

27-183



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Ingeniería

**PROYECTO Y CONSTRUCCION DE TANQUES
CILINDRICOS VERTICALES DE CUPULA
FIJA**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :
BERNARDO SOSA MARTINEZ

México, D. F.

1986



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.



Escuela Nacional de Ingenieros
A. C.

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-13

Señor BERNARDO SOSA MARTINEZ,
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profesor Ing. Ernesto Bernal Velazco, para que lo desarrolle como TESIS para su Examen Profesional de la carrera de INGENIERO CIVIL.

"PROYECTO Y CONSTRUCCION DE TANQUES CILINDRICOS VERTICALES
DE CUPULA FIJA"

- I. Introducción.
- II. Estudios específicos.
- III. Proyecto
- IV. Ejecución de obra.
- V. Montaje y armado de tanques cilindricos verticales.
- VI. Pruebas de tanques verticales.
- VII. Acabados.
- VIII. Análisis de precios unitarios.
- IX. Conclusiones.

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento con lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Coordinación de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, a 21 de enero de 1986.
EL DIRECTOR

DR. OCTAVIO A. RASCON CHAVEZ.

e
OARCH/RCCH/sho.

I N D I C E

CAPITULO I. INTRODUCCION.

CAPITULO II. ESTUDIOS ESPECIFICOS.

- 1.- Localización.
- 2.- Estudios Hidrómeterológicos.
- 3.- Estudios Ecológicos.
- 4.- Estudios de Mecánica de Suelos.
- 5.- Análisis de Cimentación.

CAPITULO III. PROYECTO.

- 1.- Diferentes Tipos de Tanques.
 - 1.1. Tanques Esféricos.
 - 1.2. Tanques Horizontales.
 - 1.3. Tanques Criogénicos.
 - 1.4. Tanques Cilíndricos Verticales Atmosféricos.
 - 1.5. Cálculo del Muro y la Zapata.

CAPITULO IV. EJECUCION DE OBRA.

- 1.- Trazo y Nivel.
- 2.- Despalme.
- 3.- Excavación.
- 4.- Plantilla.
- 5.- Colocación del Acero.
- 6.- Cimbra.
- 7.- Elaboración del Concreto y Vaciado.
- 8.- Relleno.

CAPITULO V. MONTAJE Y ARMADO DE TANQUES CILINDRICOS VERTICALES.

- 1.- Generalidades de Soldadura.
- 2.- Equipo para el Armado de Tanques.
- 3.- Proceso Constructivo de Armado de los Tanques.
- 4.- Soldadura.

CAPITULO VI. PRUEBAS DE TANQUES VERTICALES.

- 1.- Prueba de Fondo.
- 2.- Prueba de la Envolvente.
- 3.- Prueba del Techo.
- 4.- Pruebas Radiograficas.

CAPITULO VII. ACABADOS.

- 1.- Preparación de Superficies.
- 2.- Recubrimiento Exterior e Interior.
- 3.- Acabado Exterior.

CAPITULO VIII. ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.

- 1.- Costo de Materiales de Construcción.
- 2.- Costo de Mano de Obra.
- 3.- Costo de Maquinaria y Equipo de Construcción.

CAPITULO IX. CONCLUSIONES.

ANEXOS.

BIBLIOGRAFIA.

I N T R O D U C C I O N

El Petróleo Mexicano, es una de las fuentes más importantes de la Economía Nacional y los productos derivados de él, es un conjunto vital para el Desarrollo Social e Industrial del país.

Dentro de la gama de productos elaborados, ocupa preferencia los combustibles, cuyo consumo produce la mayor parte de la energía, ya que se emplea en la Industria.

Uno de los principales requerimientos de la Industria Petrolera, es el de la Distribución de la Refinería a los distintos centro de consumo de la República, con el fin de cubrir satisfactoriamente las demandas existentes, por lo cual es indispensable una planificación adecuada para los Sistemas de Almacenamiento y Distribución de los productos pero toda planificación se ve afectada aveces por varios factores, que pueden ser el incremento poblacional y urbano de las Ciudades, como en el caso específico de la Ciudad de Cuautla Morelos en que dichos sistemas se encuentran en el centro de la Ciudad, debido al incremento poblacional y urbano. (Ver Plano No. 1).

