: SI EMPAQUE: NO SELLO MECÁNICO: SI  
MATERIAL REGIDO POR CÓDIGO API 610 SI NO SE ESTABLECE OTRA COSA  
OBSERVACIONES: ACERO INOXIDABLE-316 (MÍNIMO).

PLANTA: FASE EXPLOTACIÓN DE TUZANDEPETL

FECHA: 18-11-89

LOCALIZACIÓN: TUZANDEPETL, VERACRUZ

HECHO POR: CARLOS GABRIEL COLIN FLORES.

BOMBAS CENTRIFUGAS

CLAVE: 202 E/H

Nº DE UNIDADES: 4

SERVICIO: INYECCIÓN DE SALMUERA EN CONTINUO: 3

ACCIONADOR: MOTOR ELÉCTRICO

Nº REQ. DE RELEVOS: 1

ACCIONADOR: MOTOR ELÉCTRICO

CONDICIONES DE OPERACIÓN

LIQUIDO: SALMUERA

TEMP. BOMBEO (T.B.) °C: 26 °C

GPM A T.B. NORM. 3641 DIS 4369

SGR A T.B.: 1.2

DESCARGA KG/CM<sup>2</sup> (MAN) 25

P. VAPOR A T.B. KG/CM<sup>2</sup> ABS: 0.04

P. SUCC. KG/CM<sup>2</sup> MAX 10 DIS 10

VISCOSIDAD A T.B. CP: 1.68

P. DIF KG/CM<sup>2</sup> 15

CORR/ERO CAUSADA POR: SALMUERA

NPSH DISP. A P.T. (FT) 24

BOQUILLA

CLASIF. ASA

CARA

POSICIÓN

SUCCIÓN

600

R.F.

VERTICAL

DESCARGA

600

R.F.

VERTICAL

COUPLE DE GUARDA: SI

PLACA DE BASE: SI

EMPAQUE: NO

SELLO MECÁNICO: SI

MATERIAL: REGIDO POR CÓDIGO API 610 SI NO SE ESTABLECE OTRA COSA

OBSERVACIONES: ACERO INOXIDABLE-316 (MÍNIMO)

BOMBAS CENTRIFUGAS

CLAVE: 301/R

SERVICIO: TRANSF. DE CRUDO

Nº DE UNIDADES: 2

EN USO CONTINUO: 1

ACCIONADOR: MOTOR ELÉCTRICO

Nº REQ. DE RELEVOS: 1

ACCIONADOR: MOTOR ELÉCTRICO

CONDICIONES DE OPERACIÓN

LIQUIDO: CRUDO

TEMP. BOMBEO (T.B.) °C: 35 °C

GPM A T.B. NORM. 1210 DIS 1452

SGR A T.B.: 0.918

DESCARGA KG/CM<sup>2</sup> (MAN) 40

P. VAPOR KG/CM<sup>2</sup> ABS: 1.04

P. SUCC. KG/CM<sup>2</sup> MAX 10 DIS 10

VISCOSIDAD A T.B. CP: 67.5

P. DIF KG/CM<sup>2</sup> 30

CORR/ERO CAUSADA POR: S.S. SALMUERA

NPSH DISP A P.T. (FT) 7

BOQUILLA

CLASIF. ASA

CARA

POSICIÓN

SUCCIÓN

600

R.F.

VERTICAL

DESCARGA

600

R.F.

VERTICAL

COUPLE Y GUARDA: SI

PLACA DE BASE: SI

EMPAQUE: NO

SELLO MECÁNICO: SI

MATERIAL REGIDO POR CÓDIGO API 610

OBSERVACIONES:

PLANTA: FASE EXPLOTACIÓN DE TUZANDEPETL  
LOCALIZACIÓN: TUZANDEPETL, VERACRUZ

FECHA: 18-11-89  
HECHO POR: CARLOS GABRIEL COLIN FLORES.

BOMBAS CENTRIFUGAS

CLAVE: 401/R

NO. DE UNIDADES: 2

SERVICIO: AGUA CONTRA-INCENDIO  
EN CONTINUO: 1

ACCIONADOR: MOTOR ELÉCTRICO

NO REQ. DE RELEVOS: 1

ACCIONADOR: MOTOR COMBUSTIÓN INTERNA

CONDICIONES DE OPERACIÓN

LIQUIDO: AGUA

TEMP. BOMBEO (T.B.) °C: 26 °C

GPM A T.B. NORM. 880

DIS 880

SGR A T.B.: 1.015

DESCARGA KG/CM<sup>2</sup> (MAN) 12

P. VAPOR A T.B. KG/CM<sup>2</sup> ABS: 0.04

P. SUCC. KG/CM<sup>2</sup> MAX. ATMOSF.

DIS ATMOSF.

VISCOSIDAD A T.B. CP: 1.02

P. DIF KG/CM<sup>2</sup> 12

CORR/ERO CAUSADA POR:

NPSH DISP. A P.T. (FT) 10

BOQUILLA	CLASIF. ASA	CARA	POSICIÓN
SUCCIÓN	600	R.F.	VERTICAL
DESCARGA	600	R.F.	VERTICAL

COUPLE DE GUARDA: SI PLACA DE BASE: SI EMPAQUE: NO SELLO MECÁNICO: SI

MATERIAL: REGIDO POR CÓDIGO API 610 SI NO SE ESTABLECE OTRA COSA

OBSERVACIONES: BRONCE

BOMBAS CENTRIFUGAS

CLAVE: BO-402

SERVICIO: AGUA DE SERVICIOS NO DE UNIDADES: 1

EN USO CONTINUO: 1

ACCIONADOR: MOTOR ELÉCTRICO

NO REQ. DE RELEVOS:

ACCIONADOR: MOTOR ELÉCTRICO

CONDICIONES DE OPERACIÓN

LIQUIDO: AGUA

TEMP. BOMBEO (T.B.) °C: 26 °C

GPM A T.B. NORM. 37

DIS 44

SGR A T.B.: 1.015

DESCARGA KG/CM<sup>2</sup> (MAN) 2

P. VAPOR KG/CM<sup>2</sup> ABS: 0.04

P. SUCC. KG/CM<sup>2</sup> MAX. ATMOSF.

DIS ATMOSF.

VISCOSIDAD A T.B. CP: 1.02

P. DIF KG/CM<sup>2</sup> 2

CORR/ERO CAUSADA POR:

NPSH DISP A P.T. (FT) 7

BOQUILLA	CLASIF. ASA	CARA	POSICIÓN
SUCCIÓN	600	R.F.	VERTICAL
DESCARGA	600	R.F.	VERTICAL

COUPLE Y GUARDA: SI PLACA DE BASE: SI EMPAQUE: NO SELLO MECÁNICO: SI

MATERIAL REGIDO POR CÓDIGO API 610 SI NO SE ESTABLECE OTRA COSA

OBSERVACIONES: BRONCE

PLANTA: FASE EXPLOTACIÓN DE TUZANDEPETL FECHA: 18-11-89  
 LOCALIZACIÓN: TUZANDEPETL, VERACRUZ HECHO POR: CARLOS GABRIEL COLIN FLORES

**BOMBAS CENTRIFUGAS**

CLAVE: B0-403 No. DE UNIDADES: 1  
 SERVICIO: AGUA ACEITOSA EN CONTINUO: 1 ACCIONADOR: MOTOR ELÉCTRICO  
 NO. REQ. DE RELEVOS ACCIONADOR: MOTOR ELÉCTRICO

**CONDICIONES DE OPERACIÓN**

LIQUIDO: CRUDO-AGUA  
 TEMP. BOMBEO (T.B.)°C: 26 GPM A T.B. NORM. 18 DIS 22  
 SRG A T.B.: 1.15 DESCARGA KG/CM<sup>2</sup> (MAN) 2  
 P. VAPOR A T.B. KG/CM<sup>2</sup> ABS: 0.04 P SUCC. KG/CM<sup>2</sup> MAX ATMOSF. DIS ATMOSF  
 VISCOSIDAD A T.B. CP: 10.9 P DIF KG/CM<sup>2</sup> 2  
 CORR/ERO CAUSADA POR: S.S. DE SALMUERA NPSH DISP. A P.T. (FT) 7

BOQUILLA	CLASIF. ASA	CARA	POSICIÓN
SUCCIÓN	600	R.F.	VERTICAL
DESCARGA	600	R.F.	VERTICAL

COUPLE DE GUARDA: SI PLACA DE BASE: SI EMPAQUE: NO SELLO MECÁNICO: SI  
 MATERIAL: REGIDO POR CÓDIGO API 610

OBSERVACIONES:

**BOMBAS CENTRIFUGAS**

CLAVE: B0-404 No. DE UNIDADES: 1  
 SERVICIO: AGUA AL DREN-PLUV. EN USO CONTINUO: 1 ACCIONADOR: MOTOR ELÉCTRICO  
 NO. REQ. DE RELEVOS: ACCIONADOR: MOTOR ELÉCTRICO

**CONDICIONES DE OPERACIÓN**

LIQUIDO: AGUA  
 TEMP. BOMBEO (T.B.)°C: 26 °C GPM A T.B. NORM. 4,4 DIS 4,4  
 SSR A T.B.: 1.015 DESCARGA KG/CM<sup>2</sup> (MAN) 2  
 P. VAPOR KG/CM<sup>2</sup> ABS: 0.04 P. SUCC. KG/CM<sup>2</sup> MAX ATMOSF. DIS ATMOSF,  
 VISCOSIDAD A T.B. CP: 1.02 P. DIF KG/CM<sup>2</sup> 2  
 CORR/ERO CAUSADA POR: NPSH DISP A P. T. (FT) 7

BOQUILLA	CLASIF. ASA	CARA	POSICIÓN
SUCCIÓN	600	R.F.	VERTICAL
DESCARGA	600	R.F.	VERTICAL

COUPLE Y GUARDA: SI PLACA DE BASE: SI EMPAQUE: NO SELLO MECÁNICO: SI  
 MATERIAL REGIDO POR CÓDIGO API 610 SI NO SE ESTABLECE OTRA COSA

OBSERVACIONES: BRONCE

PLANTA: FASE EXPLOTACIÓN DE TUZANDEPETL  
LOCALIZACIÓN: TUZANDEPETL, VERACRUZ

FECHA: 18-11-89  
HECHO POR: CARLOS GABRIEL COLIN FLORES.