Es por eso que Petroleos Mexicanos se vió en la necesidad de crear una nueva Planta de Almacenamiento y Distribución que quedase fuera de la zona urbana de Cuautla.

Dicha Planta constará de edificios para Oficinas,

Bodega, Caseta de Vigilancia, Torre de Control, Baños y Vestidores, Taller Mecánico, Guarnición Militar, Subestación Eléctrica, Cobertizo C. Incendio, Casa de Bombas, Llenaderas de Autotanques, Llenaderas de Tambores, Zona de Estacionamientos, y área de Almacenamiento con una capacidad de 61,000 Bls. distribuidos de la siguiente manera. (Ver plano No. 2).

El TV-1 de 20,000 Bls. para producto de Nova.

El TV-2 de 10,000 Bls. para producto de Nova.

El TV-3 de 20,000 Bls. para producto de Diésel.

El TV-4 de 10,000 Bls. para producto de Diafano.

El TH-1 y TH-2 de 500 Bls. c/u, para producto de Extra.

Considerando que la estructura más importante de una Planta es la cimentación de los tanques y el armado, esté trabajo se desarrolla el Proceso Constructivo de los tanques de 10,000 y 20,000 Bls.

C A P I T U L O I I

E S T U D I O S E S P E C I F I C O S

1.- LOCALIZACION.

La zona de estudio, se localiza en la porción central del Estado de Morelos, el cual se encuentra ubicado en la Sur-Oriental de la República Mexicana, y se localiza en el fraccionamiento Parque Industrial de Cuautla al sur de la población de Cuautla.

Geograficamente se encuentra limitada por los paralelos $18^{\circ} 45'$ y $10^{\circ} 52'$ y los meridianos $98^{\circ} 55'$ y $98^{\circ} 50'$ longitud oeste de Meridiano de Greenwich.

Está comprendido dentro del Municipio de Villa de Ayala a 126 Km. de la Cd. de México y a 59 Km. de la capital del Estado que es Cuernavaca y a 18 Km. de la Cd. de Cuautla por la carretera Federal No. 160 Cuautla- Oaxaca al igual pasa la vía de F.F.C.C. la de Puebla-Cuautla. (Ver Plano No. 3).

La área en estudio es de forma irregular con una superficie de $150,153.37 \text{ m}^2$ presentando una configuración con nivel máximo en la cota 1310.50 m. y mínimo en la cota de 1300.00 m. sobre el nivel del mar.

Dado la proximidad con la capital de la República, no se cuenta con aeropuertos, que permitan el arribo de

aviones comerciales, sin embargo existe una pequeña pista de aterrizaje de terracería para avionetas y helicópteros en la Colonia de Casasano de Cuautla Mor.

2.- ESTUDIOS HIDROMETEROLOGICOS.

El clima que predomina en la zona de estudio es cálido subhúmedo y se caracteriza por ser el más húmedo de la zona con lluvias en verano y un porcentaje de lluvia invernal menor de 5%.

La precipitación media anual es de 892 m.m. y la máxima es de 992 mm. y la mínima es de 807 mm.

La temperatura máxima de la zona es de 27.2°C.

La media es de 18.6°C.

La mínima es de 14.6°C.

La precipitación máxima se presenta en el mes de Septiembre con lluvias que oscilan entre 190 y 200 mm. y la mínima se registra en los meses de febrero, marzo y diciembre con un valor de 5 mm.

La temperatura más alta se presenta en mayo y es de 26 a 27°C, la más baja se registra en los meses de enero y diciembre con un rango que va de 14 a 18°C.

La evaporación anual es de: la máxima de 2163 mm.

La media es de 1688 mm.

La mínima es de 1956 mm.

3.- ESTUDIOS ECOLOGICOS.

Sobre la vegetación no es muy diversa, ya que gran parte del área está ocupada actualmente por la agricultura, que es el sorgo que se cultiva en la época de temporal.

Entre los mamíferos típicos de la zona se encuentra el murciélago, la tuza, el ratón de campo, el conejo, el zorro y las ardillas.

Dentro de las aves se encuentra la codorniz, el picudo carpintero, jilguero, el gorrión, el pica flor y la calandria.

4.- ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS.

4.1- TIPOS DE SONDEOS.

Los tipos de sondeos que se usan en los estudios de Mecánica de Suelos para poder determinar las características del suelo son:

METODOS DE EXPLORACION DE CARACTER PRELIMINAR.

- a) Pozos a cielo abierto, con muestreo alterado o inalterado.
- b) Perforaciones con posteadoras, barrenos helicoidales o métodos similares.
- c) Métodos de lavado.
- d) Método de penetración estándar.
- e) Método de penetración cónica.
- g) Perforaciones en boleo y gravas (con barretones, etc).

METODOS DE SONDEO DEFINITIVO.

- a) Pozos a cielo abierto con muestreo inalterado.
- b) Métodos con tubo de pared delgada.
- c) Métodos rotatorios para roca.

METODOS GEOFISICOS.

- a) Sísmico.
- b) De resistencia eléctrica.
- c) Magnético y gravimétrico.

Los estudios que se desarrollaron para poder determinar las características del suelo se basaron a los resultados de tres pozos a cielo abierto designados con los numeros 4759, 4760, 4761 que se realizaron hasta una profundidad máxima de 6.00 m. su localización se presenta en el plano No. 4.

En los pozos a cielo abierto se determinó la estratigrafía de sus paredes, obteniendo al mismo tiempo muestras de tipo alteradas e inalteradas, para que en el laboratorio de suelos se realizaran las pruebas para definir sus características físicas y mecánicas.

4.2- PRUEBAS DE LABORATORIO.

En el laboratorio se determinaron las propiedades requeridas para los análisis de estabilidad y asentamiento y se clasificó usando el criterio del Sistema Unificado de

Clasificación de Suelos.

Por lo cual a las muestras obtenidas se les realizaron las siguientes pruebas: (Ver Tablas 1,2,3,4 y 5).

- a) Contenido de agua y grado de saturación.
- b) Densidad de sólidos.
- c) Límites de consistencia de los materiales cohesivos (límite líquido y plástico).
- d) Curva Granulométrica de los materiales no cohesivos.

Y con el fin de determinar las propiedades mecánicas de los suelos, se labraron probetas de las muestras obtenidas a las que se les efectuaron pruebas triaxiales rápidas y pruebas de compresión no confinadas.

Los resultados se graficaron en Círculos de Mohor. (Ver gráficas 1,2,3,4,5,6,7 y 8), en el cuadro siguiente se resumen los parámetros obtenidos de dicho ensayes:

Sondeo No.	Profundidad m	T/m ³	Wi %	Gi %	ei	Prueba	Parámetros		
							qu T/m ²	C T/m ²	φ
4759	0.20 - 0.45	1.60	28	74	0.87	q	40	18	16°
	0.20 - 0.45	1.70	27	80	0.88	Q			
	3.75 - 4.00	1.90	5	30	0.47	q			
4760	0.15 - 0.40	1.70	27	76	0.95	q	16	18	9°
	0.15 - 0.40	1.74	27	78	0.87	Q			
	0.75 - 1.00	1.58	10	31	1.17	q			
4761	0.05 - 0.30	1.42	26	51	1.33	q	3		
	4.00 - 4.25	2.40	4	98	0.19	q			

4.3- CLASIFICACION DEL SUELO.

En base a los reportes de campo y pruebas de laboratorio la estratigrafía de subsuelo en el área en estudio se define con la siguiente secuencia:

Superficialmente y hasta 0.70 m. de profundidad, se encuentra un suelo limo arcilloso de color gris claro con materia orgánica que puede encontrarse seco, presenta tendencia a la expansión al saturarse.

De 0.70 a 1.20 m. se localiza un limo arcilloso con intercalaciones de carbonato de calcio color blanquizco de consistencia rígida.

De 1.20 a 3.40 m. existe un conglomerado muy compacto de color café claro.

De los 3.40 hasta los 6.00 m. se encuentra un estrato de areniscas muy compactas de color gris oscuro.

Bajo este estrato se encuentra una toba de origen volcánico fuertemente cementada, en la cual no fue posible el avance durante la exploración debido a su dureza, en la Fig. No. 1 se muestra la tipificación de este subsuelo.

4.4- TIPOS DE CIMENTACION.

Existen 2 tipos de cimentación que se aplican a cimentaciones de tanques de acero cilíndricos verticales de fondo plano y techo fijo o flotante, que son: Cimentaciones Superficiales y Cimentaciones Profundas.