BOMBAS CENTRIFUGAS

CLAVE: 80-405 NO. DE UNIDADES: 1

SERVICIO: TRASLADO DE ACEITE AL TA-101

EN CONTINUO: 1

ACCIONADOR: MOTOR ELÉCTRICO

NO REG. DE RELEVOS:

ACCIONADOR: MOTOR ELÉCTRICO

CONDICIONES DE OPERACIÓN

LIQUIDO: CRUDO

TEMP. BOMBEO (T.B.) °C: 35 °C

SGR A T.B.: 0.918

P. VAPOR A T.B. KG/CM<sup>2</sup> ABS: 1.04

VISCOSIDAD A T.B. CP: 67.5

CORR/ERO CAUSADA POR: S.S. DE SALMIERA

GPM A T.B. NORM. 18 DIS 22

DESCARGA KG/CM<sup>2</sup> (MAN) 2

P. SUCC. KG/CM<sup>2</sup> MAX ATMOF. DIS ATMOF.

P. DIF KG/CM<sup>2</sup> 2

NPSH DISP. A P.T. (FT) 7

BOQUILLA	CLASIF. ASA	CARA	POSICIÓN
SUCCIÓN	500	R.F.	VERTICAL
DESCARGA	600	R.F.	VERTICAL

COUPLE DE GUARDA: SI PLACA DE BASE: SI EMPAQUE: NO SELLO MECÁNICO: SI

MATERIAL: REGIDO POR CÓDIGO API 610

OBSERVACIONES:

BOMBAS CENTRIFUGAS

CLAVE: 80-406

SERVICIO: AGUA DE DESCRIITAL. NO DE UNIDADES: 1

EN USO CONTINUO: 1

ACCIONADOR: MOTOR ELÉCTRICO

NO REG. DE RELEVOS:

ACCIONADOR: MOTOR ELÉCTRICO

CONDICIONES DE OPERACIÓN

LIQUIDO: AGUA

TEMP. BOMBEO (T.B.) °C: 26 °C

SGR A T.B.: 1.015

P. VAPOR KG/CM<sup>2</sup> ABS: 0.04

VISCOSIDAD A T.B. CP: 1.02

CORR/ERO CAUSADA POR:

GPM A T.B. NORM. 242 DIS 291

DESCARGA KG/CM<sup>2</sup> (MAN) 40

P. SUCC. KG/CM<sup>2</sup> MAX ATMOF. DIS ATMOF.

P. DIF KG/CM<sup>2</sup> 40

NPSH DISP. A P.T. (FT) 7

BOQUILLA	CLASIF. ASA	CARA	POSICIÓN
SUCCIÓN	500	R.F.	VERTICAL
DESCARGA	600	R.F.	VERTICAL

COUPLE Y GUARDA: SI PLACA DE BASE: SI EMPAQUE: NO SELLO MECÁNICO: SI

MATERIAL REGIDO POR CÓDIGO API 610 SI NO SE ESTABLECE OTRA COSA

OBSERVACIONES: BRONCE

PLANTA: FASE EXPLOTACIÓN DE TUZANDEPETL

FECHA: 18-11-89

LOCALIZACIÓN: TUZANDEPETL VERACRUZ

HECHO POR: CARLOS GABRIEL  
COLIN FLORES.

---

COMPRESOR

---

CLAVE: CO-401

SERVICIO: AIRE COMPRIMIDO PLANTA E INSTRUMENTOS.

NO. UNIDADES: 1

GAS MANEJADO: AIRE SECO TIPO: RECIPROCANTE

CAPACIDAD: 1296 LB/H

432 MSCFD

PESO MOLECULAR: 29 G/MOL

CONDICIONES DE SUCCIÓN:

---

PRESIÓN: ATMOSFÉRICA  $\text{KG}/\text{CM}^2$  TEMPERATURA: 26 °C DENSIDAD: 0.0016  
G/ $\text{CM}^3$

COMPRESIBILIDAD Z : 1.0

"K" (CP/CV) 1.395

HUMEDAD RELATIVA: 100 %

CONDICIONES DE DESCARGA

---

PRESIÓN: 8.4

$\text{KG}/\text{CM}^2$

TEMPERATURA: 30 °C

PRESIÓN : BAROMÉTRICA: 760 MM HG

---

ACCIONADOR: MOTOR ELÉCTRICO

OBSERVACIONES: AIRE SECO Y LIBRE DE ACEITE Y PARTÍCULAS SÓLIDAS.  
EQUIPO PAQUETE.

---

PLANTA: FASE EXPLOTACIÓN DE TUZANDEPETL

FECHA 18-11-89

LOCALIZACIÓN: TUZANDEPETL, VERACRUZ

HECHO POR: CARLOS GAERTEL OLIN PLUMES

RECIPIENTES

CLAVE: TA-101 SERVICIO CRUDO RECUPERADO

TIPO DE FLUIDO: LIQUIDO CRUDO FLUJO: 5 501 LPM DENSIDAD: 0.918 g/cm<sup>3</sup>

TEMPERATURA: OPERACIÓN 26 °C; MÁXIMA: 30 °C; DISEÑO 41 °C

PRESIÓN: OPERACIÓN 1 KG/CM<sup>2</sup> MAN; MÁXIMA 2 KG/CM<sup>2</sup> MAN DISEÑO 2.4 KG/CM<sup>2</sup> MAN

DIMENSIONES: LONGITUD TT 12 700 MM; DIÁMETRO 10 000 MM; CAP. TOTAL 1 000 000 L

MATERIALES: CASCARÓN: A.C.; CABEZAS: A.C. POSICIÓN: VERTICAL

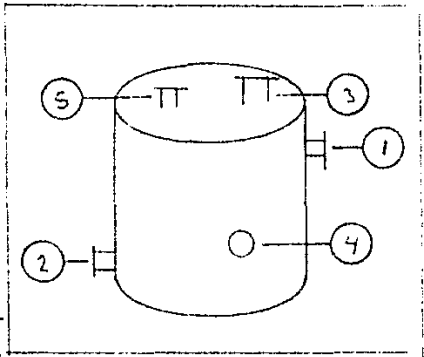
CORROSIÓN PERM. CASCARÓN: 3.175 MM

CABEZAS: 5.175 MM

FACTOR DE UTILIZACIÓN: 0.1

BOQUILLAS

NO.	NO. REQ.	Ø NOMINAL MM	SERVICIO
1	1	406.4	ALIMENTACIÓN
2	1	406.4	SALIDA
3	1	609.6	ENTRADA DE HOMBRE
4	1	50.8	PURGA
5	1	152.4	VENTEO



RECIPIENTES

CLAVE: TA-102 SERVICIO: INHIBIDOR DE OXIGENO

TIPO DE FLUIDO: LIQUIDO B. V. FLUJO: 2.9 LPM DENSIDAD: 1.025 g/cm<sup>3</sup>

TEMPERATURA: OPERACIÓN 26 °C; MÁXIMA 30 °C; DISEÑO 41 °C

PRESIÓN: OPERACIÓN 1 KG/CM<sup>2</sup> MAN; MÁXIMA 2 KG/CM<sup>2</sup> MAN DISEÑO 2.4 KG/CM<sup>2</sup> MAN

LONGITUD TT: 5 400 MM

DIMENSIONES: DIÁMETRO: 4 000 MM

CAP. TOTAL: 72 300 L.

POSICIÓN: VERTICAL

MATERIALES: CASCARÓN A.C.; CABEZAS A.C.

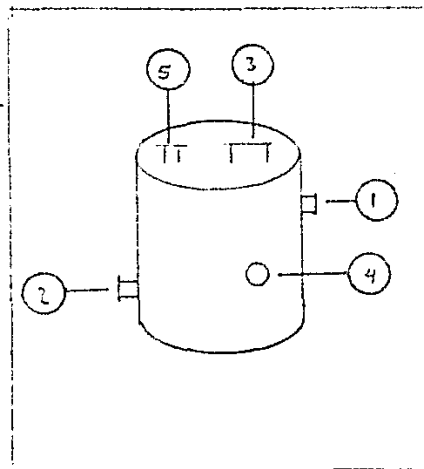
CORROSIÓN PERM. CASCARÓN: 3.175 MM

CABEZAS: 3.175 MM

FACTOR DE UTILIZACIÓN: 0.1

BOQUILLAS

NO.	NO. REQ.	Ø NOMINAL MM	SERVICIO
1	1	406.4	ALIMENTACIÓN
2	1	406.4	SALIDA
3	1	609.6	ENTRADA DE HOMBRE
4	1	50.8	PURGA
5	1	152.4	VENTEO





PLANTA: FASE EXPLOTACIÓN DE TUZANDEPETL      FECHA 18-11-89

LOCALIZACIÓN: TUZANDEPETL, VERACRUZ      HECHO POR: CARLOS GABRIEL COLIN FLORES

RECIPIENTES

CLAVE: TA-401      SERVICIO AGUA DE SERVICIOS

TIPO DE FLUIDO: LIQUIDO AGUA      FLUJO: 166.7 LPM      DENSIDAD: 1.015 g/cm<sup>3</sup>

TEMPERATURA: OPERACIÓN 26 °C; MÁXIMA: 30 °C; DISEÑO 41 °C

PRESIÓN: OPERACIÓN 1      KG/CM<sup>2</sup> MAN; MÁXIMA 2      KG/CM<sup>2</sup> MAN DISEÑO: 2.4 KG/CM<sup>2</sup> MAN

DIMENSIONES: LONGITUD TT 5200 MM; DIÁMETRO 1200 MM; CAP. TOTAL 25000 L

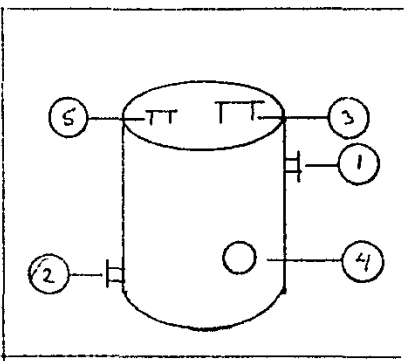
MATERIALES: CASCARÓN: A.C.; CABEZAS: A.C.      POSICIÓN: VERTICAL

CORROSIÓN PERM.      CASCARÓN: 3.175 MM

CABEZAS: 3.175 MM

FACTOR DE UTILIZACIÓN: 0.1

BOQUILLAS			
No.	No. REQ.	Ø NOMINAL MM	SERVICIO
1	1	405.4	ALIMENTACIÓN
2	1	405.4	SALIDA
3	1	609.6	ENTRADA DE HOMBRE
4	1	50.8	PURGA
5	1	152.4	VENTEO



RECIPIENTES

CLAVE: TA-402      SERVICIO: CISTERNA PARA AGUA DE SERVICIOS

TIPO DE FLUIDO: LIQUIDO AGUA      FLUJO: 156.7 LPM      DENSIDAD: 1.015 g/cm<sup>3</sup>

TEMPERATURA: OPERACIÓN 26 °C; MÁXIMA 30 °C; DISEÑO 41 °C

PRESIÓN: OPERACIÓN 1      KG/CM<sup>2</sup> MAN; MÁXIMA 2      KG/CM<sup>2</sup> MAN; DISEÑO 2.4 KG/CM<sup>2</sup> MAN

LONGITUD TT: 6 600 MM

DIMENSIONES: ALTURA : 3 000 MM

CAP. TOTAL: 80 000 L.

POSICIÓN:      HORIZONTAL

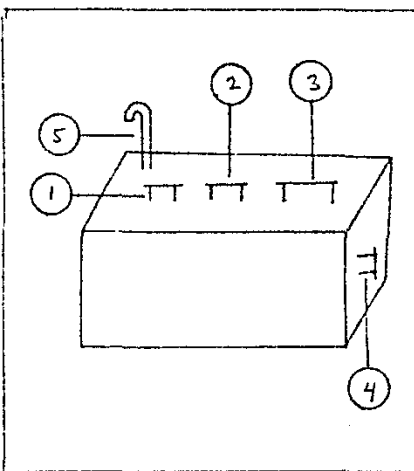
MATERIALES: CASCARÓN A.C.; CABEZAS A.C.