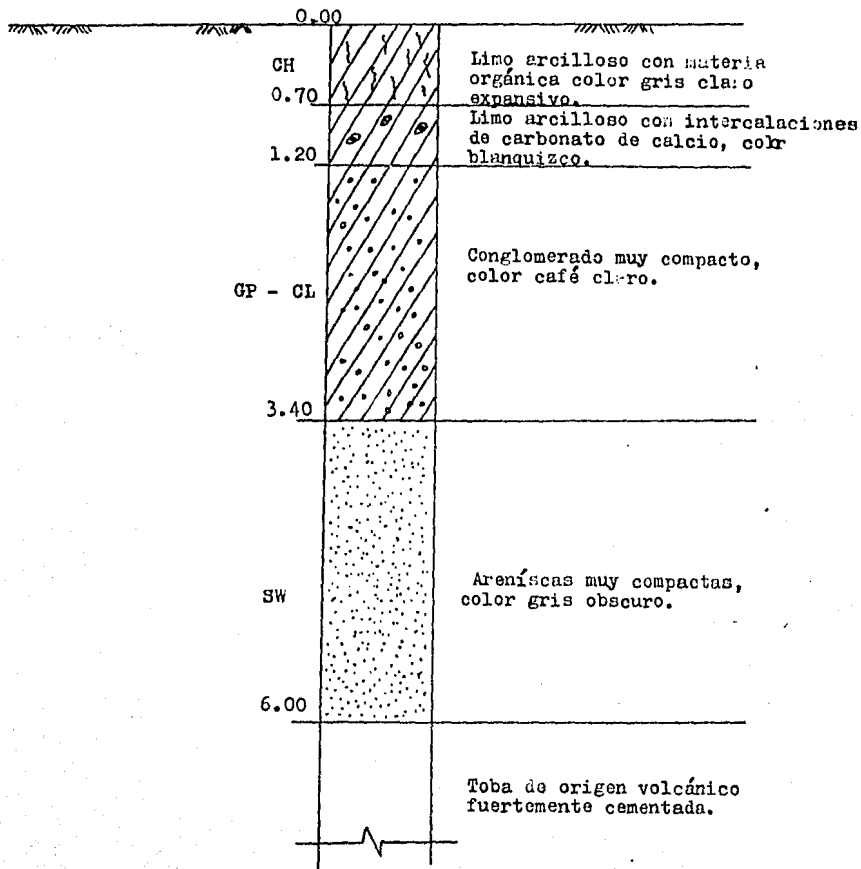


fig. No. 1

CIMENTACIONES SUPERFICIALES. Las cimentaciones superficiales se utilizarán cuando el subsuelo natural o estabilizado, nos puedan asegurar la estabilidad del tanque y que además de que no pueda ocasionar asentamientos mayores que los permisibles, en caso de que no cumplan estos requerimientos, se estudiará la posibilidad de estabilizarlo recurriendo a unas de las técnicas enumeradas a continuación:

- a) Remoción de material objetable.
- b) Compactación de materiales sueltos in situ.
- c) Estabilización por medio de inyecciones.
- d) Confinamiento de estratos blandos.

CIMENTACIONES PROFUNDAS. Se recurrirá a cimentaciones profundas únicamente cuando el suelo natural no permita asegurar la estabilidad del tanque y de que no sea posible o económico proceder a su estabilización por los métodos definidos anteriormente.

El Diseño de cimentaciones profundas usuales son:

- a) Sobre pilas o pilotes de punta.
- b) De fricción.
- c) Mixtos.

5.- ANALISIS DE CIMENTACION.

En base de los datos obtenidos anteriormente se optó por una cimentación de Tipo Superficial, tomando en cuenta de cortar el material que presenta una tendencia a la expansión al saturarse.

Los datos de los Tanques Cilíndricos Verticales de lamina de acero y fondo plano, tienen las sig. características.

Descripción	Peso Vacío Ton.	Altura m.	Diámetro m.
Tanque de Almacenamiento 20,000 Bls.	78	12.19	18.28
Tanque de Almacenamiento 10,000 Bls.	39	12.19	12.95

La capacidad de carga para este tipo de Cimentación se podrá estimarse recurriendo a la fórmula de Terzaghi para desplantes en áreas circulares superficiales. Tomando en cuenta que la flexibilidad del fondo de los tanques impide la redistribución de esfuerzos, se considerará que la falla ocurre por corté local.

Se tendrá:

$$q_d = (0.8 C N_c^* + 0.6 \gamma_m r N_f^*) F_R$$

en que: q_d = presión máxima admisible, en T/m^2 .

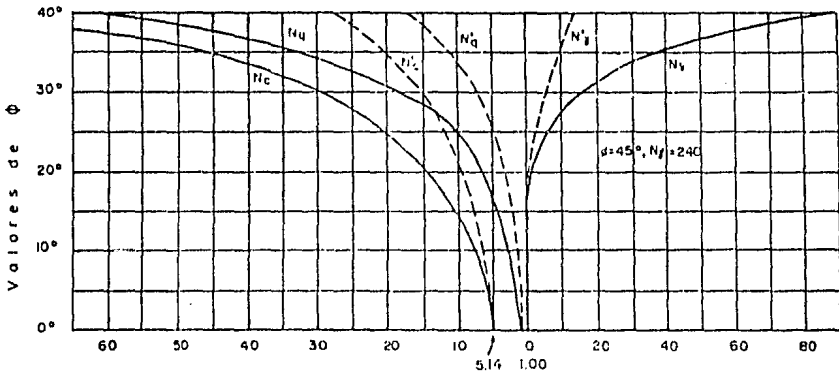
C = cohesión del material, en T/m^2 .

γ_m = peso volumétrico medio de los estratos afectados por la cimentación, en T/m^3 .

r = radio del área circular de desplante, en m.

(N_c^*) y (N_f^*) = factores de capacidad de carga, para falla por corte local determinados a partir del O de fricción interna del material. (Graf. No. 9)

F_R = factor de reducción igual a 0.6 .



Valores de N_c y N_q

Valores de N_y

Gráfica No. 9

Para calcular la capacidad de carga con los datos anteriores

donde:

$$C = 18 \text{ T/m}^2$$

De la gráfica No. 9 $N'_c = 5.4$

$$\phi = 9^\circ$$

De la gráfica No. 9 $N'_q = 0.1$

$$r = 9.14 \text{ m.}$$

$$i_m = 1.58 \text{ T/m}^3$$

por lo tanto:

$$q_d = (0.8 \times 18 \times 5.4 + 0.6 \times 1.58 \times 9.14 \times 0.1) \times 0.6$$

$$q_d = (77.76 + 0.87) \times 0.6$$

$$q_d = 47.17 \text{ T/m}^2$$

Al considerarse adecuado la capacidad de carga, se optó de acuerdo a las Normas de Pemex de Cimentación de Tanques, por la Cimentación sobre muro anular de concreto reforzado.

Este tipo de cimentación es recomendable para cualquier tipo de tanques, pero en particular para tanques de más de 30 metros de diámetro o de 12 metros de altura.

Las principales características de este tipo de cimentación se encuentran resumidas en la (Fig. 2). El fondo del tanque descansará sobre un terraplén cuya altura se fijará en función de la magnitud de los asentamientos totales esperados y de la posibilidad de inundación de la zona; en ningún caso esta altura será inferior a 30 centímetros sobre el nivel circundante. El terraplén se construirá después de sustituir el material superficial indeseable por un material libre de materias orgánicas y productos corrosivos. Los diez centímetros superiores del terraplén serán constituidos por arena limpia gruesa, grava o piedra molida, con tamaño de partículas de 1 a 2.5 centímetros. Este estrato se estabilizará con un producto asfáltico para poder dar a la superficie de apoyo la forma adecuada. El producto empleado deberá presentar toda garantía contra incendio durante las operaciones de soldadura. Se dará una ligera pendiente a la superficie de apoyo del centro hacia la periferia con objeto de compensar los asentamientos diferenciales y facilitar el lavado y la remoción de sedimentos del tanque. La pendiente recomendable es de 1% pero en ningún caso debe ser inferior al 1%.