CORROSIÓN PERM: CASCARÓN: 3.175 MM

CABEZAS: 3.175 MM

FACTOR DE UTILIZACIÓN: 0.1

BOQUILLAS			
No.	No. REQ.	Ø NOMINAL MM	SERVICIO
1	1	405.4	ALIMENTACIÓN
2	1	405.4	SALIDA
3	1	609.6	ENTRADA DE HOMBRE
4	1	50.8	PURGA
5	1	152.4	VENTEO



PLANTA: FASE EXPLOTACIÓN DE TUZANDEPETL FECHA 18-11-89

LOCALIZACIÓN: TUZANDEPETL, VERACRUZ HECHO POR: CARLOS GABRIEL COLIN FLORES

RECIPIENTES

CLAVE: TA-403 SERVICIO AGUA-ACEITOSA

TIPO DE FLUIDO: LIQUIDO/AGUA ACEITOSA FLUJO: 83,4 LPM DENSIDAD: 1,15 G/CM<sup>3</sup>

TEMPERATURA: OPERACIÓN 26 °C; MÁXIMA: 30 °C; DISEÑO 41 °C

PRESIÓN: OPERACIÓN 1 KG/CM<sup>2</sup> MAN; MÁXIMA 2 KG/CM<sup>2</sup> MAN DISEÑO: 2,4 KG/CM<sup>2</sup> MAN

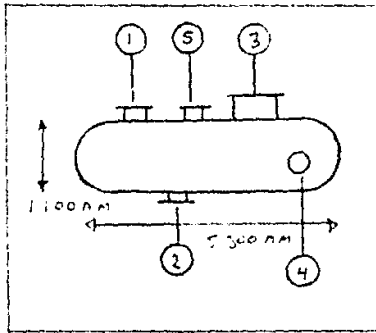
DIMENSIONES: LONGITUD TT 5 300 MM; DIÁMETRO 1 100 MM; CAP. TOTAL 20 000 L

MATERIALES: CASCARÓN: A.C.; CABEZAS: A.C. POSICIÓN: HORIZONTAL

CORROSIÓN PERM. CASCARÓN: 3,175 MM  
CABEZAS: 3,175 MM

FACTOR DE UTILIZACIÓN: 0,1

BOQUILLAS				
No.	No. REG.	Ø NOMINAL MM	SERVICIO	
1	1	355,6	ALIMENTACIÓN	
2	1	355,6	SALIDA	
3	1	509,6	ENTRADA DE HOMBRE	
4	1	50,8	PURGA	
5	1	152,4	VENTEO	



RECIPIENTES

CLAVE: TA-404 SERVICIO: DIESEL

TIPO DE FLUIDO: LIQUIDO DIESEL FLUJO: 90 LPM DENSIDAD: 0,852 G/CM<sup>3</sup>

TEMPERATURA: OPERACIÓN 26 °C; MÁXIMA 35 °C; DISEÑO 41 °C

PRESIÓN: OPERACIÓN 2 KG/CM<sup>2</sup> MAN; MÁXIMA 4 KG/CM<sup>2</sup> MAN DISEÑO 5 KG/CM<sup>2</sup> MAN

LONGITUD TT: 7 100 MM

DIMENSIONES: DIÁMETRO: 2 500 MM

CAP. TOTAL: 35 000 L.

POSICIÓN: HORIZONTAL

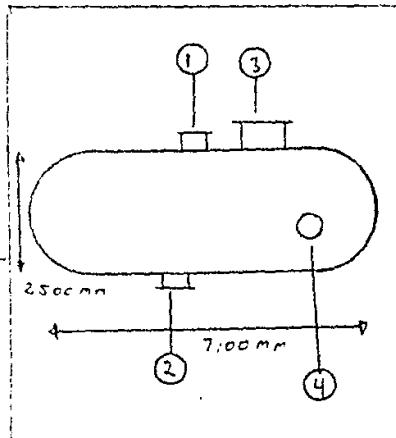
MATERIALES: CASCARÓN A.C.; CABEZAS A.C.

CORROSIÓN PERM. CASCARÓN: 3,175 MM

CABEZAS: 3,175 MM

FACTOR DE UTILIZACIÓN: 0,1

BOQUILLAS				
No.	No. REG.	Ø NOMINAL MM	SERVICIO	
1	1	406,4	ALIMENTACIÓN	
2	1	406,4	SALIDA	
3	1	609,6	ENTRADA DE HOMBRE	
4	1	50,8	PURGA	



PLANTA BASE EXPLOTACIÓN TUZANDEPETL. FECHA 18-11-89

LOCALIZACIÓN: TUZANDEPETL, VERACRUZ HECHA POR: CARLOS GABRIEL COLIN FLORES

F I L T R O S

CLAVE: FI-101/R SERVICIO: FILTRO DE CRUDO PESADO

NO. DE UNIDADES: 2

FLUIDO: CRUDO MAYA FLUJO: NORMAL 10,890 GPM; DISEÑO: 13068 GPM

TEMPERATURA: OPERACIÓN 30°C; DISEÑO: 40°C

PRESIÓN: OPERACIÓN 15 KG/CM<sup>2</sup>; DISEÑO: 18 KG/CM<sup>2</sup>

DENSIDAD A.T. OP: 0.918 G/CM<sup>3</sup>; VISCOSIDAD A.T. OP, 67.5 CP

ΔP DISPONIBLE: 5 PSI ΔP MÁXIMA PERMISIBLE: 10 PSI

GRADO DE FILTRACIÓN: 6000 MICRAS; CONTENIDO DE SÓLIDOS: 10% PESO (MÁXIMO)

MATERIAL: CUERPO: A.C.; TAPAS: A.C.; FONDO: A.C.

CORROSIÓN PERMISIBLE: 3.175 MM.

CONEXIONES: ENTRADA: BRIDADA SALIDA: BRIDADA.

OBSERVACIONES: MALLA FILTRANTE REMOVIBLE

F I L T R O S

CLAVE: FI-102/R SERVICIO: FILTRO DE CRUDO LIGERO

NO. DE UNIDADES: 2

FLUIDO: CRUDO LIGERO FLUJO: NORMAL 10890 GPM; DISEÑO 13068 GPM.

TEMPERATURA: OPERACIÓN 30°C; DISEÑO: 35°C

PRESIÓN: OPERACIÓN 15 KG/CM<sup>2</sup>; DISEÑO 18 KG/CM<sup>2</sup>

DENSIDAD: A.T. OP: 0.884 G/CM<sup>3</sup>; VISCOSIDAD A.T. OP, 10.8 CP

ΔP DISPONIBLE: 5 PSI ΔP MÁXIMA PERMISIBLE: 10 PSI

GRADO DE FILTRACIÓN: 3000 MICRAS; CONTENIDO DE SÓLIDOS: 10% PESO (MÁXIMO)

MATERIAL: CUERPO A.C.; TAPAS: A.C.; FONDO: A.C.

CORROSIÓN PERMISIBLE: 3.175 MM.

CONEXIONES: ENTRADA: BRIDADA; SALIDA: BRIDADA

OBSERVACIONES: MALLA FILTRANTE REMOVIBLE.

PLANTA : FASE EXPLOTACIÓN DE TUZANDEPETL

FECHA 18-11-89

LOCALIZACIÓN: TUZANDEPETL, VERACRUZ

HECHA POR: CARLOS GABRIEL COLIN FLORES.

---

### FILTROS

---

CLAVE: FI- 103/R

SERVICIO: FILTRO DE SALMUERA

NO. DE UNIDADES: 2

---

FLUIDO: SALMUERA      FLUJO: NORMAL 10890 GPM      DISEÑO: 13068 GPM

TEMPERATURA: OPERACIÓN 26 °C ;      DISEÑO: 40°C

PRESIÓN : OPERACIÓN 21 KG/CM<sup>2</sup>;      DISEÑO: 28 KG/CM<sup>2</sup>

DENSIDAD A T.OP: 1.2 G/CM<sup>3</sup>      VISCOSIDAD A T.OP. 1.68 CP

ΔP DISPONIBLE: 5 PSI

ΔP MÁXIMA PERMISIBLE: 10 PSI

---

GRADO DE FILTRACIÓN: 2500 MICRAS ;      CONTENIDO EN SÓLIDOS: 10% PESO (MÁXIMO)

MATERIAL: CUERPO: A.C.

TAPAS: A.C.

FONDO: A.C.

CORROSIÓN PERMISIBLE: 3.175 MM

CONEXIONES: ENTRADA:

BRIDADA

SALIDA: BRIDADA

---

OBSERVACIONES: MALLA FILTRANTE REMOVIBLE.

---

PLANTA: FASE EXPLOTACIÓN DE TUZANDEPETL

FECHA: 18-11-89

LOCALIZACIÓN: TUZANDEPETL, VERACRUZ

HECHA POR: CARLOS GABRIEL COLIN FLORES.

SEPARADOR CPI

CLAVE: PR-106 SERVICIO: SEPARADOR INTERFASE CRUDO-SALMUERA

NO. DE UNIDADES: 1 TIPO INTERNOS DE PLACAS CORRUGADAS

TEMPERATURA DE OPERACIÓN: 26°C ; PRESIÓN DE OPERACIÓN: 1 KG/CM<sup>2</sup>

CAPACIDAD: NORMAL: 42 MBPD DISEÑO: 50 MBPD

SOBREDISEÑO: 20% DIMENSIONES: DIÁMETRO: 12 FT

DIÁMETRO DE PARTÍCULA: 100 MICRAS LONGITUD: 20 FT

CAPACIDAD DE REMOCIÓN: 25 A 50 PPM DE ACEITE

CANTIDAD DE ACEITE EN EL EFLUENTE: 50 PPM (MÁXIMA)

SEPARADOR CPI

CLAVE: PR-107 SERVICIO: SEPARADOR ACEITE-AGUA

NO. DE UNIDADES: 1 TIPO: INTERNOS DE PLACAS CORRUGADAS

TEMPERATURA DE OPERACIÓN: 26°C ; PRESIÓN DE OPERACIÓN: 1 KG/CM<sup>2</sup>

CAPACIDAD: NORMAL: 4.2 MBPD DISEÑO: 5 MBPD

SOBREDISEÑO: 20% DIMENSIONES: DIÁMETRO: 4 FT

DIÁMETRO DE PARTÍCULA: 100 MICRAS LONGITUD: 15 FT

CAPACIDAD DE REMOCIÓN: 25 A 50 PPM DE ACEITE

CANTIDAD DE ACEITE EN EL EFLUENTE: 50 PPM (MÁXIMA).