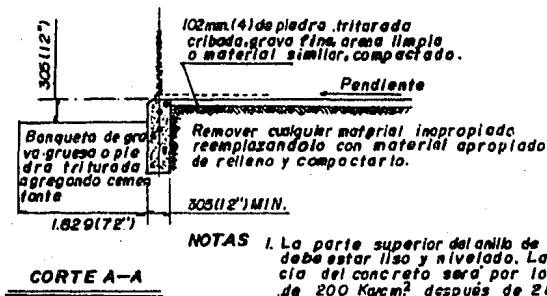
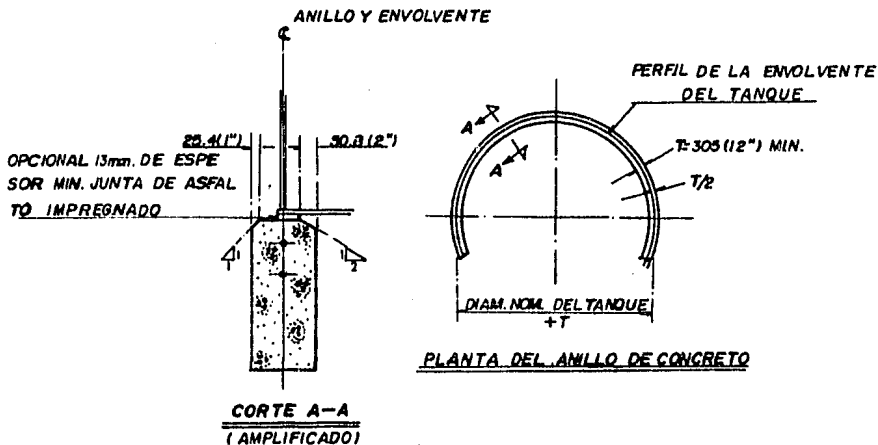


FIGURA No.2

CAPITULO III
PROYECTO

1.- DIFERENTES TIPOS DE TANQUES.

Los tanques de almacenamiento se clasifican de acuerdo al producto al almacenar.

1.1.- TANQUES ESFERICOS.

Los tanques esféricos se utilizan para almacenamiento de gases licuados, como el butano, propano, etano, pentano, hexagono, etc., y son fabricados de placa de acero soldable.

Estos tanques operan a determinada presión, tomando en cuenta el producto almacenado, la capacidad, etc.

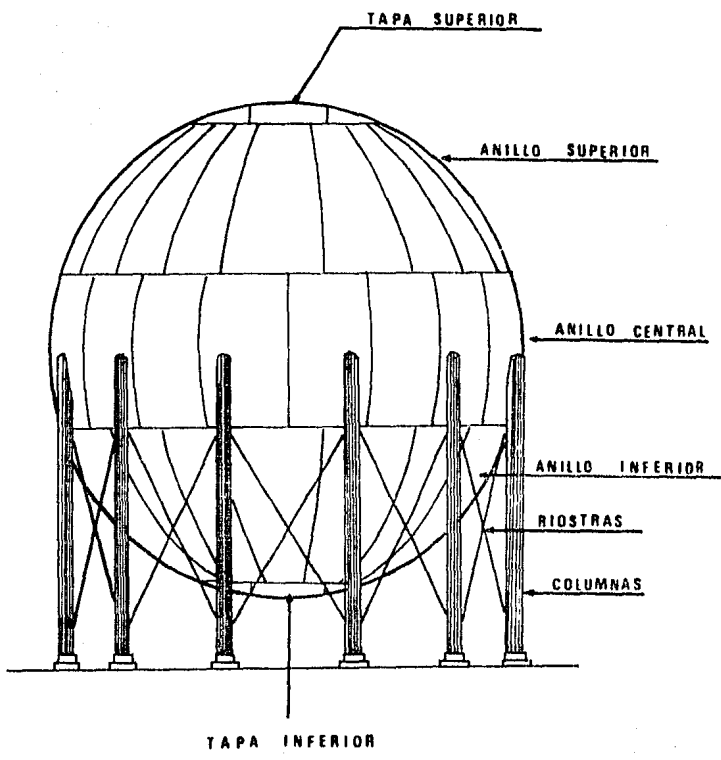
Los tanques esféricos está compuesto de las siguientes partes y como se muestra en el Dibujo # 1.

- a) Tapa Superior
- b) Anillo Superior
- c) Anillo Central
- d) Anillo Inferior
- e) Tapa Inferior
- f) Columnas
- g) Accesorios

1.2.- TANQUES HORIZONTALES

Son depósitos, los cuales son de placa de acero, que pueden ir soldadas o remachadas.