PLANTA: FASE EXPLOTACIÓN DE TUZANDEPETL

FECHA: 18-11-05

LOCALIZACIÓN: TUZANDEPETL, VERACRUZ

HECHA POR CARLOS GABRIEL COLIN FLORES

### RECEPTOR DE DIABLO

CLAVE: RD-101

SERVICIO: RECEPTOR DE DIABLO PARA CRUDO PESADO

FLUIDO: CRUDO MAYA

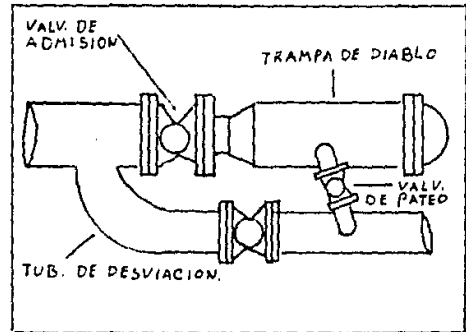
DIMENSIONES: DIÁMETRO 914,4 MM; LONGITUD: 2900 MM

NO. DE UNIDADES: 1

MATERIAL: ACERO AL CARBÓN

EQUIPO PAQUETE: CONSTARÁ DE:

- TRAMPA DE DIABLO
- TUBERÍA DE DESVIACIÓN AL SISTEMA PRINCIPAL.
- TUBERÍA Y VÁLVULA DE PATEO
- VÁLVULA DE ADMISIÓN DE DIABLO
- VÁLVULA DE DESVIACIÓN DE FLUIDO
- INDICADOR DE LLEGADA DE DIABLO



### RECEPTOR DE DIABLO

CLAVE: RD-102

SERVICIO: RECEPTOR DE DIABLO PARA CRUDO LIGERO

FLUIDO: CRUDO LIGERO

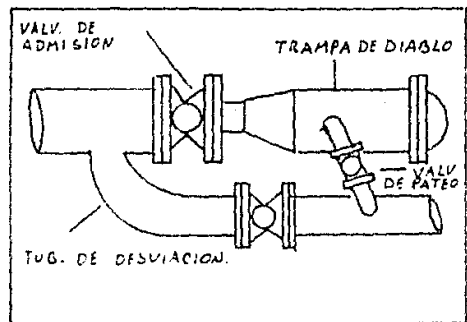
DIMENSIONES: DIÁMETRO 914,4MM; LONGITUD 2900 MM

NO. DE UNIDADES: 1

MATERIAL: ACERO AL CARBÓN

EQUIPO PAQUETE: CONSTARÁ DE:

- TRAMPA DE DIABLO
- TUBERÍA DE DESVIACIÓN AL SISTEMA PRINCIPAL
- TUBERÍA Y VÁLVULA DE PATEO
- VÁLVULA DE ADMISIÓN DE DIABLO
- VÁLVULA DE DESVIACIÓN DE FLUIDO
- INDICADOR DE LLEGADA DE DIABLO



PLANTA: FASE EXPLOTACIÓN DE TUZANDEPETL      FECHA: 18-11-89  
LOCALIZACIÓN: TUZANDEPETL VERACRUZ      HECHO POR: CARLOS GABRIEL  
COLIN FLORES

---

GENERADOR DE ENERGIA ELECTRICA DE EMERGENCIA

---

CLAVE: GE-401      SERVICIO: GENERADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE  
EMERGENCIA.

NO.DE UNIDADES: 1      ACCIONADOR: MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA  
A BASE DE DIESEL, CICLO CARNOT  
ASPIRACIÓN NATURAL.

---

CARACTERÍSTICA DE OPERACIÓN: INTERMITENTE

TIEMPO DE TRANSFERENCIA: 2 MIN.(MÁXIMO)      FASES: 3

FRECUENCIA: 60 Hz.      VOLTAJE DE SALIDA: 480 V.

VARIACIÓN DE VOLTAJE  $\pm$  10%

---

PLANTA: FASE EXPLOTACIÓN DE TUZANDEPETL

FECHA: 18-11-89

LOCALIZACIÓN: TUZANDEPETL, VERACRUZ

HECHA POR: CARLOS GABRIEL COLIN -  
FLORES.

---

TRANSFORMADOR DE CORRIENTE

---

CLAVE: TR-401/R                      SERVICIO: TRANSFORMADOR DE CORRIENTE

VOLTAJE: ENTRADA 34,5 Kv.      SALIDA: 4,16 Kv.

M.V.A.: 10/12,5                      No. DE UNIDADES: 2

---

TRANSFORMADOR DE CORRIENTE

---

CLAVE: TR-402/R                      SERVICIO: TRANSFORMADOR DE CORRIENTE

VOLTAJE: ENTRADA 115 Kv :      SALIDA: 4,16 KV

M.V.A.: 10/12,5                      No. DE UNIDADES: 2

---

TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN

---

CLAVE: TR-403/R                      SERVICIO: TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN

VOLTAJE: ENTRADA 4,16 Kv;      SALIDA 480 V.

KVA: 500                              No. DE UNIDADES: 2

---



PLANTA: FASE EXPLOTACIÓN DE TUZANDEPETL

FECHA: 18-11-89

LOCALIZACIÓN: TUZANDEPETL, VERACRUZ

HECHA POR: CARLOS GABRIEL COLIN FLORES

---

SUBESTACION ELECTRICA

---

CLAVE: SE-401

SERVICIO: PROPORCIONAR CONDICIONES ADECUADAS A LOS  
TRANSFORMADORES.

CAPACIDAD: 34.5 Kv.

VOLTAJE: ENTRADA: 34.5 Kv SALIDA 4.18 Kv

M.V.A. 10/12.5

CONTANDO CON SISTEMA: CUCHILLAS Y ATERRIZAJE

---

SUBESTACION ELECTRICA

---

CLAVE: SE-402

SERVICIO: PROPORCIONAR CONDICIONES ADECUADAS A LOS  
TRANSFORMADORES

CAPACIDAD: 115 Kv.

VOLTAJE: ENTRADA 34.5 Kv. SALIDA 4.16 Kv

M.V.A. 10/12.5

CONTANDO CON SISTEMA: CUCHILLAS Y ATERRIZAJE.

---

PLANTA: FASE EXPLOTACIÓN DE TUZANDEPETL

FECHA: 18-11-89

LOCALIZACIÓN: TUZANDEPETL, VERACRUZ

HECHO POR: CARLOS GABRIEL  
COLIN FLORES.

---

### SISTEMA DE CONTROL

---

TIPO: CENTRALIZADO

LUGAR: CUARTO DE CONTROL

CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA: COMPUTARIZADO.

---

ELEMENTOS DEL SISTEMA:

- MONITORES O PANTALLAS CON CPU RESPECTIVAMENTE.
- TECLADO DE OPERACIÓN.
- TECLADO PARA CONFIGURACIÓN
- IMPRESORA.
- SISTEMA DE GRABACIÓN EN CINTA O DISCO.
- FUENTE DE ALIMENTACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA I RESPALDO DE BATERÍAS.

EL SISTEMA DE CONTROL ESTARÁ INTEGRADO AL SISTEMA POR UN CIRCUITO TIPO RED.

SEÑALES DE TRANSMISORES: 4- 20 MA (ANALÓGICA)

VOLTAJE MÁXIMO A INSTRUMENTOS: 24 VCD.

---

## LOCALIZACION DEL SISTEMA.

## CRITERIOS GENERALES DE LOCALIZACIÓN DE INSTALACIONES DE LA FASE EXPLOTACION.

POZOS, SE DÁ COMO RECOMENDACIÓN UNA DISTANCIA MÍNIMA DE 250 METROS ENTRE CADA UNO.

GRUPOS DE POZOS, EXISTEN TRES POZOS LISTOS PARA LA FASE EXPLOTACIÓN LOS CUALES FORMAN UN GRUPO. HAY LA POSIBILIDAD DE ADICIONAR NUEVE POZOS MÁS PARA INCREMENTAR LA CAPACIDAD DEL SISTEMA, CON LA MISMA FILOSOFÍA DE TENER TRES POZOS POR GRUPO CREANDOSE EN TOTAL TRES GRUPOS NUEVOS.

AREA DE EXPLOTACION. PARA DEFINIR SU LOCALIZACIÓN ES NECESARIO CONOCER LOS SIGUIENTES PARÁMETROS:

-DERECHO DE VÍA DE LOS OLEODUCTOS DE 36 PULGADAS PARA INTEGRARLOS A LA SUCCIÓN DE LAS BOMBAS CON RECORRIDOS DE TUBERÍAS SIMPLES.

-MAYOR CERCANÍA POSTIBLE A LA PRESA B, EVITANDO RECORRIDOS DE TUBERÍAS DE SUCCIÓN A LAS BOMBAS DE SALMUERA LARGOS. CON EL OBJETIVO DE MINIMIZAR LA CAÍDA DE PRESIÓN EN LA LÍNEA PARA PODER TENER UN NPSH DISPONIBLE SUFICIENTE PARA LAS BOMBAS DE SALMUERA.

LA LOCALIZACIÓN FINAL DEL ÁREA DE EXPLOTACIÓN SE REALIZA COMBINANDO LA DISTRIBUCIÓN QUE DEBE TENER EL EQUIPO SUPERFICIAL DE BOMBEO DE CRUDO, SALMUERA, CUARTO DE CONTROL Y SERVICIOS AUXILIARES PARA ALMACENAMIENTO DE CRUDO.

PRESAS DE SALMUERA. EL ALMACENAMIENTO DE SALMUERA PARA ESTE PROCESO ES MEDIANTE CUENCAS NATURALES. YA QUE SE PUEDEN APROVECHAR LAS CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DEL TERRENO PARA EL ALMACENAMIENTO DE LOS VOLUMENES DE SAL MINIMIZANDO LOS MOVIMIENTOS DE TIERRA Y UTILIZANDO LA PERMEABILIDAD IDÓNEA DEL SUELO.

COMO RESULTADO DE UN ESTUDIO MINUCIOSO DEL TERRENO SE LOCALIZARON 3 PRESAS QUE FUNCIONARÁN EN LA FASE EXPLOTACIÓN COMO TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE SALMUERA DE PROCESO.

SISTEMA	CAPACIDAD (MBBL.)
PRESA A PR-101	16 000
PRESA B PR-102	4 000
PRESA C PR-103	100

**SUCCION:** LA SUCCIÓN DEBE ESTAR LOCALIZADA EN LA PARTE MÁS PROFUNDA DE LA PRESA CERCANA AL ÁREA DE EXPLOTACIÓN, CON EL FIN DE MANTENER SIEMPRE SUMERGIDA LA TUBERÍA Y EVITAR EL CONTACTO CON EL AIRE PARA PREVENIR LA CORROSIÓN POR PRESENCIA DE OXÍGENO, ASÍ COMO PRESCINDIR DE LA CAVITACIÓN DEL EQUIPO DINÁMICO TENIENDO UN NPSH REQUERIDO MENOR QUE EL DISPONIBLE.

EL GASTO DE SALMUERA EN ESTA OPERACIÓN ES PROPORCIONAL AL CRUDO DESPLAZADO POR DICHA SOLUCIÓN.

EN CUANTO A LA OBRA DE SUCCIÓN SE REFIERE, ÉSTA ES UN RECINTO DONDE SE LLEVA A CABO LA MENCIONADA OPERACIÓN, LA CUAL NECESITA UNA UBICACIÓN PRECISA YA QUE AHÍ ES DONDE SE ENCUENTRA EL CÁRCAMO.

EN LA OBRA DE SUCCIÓN DEBE HABER UNA BARRERA A MANERA DE FILTRO QUE IMPIDA LA INTRODUCCIÓN DE SÓLIDOS GRUESOS AL CÁRCAMO.

**DESCARGA.** EN ESTE CASO EL DISEÑO HIDRÁULICO DEPENDE DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO, LOCALIZACIÓN Y FLUJOS QUE SE PRETENDAN VACIAR DE SALMUERA A LAS PRESAS.

CARACTERISTICA	PRESA A	PRESA B	PRESA C
CAPACIDAD (MBBL.)	16 000	4 000	100
COTA DE EMBALSE (M)	35	19	14
CORONA (M)	57	21	15
NPT (M)	20	10	13

EL DESALOJO DE LA SALMUERA PUEDE ENVIARSE DIRECTAMENTE A LA PRESA B O A LA PRESA A. EN ESTE CASO EN PARTICULAR FUNCIONANDO SOLO UN GRUPO DE CAVIDADES, LA PRESA B CUBRE SATISFACTORIAMENTE CON LAS NECESIDADES DE SALMUERA

DE PROCESO. EN LA SITUACIÓN DE UN INCREMENTO EN LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO Y POR CONSECUENCIA UNA DEMANDA MAYOR DE SALMUERA, SE INCORPORARÍA AL SISTEMA LA PRESA A AUMENTANDO DE FORMA SIGNIFICATIVA LA CAPACIDAD DEL SISTEMA DE SALMUERA.

LA DESCARGA DE SALMUERA DEBE ESTAR EN EL PUNTO MÁS ALTO DEL SISTEMA CERCA A CADA UNA DE LAS PRESAS, ASEGURANDO QUE EL CABEZAL DE RECOLECCIÓN DE SALMUERA PERMANEZCA SIEMPRE LLENO, MINIMIZANDO LOS EFECTOS DE CORROSIÓN EN EL TUBO.

COMO UNA CONSECUENCIA DIRECTA SE TIENE QUE EL TUBO DE DESCARGA DEBE ESTAR SIEMPRE A PRESIÓN, POR SUPUESTO MAYOR QUE LA ATMOSFÉRICA; EN ESTE CASO SE FIJÓ UNA PRESIÓN DE  $2 \text{ kg/cm}^2$  SUFICIENTE PARA QUE EL AIRE NO PUEDA ENTRAR AL TUBO.

LA DESCARGA SE DEBE ENCONTRAR ALEJADA DE LA SUCCIÓN, YA QUE DE ESTA FORMA SE EVITAN TURBULENCIAS Y EROSIÓN AL SUELO DE LA PRESA.

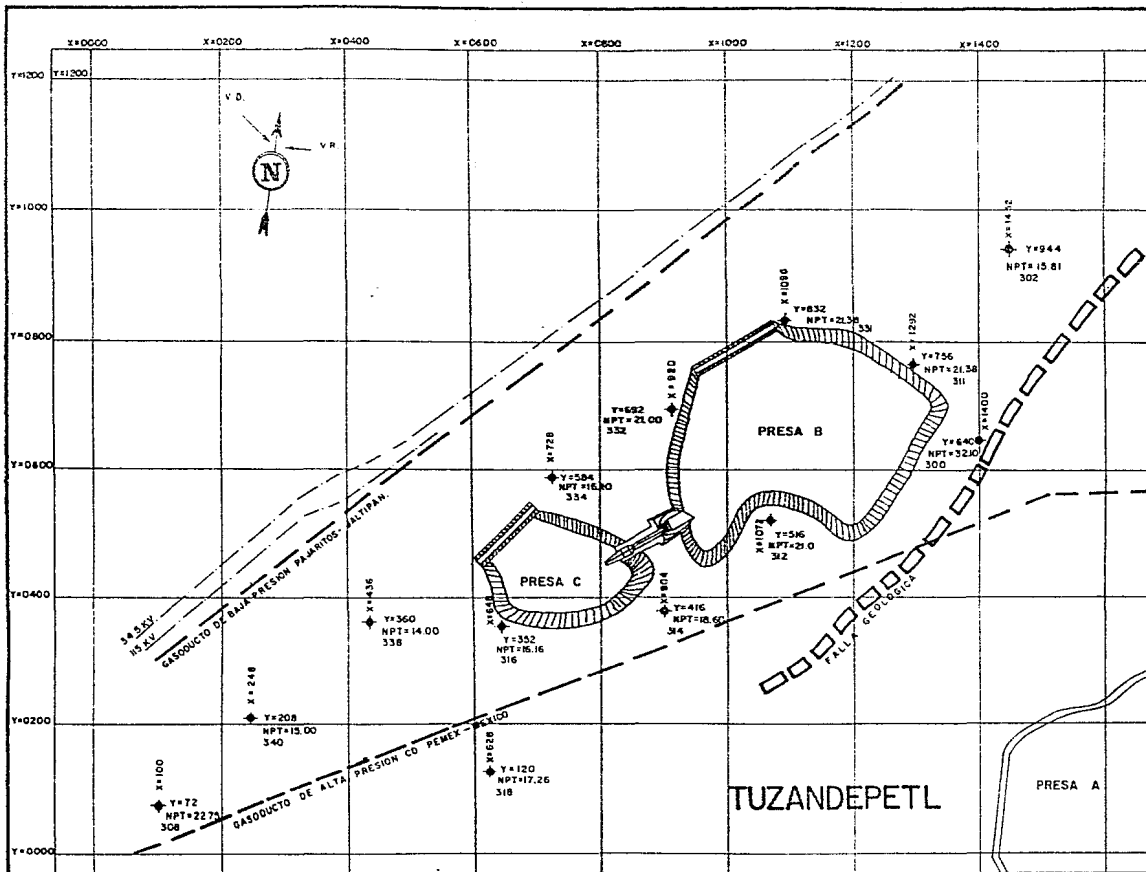
EL DISEÑO HIDRÁULICO DEBE CONTEMPLAR QUE EL SUELO DE LA PRESA SE EROSIONE EN LA MENOR CANTIDAD POSIBLE.

### VIAS DE ACCESO A POZOS Y PLANTA.

ESTABLECER UN DISEÑO ADECUADO DE ACCESO TANTO A LA PLANTA COMO A LOS PERIFÉRICOS (POZOS, PRESAS, SECCIÓN DE ALMACENAMIENTO, ETC), ES UN ASPECTO PRIMORDIAL PARA HACER FUNCIONALES LAS INSTALACIONES.

EL DISEÑO DE VÍAS DE ACCESO DEBE CONTEMPLAR UNA FÁCIL COMUNICACIÓN EN TODAS LAS INSTALACIONES DEL COMPLEJO. EN LA SITUACIÓN CONCRETA DE TUZANDÉPETL SE ESTABLECEN ACCESOS QUE PERMITEN TRASLADARSE DIRECTAMENTE DESDE LAS INSTALACIONES LOCALIZADAS EN PUNTOS OPUESTOS. TAMBIÉN OTRO PUNTO IMPORTANTE ES DISEÑAR DOS ACCESOS (COMO MÍNIMO) INDEPENDIENTES POR INSTALACIÓN, COMO MEDIDA DE SEGURIDAD EN CASO DE UNA EMERGENCIA.

LAS ENTRADAS AL SISTEMA DESDE LA CARRETERA POR RAZONES DE SEGURIDAD SE CONSIDERAN POR LO MENOS TRES (TODAS CONTROLADAS MEDIANTE VIGILANCIA).



NOTAS:

- SE INDICAN LAS POSICIONES RELATIVAS DE LOS POZOS
- LOS POZOS PARA LA FASE EXPLOTACION SON:
 

GRUPO 1	340, 338, 334
GRUPO 2	318, 316, 308
GRUPO 3	314, 312, 302
GRUPO 4	334, 311, 302
- SE DEFINEN LAS CUENCAS NATURALES QUE SE USARAN PARA ALMACENAR LA SALMUERA

TESIS ALMACENAMIENTO DE PETROLEO GRUPO EN CAVIDADES  
MINADAS EN DOMOS SALINOS EN TUZANDEPETL, VERACRUZ.  
INGENIERIA BASICA PRELIMINAR DE LA FASE EXPLOTACION.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
(FACULTAD DE QUIMICA)

PLANO DE LOCALIZACION GENERAL DE  
ESC. 2000 CAVIDADES

## CRITERIOS DE LOCALIZACION GENERAL DEL EQUIPO DE LA FASE EXPLOTACION.

EN ESTE DOCUMENTO SE FIJAN LOS CRITERIOS DE LOCALIZACIÓN FÍSICA DE LOS -- EQUIPOS DENTRO DE UNA UNIDAD DE PROCESO Y/O SERVICIO. LOS DETALLES QUE SE DEBEN INCLUIR SON MAYORES, YA QUE SE DEBEN INCLUIR TODOS LOS EQUIPOS DE PROCESO Y/O SERVICIO.

ESTE DOCUMENTO SIRVE COMO CRITERIO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA, YA QUE APOYÁNDOSE EN ÉSTE SE DESARROLLAN LAS BASES DE DISEÑO Y POR ÚLTIMO LA INGENIERÍA DE DETALLE DE TUBERÍAS, CIVIL MECÁNICA, ELÉCTRICA, ETC. Y ES UN PUNTALES DECISIVO PARA LA COORDINACIÓN DEL PROYECTO.

COMO CONCLUSIÓN DE ESTOS CRITERIOS DE DISEÑO SE PLANTEAN LAS BASES DE DISEÑO DE LA LOCALIZACIÓN GENERAL DEL EQUIPO DE EXPLOTACIÓN. ASÍ DE ESTA MANERA EL DOCUMENTO FINAL DEBE CONTENER LAS COORDENADAS DE LOS EQUIPOS, ASÍ COMO NORTE GEOGRÁFICO Y DIRECCIÓN DE VIENTOS DOMINANTES Y REINANTES.

UN PARÁMETRO MUY IMPORTANTE ES LA DISTRIBUCIÓN DEL EQUIPO, YA QUE ESTO DELINEA EL BUEN FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA. ÉSTA DISTRIBUCIÓN DEL EQUIPO, TOMA EN CUENTA ASPECTOS TAN IMPORTANTES COMO LO SON: OPERACIÓN ADECUADA DEL EQUIPO EN LA PLANTA, FACILIDAD PARA MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD ABSOLUTA DEL EQUIPO Y PERSONAL DE OPERACIÓN.

ÉSTA DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA SE PUEDE HACER CUMPLIENDO LA SECUENCIA DEL PROCESO O LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN Y POR ARREGLO POR GRUPOS. ES DECIR POR CARACTERÍSTICAS SIMILARES DEL EQUIPO.

SE CUENTA CON LOS SIGUIENTES EQUIPOS Y SERVICIOS EN LA PLANTA.

BOMBAS DE CRUDO.

BOMBAS DE SALMUERA.

BOMBAS PARA SERVICIOS.



SERVICIOS AUXILIARES.

ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES.

TRATAMIENTO DE EFLUENTES.

ESTACIONAMIENTO.

CUARTO DE CONTROL.

RACK DE TUBERÍAS.

ACCESOS.

### BOMBAS DE CRUDO.

PARA PODER ESTABLECER LA LOCALIZACIÓN DEL EQUIPO DE BOMBEO DE CRUDO. ES NECESARIO CONOCER O DEFINIR EL DERECHO DE VÍA DE LOS OLEODUCTOS DE 36", PARA QUE SU LLEGADA A LA PLANTA SEA LA MÁS CORTA Y DE MÁS FÁCIL ACCESO.

EL DERECHO DE VÍA DE LOS OLEODUCTOS DE 36" SE ENCUENTRA LOCALIZADO AL SU RESTE DEL ÁREA DE TUZANDÉPETL. PARALELO A LOS ACCESOS DE LOS POZOS 312, 314- Y 300.

### BOMBAS DE SALMUERA.

SU SITUACIÓN FÍSICA DEBE ESTAR LO MÁS CERCANO A LA PRESA B PARA EVITAR RE CORRIDOS LARGOS DE TUBERÍAS. EN EL CASO DE QUE SE NECESITARÁ LA PRESA A POR- REQUERIR UN MAYOR VOLUMEN DE SALMUERA. SE PRESENTARÍAN DOS OPCIONES: LA PRI- MERA OPCIÓN SERÍA INTERCONECTAR LAS PRESAS A Y B TENIENDO LA SUCCIÓN SOLAMEN TE EN LA PRESA B (ESTO APROVECHÁNDO LA DIFERENCIA DE ALTURAS ENTRE ESTAS PRE SAS). LA SEGUNDA OPCIÓN ES MANEJAR DE FORMA SEPARADA LAS PRESAS MENCIONADAS.

### SERVICIOS AUXILIARES.

LOS PRINCIPALES SERVICIOS AUXILIARES (AGUA CONTRA INCENDIO, AGUA DE SERVI CIOS, TRANSFORMADOR DE CORRIENTE ELÉCTRICA Y COMPRESOR DE AIRE DE PLANTA E - INSTRUMENTOS). DE ACUERDO A LOS SIGUIENTES RUBROS:

-LA FUENTE DE SUMINISTRO DE AGUA CONTRA INCENDIO SERÁ LA PRESA DE AGUA --  
DULCE PR-104.

-LA ALIMENTACIÓN DE AGUA DE SERVICIOS SERÁ LA RED MUNICIPAL DE DISTRIBU--  
CIÓN.

-EL ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA SON LAS LÍNEAS DE LA C.F.E.

ASÍ QUE LA UBICACIÓN DE ESTOS SERVICIOS DEBERÁ ESTAR EN EL PUNTO MÁS CER--  
CANO COMÚN A TODOS LOS SERVICIOS INVOLUCRADOS.

### **ALMACENAMIENTO.**

EL DIESEL QUE SIRVE PARA EL GENERADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE EMERGENCIA--  
COMO COMBUSTIBLE, DEBERÁ ALMACENARSE EN UNA SECCIÓN AISLADA DE LA MAYOR PAR--  
TE DE LAS INSTALACIONES. CON EL OBJETIVO DE EVITAR ACCIDENTES.

### **TRATAMIENTO DE EFLUENTES.**

LOS EFLUENTES QUE SE TIENEN EN ESTAS INSTALACIONES SON DE DOS TIPOS: ACEJ--  
TOSOS Y PLUVIALES. LOS EFLUENTES ACEITOSOS SON GENERADOS EN LA CASA DE BOM--  
BAS DE CRUDO POR CAUSAS INHERENTES A SU FUNCIONAMIENTO. SE DEBEN COLECTAR TO--  
DOS ESTOS EFLUENTES ACEITOSOS EN UNA FOSA RECEPTORA DE DRENAJES PARA SU POS--  
TERIOR TRATAMIENTO Y RECUPERACIÓN. EL AGUA SEPARADA DEL MENCIONADO EFLUENTE--  
SE DESCARGARÁ A LOS DRENAJES PLUVIALES POR GRAVEDAD. ASÍ QUE LA UBICACIÓN DE  
ESTE SISTEMA DEBERÁ SER TAL QUE, PERMITA SU DESALOJO.

### **ACCESOS.**

DEBE HABER UN ACCESO PRINCIPAL Y DOS AUXILIARES. LA ENTRADA PRINCIPAL DE--  
BE PREEVER RECORRIDOS FÁCILES PARA LA MOVILIZACIÓN DE EQUIPO Y PERSONAL DE--  
MANTENIMIENTO, PERSONAL DE PLANTA E IMPREVISTOS. TODO ESTO SIN MANIOBRAS DI--  
FÍCILES. LAS ENTRADAS Y SALIDAS TANTO DE LOS ACCESOS PRINCIPALES COMO DE LOS  
AUXILIARES DEBERÁN ESTAR SIN OBSTRUCCIONES YA SEA POR EQUIPO O POR ALGUNA --

INSTALACIÓN. LA FINALIDAD DE LOS ACCESOS AUXILIARES ES LA DE PROPORCIONAR SEGURIDAD A LOS TRABAJADORES DE LA PLANTA EN CASO DE ALGÚN IMPONDERABLE. ADE MÁS DE TENER LA FLEXIBILIDAD DE UTILIZAR ESTAS OTRAS ENTRADAS POR RAZONES LOGÍSTICAS.

#### **CUARTO DE CONTROL.**

SE DEBE SITUAR EN UN PUNTO ESTRATÉGICO QUE PERMITA TENER ALCANCE VISUAL DE LA MAYOR PARTE DE LOS EQUIPOS Y PERSONAL DE LA PLANTA.

#### **RACK DE TUBERIAS**

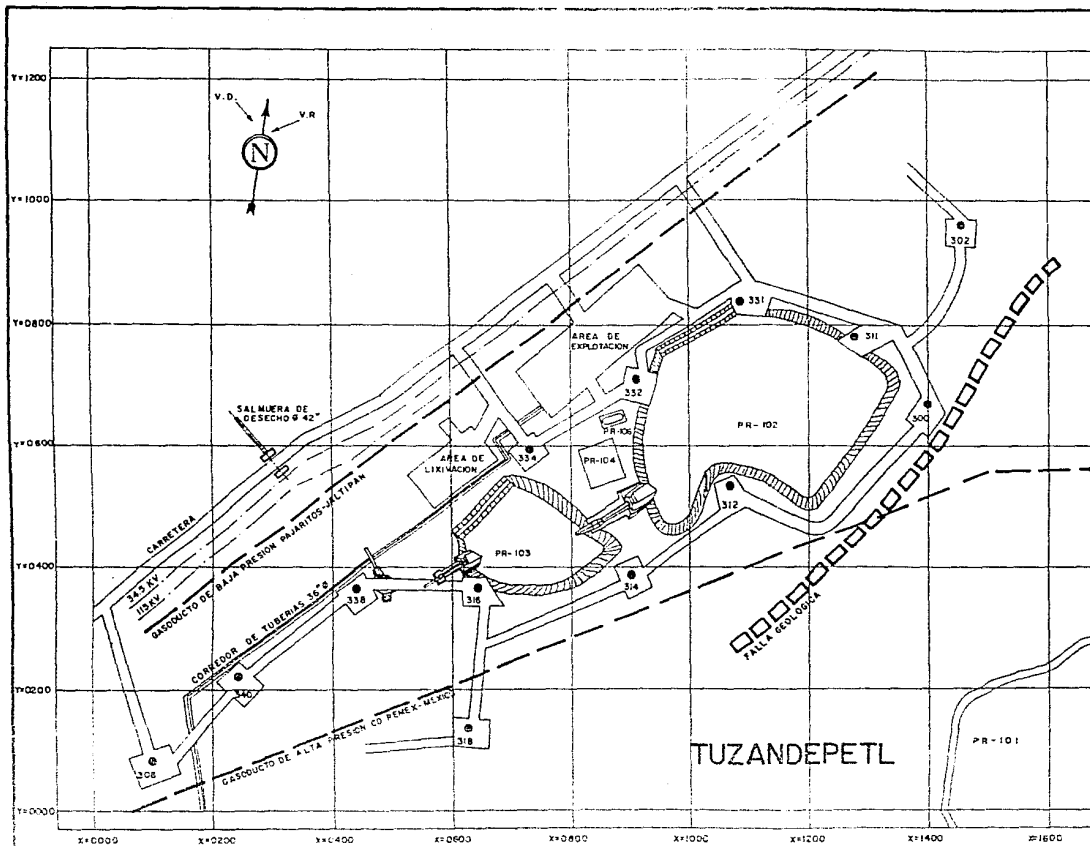
EL RACK DE TUBERÍAS DEBERÁ RECORRER LAS ÁREAS QUE SEAN NECESARIAS EN LA PLANTA DANDO AL MISMO TIEMPO FUNCIONALIDAD, SEGURIDAD Y LOCALIZACIÓN ADECUADA PARA FINES DEL PROCESO.

#### **ESTACIONAMIENTO.**

CON EL FÍN DE EVITAR CIRCULACIÓN INNECESARIA DE VEHÍCULOS DENTRO DE LAS INSTALACIONES. EL ESTACIONAMIENTO SE LOCALIZARÁ EN LA ENTRADA DE LA PLANTA.

#### **VIGILANCIA.**

CON LA FINALIDAD DE EVITAR LA ENTRADA A LAS INSTALACIONES DE PERSONAS AJENAS AL PROCESO. DEBERÁ INSTALARSE UN PUESTO DE VIGILANCIA EN LAS ENTRADAS DE LA PLANTA.

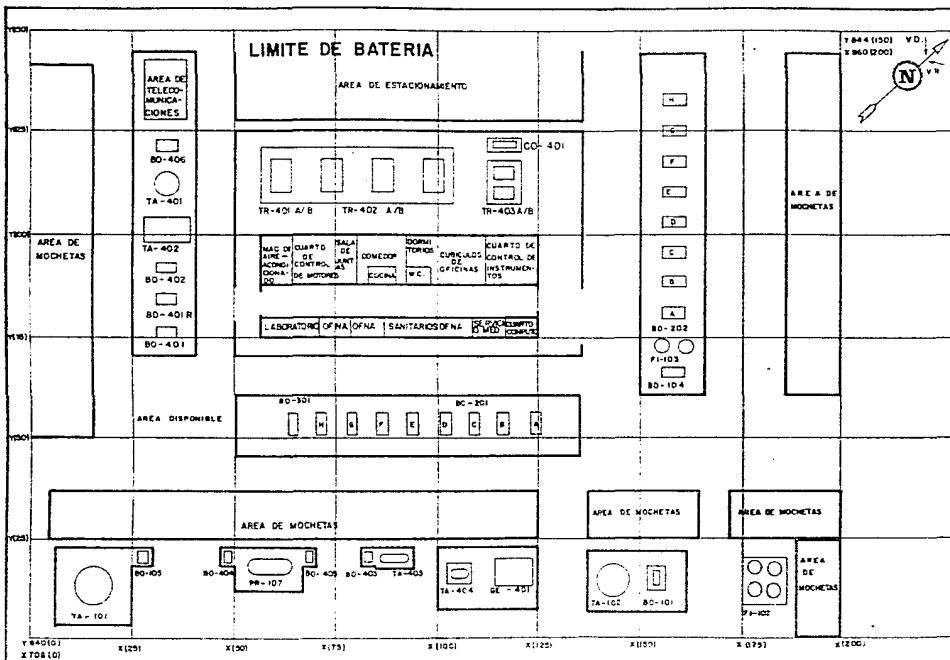


**NOTAS:**

- 1.- SE INDICA LA LOCALIZACION DE LAS INSTALACIONES
- 2.- SE DEFINE LAS VIAS DE ACCESO E INTERCOMUNICACION EN EL SISTEMA
- 3.- SE PROPONE LA LOCALIZACION DEL AREA DE EXPLOTACION
- 4.- SE INDICA EL LUGAR DONDE SE ALMACENARA AGUA CONTRA INCENDIO PR-104
- 5.- SE INDICA DONDE SE UBICARA EL SEPARADOR C P I PR-106

TES S ALMACENAMIENTO DE PETROLEO CRUDO EN CAVIDADES  
MIN:NDAS EN DUMOS SALINOS EN TUZANDEPETL,VERACRUZ.  
INGENIERIA BASICA PRELIMINAR DE LA FASE EXPLOTACION.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
PLANO DE LOCALIZACION GENERAL DE  
INSTALACIONES  
ESC. 1-2022



**LISTA DE EQUIPO**

FI-101/R	FILTRO DE CRUDO PESADO	6000 MICRAS, Q=2570 m <sup>3</sup> /H
FI-102/R	FILTRO DE CRUDO LIGERO	3000 MICRAS, Q=2570 m <sup>3</sup> /H
FI-103/R	FILTRO DE SALMUERA	2500 MICRAS, Q=2570 m <sup>3</sup> /H

YA-101	TANQUE DE CRUDO RECUPERADO	Ø 10 M, L=12.7 M
TA-102	TANQUE DE HIBRIDACION DE OXIGENO	Ø 4.8 M, L=5.4 M
TA-402	TANQUE DE AGUA DE SERVICIOS	Ø 1.8 M
TA-403	CISTERNA PARA AGUA DE SERVICIOS	L=4.6 M, H=3.0 M
TA-403	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA ACEITADA	Ø 1.10 M, L=3.3 M
TA-404	TANQUE DE DIESEL	Ø=2.5 M, L=7.1 M

PR-107	SEMPADOR CPI	4' x 17' Q=3300 m <sup>3</sup> /H
BO-201 A/F	BOMBA DE CRUDO PESADO	Q=2970 m <sup>3</sup> /H AP=39 kg/cm <sup>2</sup>
BO-201 E/F	BOMBAS DE CRUDO LIGERO	Q=2970 m <sup>3</sup> /H AP=39 kg/cm <sup>2</sup>
BO-202 A/F	BOMBAS DE SALMUERA	Q=2970 m <sup>3</sup> /H AP=10 kg/cm <sup>2</sup>
BO-202 E/F	BOMBAS DE SALMUERA	Q=2970 m <sup>3</sup> /H AP=10 kg/cm <sup>2</sup>
BO-300	BOMBA DE TRANSFERENCIA DE CRUDO	Q=330 m <sup>3</sup> /H AP=2 kg/cm <sup>2</sup>
BO-401/R	BOMBAS DE AGUA CONTRA INCENDIO	Q=300 m <sup>3</sup> /H AP=12 kg/cm <sup>2</sup>
BO-402	BOMBA DE AGUA DE SERVICIO	Q=10 m <sup>3</sup> /H AP=2 kg/cm <sup>2</sup>
BO-103	BOMBA DE AGUA ACEITADA	Q=5 m <sup>3</sup> /H AP=2 kg/cm <sup>2</sup>
BO-404	BOMBA DE AGUA AL DRENAJE	Q=1 m <sup>3</sup> /H AP=2 kg/cm <sup>2</sup>
BO-405	BOMBA DE ACEITE AL TANQUE DE CRUDO RECUPERADO	Q=5 m <sup>3</sup> /H AP=2 kg/cm <sup>2</sup>
BO-406	BOMBA DE AGUA DE CRISTALIZACION	Q=66 m <sup>3</sup> /H AP=40 kg/cm <sup>2</sup>
CO-401	COMPRESOR DE AIRE DE PLANTA E INSTRUMENTOS	AP=8.7 kg/cm <sup>2</sup> , Q=300 F + CSH

TR-401 A/B	TRANSFORMADORES DE CORRIENTE	34.5 kv 100/2.5 MVA, 480 Rv
TR-402 A/B	TRANSFORMADORES DE CORRIENTE	80 kv 10/12.5 MVA, 480 Rv
TR-403 A/B	TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION	4 kv, 500 KVA, 480V
GE-401	GENERADOR DE ENERGIA ELECTRICA	480V, 60 HZ
BO-104	BOMBA DE DISPOSICION DE SALMUERA	Q=792 m <sup>3</sup> /H AP=18 kg/cm <sup>2</sup>
BO-105	BOMBA DEL TANQUE DE CRUDO A CAVIDADES	Q=330 m <sup>3</sup> /H AP=25 kg/cm <sup>2</sup>

**NOTAS**

- SE INDICA EL AREA QUE OCUPARAN LAS MOCHETAS
- SE INDICA LA DISTRIBUCION DE LOS CUARTOS DE CONTROL
- LAS COMBINACIONES OBSERVADAS EN EL SISTEMA ESTAN REFERIDAS AL PLANO DE LOCALIZACION

TEMA: ALMACENAMIENTO DE PETROLEO CRUDO EN CAVIDADES MINADAS EN DOMOS SALINOS EN TUZANOPETL, VERACRUZ  
INGENIERIA BASICA PRELIMINAR DE LA FASE EXPLOTACION.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO (FACULTAD DE QUIMICA)  
PLANO DE LOCALIZACION GENERAL DE EQUIPO  
ECC-1200-17

## REQUERIMIENTO DE SERVICIOS AUXILIARES

EN EL DESARROLLO DE UNA PLANTA O PROYECTO, SE REQUERIRÁ DEL EMPLEO DE SERVICIOS AUXILIARES PARA UNA EFICIENTE OPERACIÓN DE LA MISMA.

DE ACUERDO CON EL PROCESO, LOS REQUERIMIENTOS DE SERVICIOS PARA SU FUNCIONAMIENTO ADECUADO SON:

### AGUA Y AIRE

- AGUA PARA SERVICIOS Y USOS SANITARIOS.
- AGUA POTABLE.
- AGUA CONTRA INCENDIO.
- AGUA DE PROCESO.
- AIRE DE LA PLANTA.
- AIRE DE INSTRUMENTOS.

BISULFITO DE AMONIO. AGENTE QUIMICO INHIBIDOR DE CORROSIÓN,

DIESEL: COMBUSTIBLE PARA EL GENERADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE EMERGENCIA.

ENERGÍA ELÉCTRICA.

EFLUENTES: AGUA ACEITOSA.

AGUA DE SERVICIOS.

CRITERIOS GENERALES:

EQUIPO DE BOMBEO	BO-402	$Q = 10 \text{ m}^3/\text{H}$
ALMACENAMIENTO	TA-401	CAPACIDAD $25 \text{ m}^3$
	TA-402	CAPACIDAD $80 \text{ m}^3$
REQUERIMIENTO $\text{m}^3/\text{DIA}$	5	
FUENTE DE SUMINISTRO	RED MUNICIPAL	
TEMPERATURA EN LÍMITES		

DE BATERÍA AMBIENTE.

VELOCIDAD MÁXIMA  
RECOMENDADA FT/S 7

DIÁMETRO DE TUBERÍA  
RECOMENDADA CD 40 10  
PLG.

PRESIÓN DE DESCARGA  
RECOMENDADA KG/CM<sup>2</sup> 2

### AGUA DE SERVICIOS.

USOS DEL AGUA DE SERVICIOS.

- LAVADO
- MANTENIMIENTO
- SUMINISTRO A SANITARIOS, LABORATORIOS, REGADERAS.

### FLUJO POR GRAVEDAD DEL TA-401

AGUA POTABLE

CRITERIOS GENERALES.

REQUERIMIENTO: VARIABLE (10 A 20 GARRAFONES AL MES)

FUENTE DE SUMINISTRO GARRAFONES DE 15 LITROS.

USOS DEL AGUA POTABLE.

- PARA BEBER.

### AGUA CONTRA INCENDIO.

CRITERIOS GENERALES.

EQUIPO DE BOMBEO BO-401  $Q = 200 \text{ M}^3/\text{H}$   
 $\Delta P = 12 \text{ KG/CM}^2$

ALMACENAMIENTO PR-104 CAPACIDAD =  $4770 \text{ M}^3$

REQUERIMIENTO LA NECESARIA

FUENTE DE SUMINISTRO LA FOSA DE ALMACENAMIENTO PR-104

TEMPERATURA EN LÍMITES  
DE BATERÍA

AMBIENTE.



VELOCIDAD MÁXIMA RECOMENDADA	1 FT/S
Ø TUB. CD 40 PLG	10
PRESIÓN DE DESCARGA	10 KG/CM <sup>2</sup>

USOS

- SOFOCAR INCENDIOS.

AGUA DE PROCESO

CRITERIOS GENERALES.

EQUIPO DE BOMBEO	BO-202 A/D	Q = 2970 M <sup>3</sup> /H ΔP = 10 KG/CM <sup>2</sup>
	BO-202 E/H	Q = 2970 M <sup>3</sup> /H ΔP = 15 KG/CM <sup>2</sup>

ALMACENAMIENTO	PR-102	CAPACIDAD 636 000 M <sup>3</sup>
----------------	--------	----------------------------------

NATURALEZA	SALMUERA
------------	----------

FUENTE DE SUMINISTRO	PRESA DE SALMUERA
----------------------	-------------------

SALINIDAD	250 000 RPM
-----------	-------------

DENSIDAD	1,164
----------	-------

VISCOSIDAD	1,650
------------	-------

TEMPERATURA	26
-------------	----

VELOCIDAD MÁXIMA	15 FT/S
------------------	---------

DIÁMETRO DE TUBERÍA	36
---------------------	----

PLG

ΔP DESCARGA RECOMENDADA MÁXIMA.	20 KG/CM <sup>2</sup>
---------------------------------	-----------------------

USOS

- FLUIDO DE DESPLAZAMIENTO DE LOS HIDROCARBUROS ALMACENADOS

AIRE DE INSTRUMENTOS (\*)

CRITERIOS GENERALES

EQUIPO COMPRESOR	CO-401	Q = 300 Ft CSM
------------------	--------	----------------

$$AP = 8.4 \text{ KG/CM}^3$$

REQUERIMIENTO	300 FTCMS
FUENTE DE SUMINISTRO	AMBIENTE
TEMPERATURA DEL SISTEMA	AMBIENTE
PRESIÓN DEL SISTEMA	8.4 KH/CM <sup>2</sup>
PUNTO DE ROCIO	- 40°C
IMPUREZAS	NINGUNA, LIBRE DE ACEITE Y PARTÍCULAS SÓLIDAS.
Ø TUBERÍA CD 40 PLG	3
PRESIÓN DEL SISTEMA	8.4 KG/CM <sup>2</sup>
USOS,	
- INSTRUMENTOS,	

(\*) EL SISTEMA DE AIRE DE LA PLANTA ESTARÁ INTEGRADO A LA RED DE AIRE DE INSTRUMENTOS.

**AIRE DE LA PLANTA Y DE INSTRUMENTOS (\*)**

EQUIPO COMPRESOR	CO-401	Q = 300 FTCMS AP = 8.4 KG/CM <sup>3</sup>
REQUERIMIENTO	300 FTCMS	
FUENTE DE SUMINISTRO	AMBIENTE	
TEMPERATURA EN LÍMITES DEL SISTEMA	AMBIENTE	
PRESIÓN DEL SISTEMA	8.4 KG/CM <sup>2</sup>	
PUNTO DE ROCIO	- 40°C	
IMPUREZA	NINGUNA	
Ø TUBERÍA CD 40 PLG	3"	

Usos

- HERRAMIENTAS, DISPOSITIVOS ACCIONADOS NEUMATICAMENTE.
- LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO.

BISULFITO DE AMONIO, AGENTE QUIMICO.

CRITERIOS GENERALES

EQUIPO DE BOMBEO	BO-101	Q= 0.174 M <sup>3</sup> /H AP = 2 KG/CM <sup>2</sup>
ALMACENAMIENTO	TA-102	CAPACIDAD 72.3 M <sup>3</sup>
REQUERIMIENTO	0.174 M <sup>3</sup> /H	
FUENTE DE SUMINISTRO	BISULFITO DE AMONIO COMERCIAL	
TEMPERATURA EN LÍMITES DE BATERÍA.	AMBIENTE	
VELOCIDAD MÁXIMA RECOMENDACIONES FT/S	1 FT/S	
Ø TUBERÍA	16	
PRESIÓN DE DESCARGA	2	

USO

- SECUESTRANTE DE OXÍGENO EN LA SALMUERA. INHIBE LA CORROSIÓN.

DIESEL (\*)

CRITERIOS GENERALES

ALMACENAMIENTO	TA-404	CAPACIDAD 35 M <sup>3</sup>
REQUERIMIENTO	2.3 M <sup>3</sup> /DIA	
FUENTE DE SUMINISTRO	MINATITLÁN, VERACRUZ	
TEMPERATURA	AMBIENTE	
VELOCIDAD MÁXIMA	7	
Ø TUBERÍA	10	
PRESIÓN DE DESCARGA	2	

USOS.

- COMBUSTIBLE DEL GENERADOR DE ENERGÍA DE CORRIENTE ELÉCTRICA.

(\*) FLUJO POR GRAVEDAD.

### ENERGÍA ELÉCTRICA.

TRANSFORMADORES DE CORRIENTE		TR- 401/R
		TR- 402/R
		TR- 403/R
FUENTE DE SUMINISTRO	C.F.E.	(DOS FUENTES)
TENSIÓN:	115 000 VOLTS	(FUENTE DE SUMINISTRO 1)
TENSIÓN:	34 500 VOLTS	(FUENTE DE SUMINISTRO 2)
FACTOR DE POTENCIA	0.05	
NÚMERO CONDUCTORES	3	
SECCIÓN DE COND.	C.F.E.	
MAT.COND.	C.F.E.	
AISLAMIENTO DEL COND:	DESNUDO	
ACOMETIDA	AEREA	
Uso		

- ALUMBRADO
- INSTALACIONES DE SERVICIOS, APARATOS ELÉCTRICOS, EN GENERAL PARA USO - DEL PERSONAL Y PLANTA.
- EQUIPO DE LA PLANTA.

### ENERGÍA ELÉCTRICA DE EMERGENCIA

GENERADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA	GE-401
FUENTE DE SUMINISTRO	GENERADOR A DIESEL
TENSIÓN	480 VOLTS
NÚMERO DE FASES	3
FRECUENCIA	60 Hz
NÚMERO DE CONDUCTORES	3

COND. C.F.E.  
MAT. COND. C.F.E.  
DRENAJES  
DRENAJE: PLUVIAL  
TIPO ATMOSFÉRICO  
RECEPTOR CUENCAS NATURALES  
MATERIAL CONCRETO  
USO

- ENVÍO DE DESECHOS EXENTOS DE CONTAMINANTES A RÍOS, RIACHUELOS O LAGOS

MEZCLAS DE AGUA-ACEITE, DEBIDAS A DERRAMES EN LA OPERACIÓN DEL EQUIPO -  
DE LA PLANTA, PARA ENVIAR POR SEPARADO EL ACEITE AL TANQUE DE CRUDO RECUPERA-  
DO Y EL AGUA AL DRENAJE PLUVIAL.

#### DRENAJE ACEITOSO.

TIPO ABIERTO  
RECEPTOR TANQUE TA-403  
MATERIAL ACERO AL CARBÓN  
CAPACIDAD 20 M<sup>3</sup>

USO::

- CONCENTRACIÓN DE AGUA ACEITOSA PROVENIENTE DE LOS EQUIPOS DE LA PLAN-  
TA.

#### SEPARADOR AGUA-ACEITE.

TIPO: SEPARADOR CPI  
ESPECIFICACIÓN 4' 15'  
TEMPERATURA AMBIENTE  
CAPACIDAD 3 M<sup>3</sup>/H  
USO

SEPARAR MEZCLAS DE AGUA-ACEITE DEBIDAS A DERRAMES EN LA OPERACIÓN DEL EQUIPO DE LA PLANTA, PARA ENVIAR POR SEPARADO EL ACEITE AL TANQUE DE CRUDO RECUPERADO Y EL AGUA AL DRENAJE PLUVIAL.

## CONCLUSIONES.

DE ACUERDO CON LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN ESTE TRABAJO SE ENUNCIAN LAS SIGUIENTES CONCLUSIONES:

- LAS CAVERNAS MINADAS EN DOMOS SALINOS OFRECEN EN MÉXICO LA OPCIÓN MÁS ACERTADA PARA EL ALMACENAMIENTO DE CRUDO DE ACUERDO CON LA INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DEL MISMO QUE PETROLEOS MEXICANOS -- POSEE.
- CON LA INCORPORACIÓN DE TUZANDEPETL COMO SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE CRUDO, SE CUMPLE CON EL OBJETIVO DE PROPORCIONAR UN AUMENTO SUSTANCIAL (110 %) A LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE CRUDO, OBTENIENDO ASÍ TODOS LOS BENEFICIOS DERIVADOS DE CONTAR CON ESTA CAPACIDAD ADICIONAL.
- LA INCORPORACIÓN DE LA FASE EXPLOTACIÓN AL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE CRUDO EN CAVIDADES MINADAS EN DOMOS SALINOS INSERTA LA FUERZA MOTRIZ AL MISMO.
- LA INGENIERÍA BÁSICA DESARROLLADA EN ESTE TRABAJO SE PUEDE TOMAR COMO UN ANTECEDENTE EN LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO Y CON LA INCORPORACIÓN DE DOCUMENTOS COMO DIAGRAMAS DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN GENERAL DE EQUIPO (ESTE ÚLTIMO EN FORMA MAS DETALLADA QUE EL PRESENTADO EN ESTA TESIS) PASAR DE PRELIMINAR A LA INGENIERÍA BÁSICA DEL PROYECTO.
- YA QUE LA INGENIERÍA BÁSICA ABARCA CONOCIMIENTOS FUNDAMENTALES DE OPERACIONES UNITARIAS E INGENIERÍA DE PROCESOS, LA REALIZACIÓN DE LA MISMA PARA EL INGENIERO QUÍMICO, MECÁNICO, ELÉCTRICO Y CIVIL, REPRESENTA UNA TAREA DE FÁCIL Y APASIONANTE DESEMPEÑO. ASÍ QUE EN MÉXICO SE PUEDE DESARROLLAR SIN PROBLEMA ALGUNO LA INGENIERÍA BÁSICA EN LOS PROYECTOS INDUSTRIALES.



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. API. "MANUAL ON DISPOSAL OF REFINERY WASTES VOLUME ON -- LIQUID WASTES", CHAP. 5.3 , 1959.
2. ARIES, R.S.& NEWTON R.D. "CHEMICAL ENGINEERING COST ESTIMATION", Mc.GRAW HILL, SECOND EDITION,NEW YORK 1957.
3. CRANE Co. "FLOW OF FLUIDS", JOHN WILEY AND SONS,NEW YORK, 1954.
4. FOUST A.S., CLUMP C.W.,WENZEL L.A. ET AL "PRINCIPIOS DE- OPERACIONES UNITARIAS",DECIMO SEPTIMA EDICION, PAG.540-- 545.CECSA,MEXICO 1985.
5. GIRAL J, EARNES F, RAMIREZ A. "INGENIERIA DE PROCESOS", UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MEXICO, MEXICO 1977.
6. HAENGGI W, SWANKE R.R. "BRINE MINING AND STORAGE IN SALT DOME CAVERNS". PAG. 96-104.THE DOW CHEMICAL Co: "MANUAL" 1978.
7. IMAZ L.A. "ALMACENAMIENTO Y TERMINALES DE EMBARQUE".FORD DE CONSULTA PARA LA PLANEACION DEMOCRATICA DEL SECTOR -- ENERGETICO. COLEGIO DE INGENIEROS PETROLEROS,MESA REDONDA, FEBREKO DE 1983.
8. IMP. "CONSIDERACIONES Y ALTERNATIVAS DE ALMACENAMIENTO - DE GLP." SUBDIRECCION DE TECNOLOGIA DE EXPLOTACION,ENERO- 1983.
9. IMP. "CURSO DE CAPACITACION FASE EXPLOTACION",SUBDIRECCION DE INGENIERIA DE PROYECTOS DE EXPLOTACION, MAYO DE- 1989.
10. LUDWIG E. "APPLIED PROCESS DESIGN FOR CHEMICAL AND PETRO CHEMICAL", VOL.I,PAG. 140-143.GULF PUBLICATIONS,1964.
11. PERRY F.H. "CHEMICAL ENGINEER'S HAND BOOK", SECTION 6 NINTH EDITION, NEW YORK, 1974.

12. STAA V.R., PIELKENROOD V.B. "SEPARATION OF OIL WATER", EUROPEAN PETROLEUM CONFERENCE, 278, OCTOBER 1982.
13. STIRES L.J. "DESIGN OF HIGH RATE, HIGH VOLUME OIL-WATER SEPARATOR", SOCIETY OF PETROLEUM ENGINEERS, 8307, SEPTEMBER 1978.
14. REHM S.J., SHAUGHNESSY R.J. "ENHANCED OIL-WATER SEPARATION-THE PERFORMAX COALESCER", SOCIETY OF PETROLEUM ENGINEERS, 11552, FEBRUARY 1983.