Estos tipos de tanques se utilizan para almacenar gaso-



U N A M	FAC. DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
	SOSA MARTINEZ BERNARDO
Dib. 1	Tanque Estérico

linas (extra, nova, diesel, etc.), así como gases licuados (propano, butano, metano, etc.)

También se pueden clasificar los tanques horizontales de acuerdo a las diferentes tapas que pueden ser.

- a) Elíptica
- b) Torisférica
- c) Hemisférica
- d) Plana
- e) Cónica
- g) Toricónica

En el Dib. # 2, se muestran 5 tipos de tapas que se pueden utilizar en los tanques horizontales.

1.3.- TANQUES CRIOGENICOS

Los tanques criogénicos, también llamados de doble coraza, son aquellos que se utilizan para el almacenamiento de amoniaco, y son de placa de acero, las cuales irán soldadas.

Este tipo de tanques está compuesto de 2 tanques, uno exterior y otro interior, cada uno de ellos está compuesto de fondo, casco y cúpula, en la separación existente entre los fondos, se coloca un aislamiento de KARLITA; entre casco y casco y se colocan unos separadores los cuáles rigidizarán las placas de los mismos.

En el espacio existente entre tanques, se le inyecta aire el cuál servirá como refrigerante, ya que si se pre-



U	FAC. DE INGENIERIA
N	TESIS PROFESIONAL
A	SOSA MARTINEZ BERNARDO
M	
Dib. 2	Tapas para Tanque Horizontal

senta una fuga, está será notoria en un 100%.

La doble coraza, es con el fin de que la interior contiene el producto y en la exterior le sirve para recircular el refrigerante y evitar el calentamiento exterior, ya que sería demasiado peligrosa, una elevación de presión, en la coraza interior. Dib. # 3

1.4.- TANQUES CILINDRICOS VERTICALES ATMOSFERICOS

Los tanques Verticales Atmosféricos están compuestos de placa de acero, los cuales irán soldados y trabajan a una presión aproximadamente a la atmosférica, como su nombre lo dice.

Están sujetos a una carga igual a la hidrostática del líquido. Estos tanques están destinados para el almacenamiento de gasolinas (nova, diesel, diáfano).

Entre los tanques Verticales se clasifican de acuerdo a su tipo de techo que son:

1.4.1.- TECHO CONICO SOPORTADO

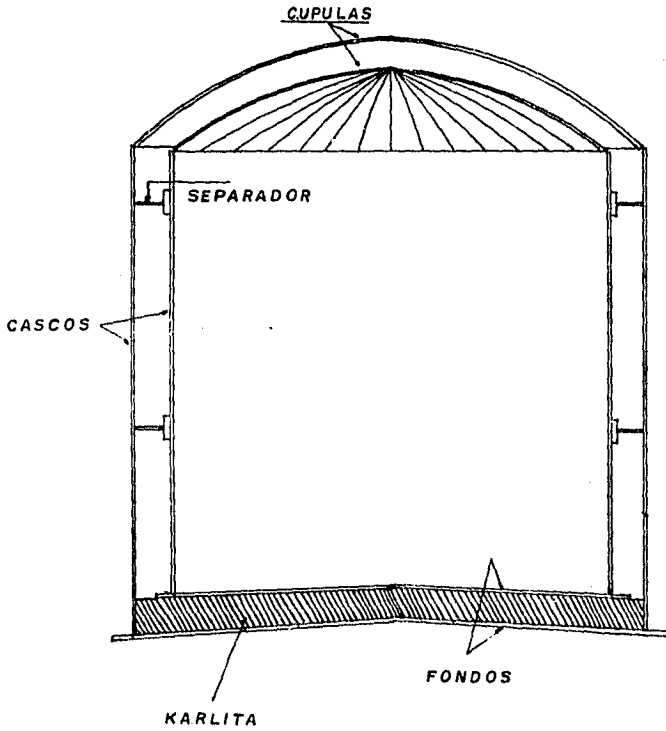
Es aquel en que el techo tiene una forma de cono, y se apoya entre largeros y columnas.

1.4.2.- TECHO CONICO AUTOSOPORTADO

Es aquel en que el techo se soporta por sí mismo, apoyado sólo en su periferia y tiene forma de cono y se utiliza para bajas capacidades de tanque.

1.4.3.- TECHO TIPO DOMO AUTOSOPORTADO

Es aquel en que se soporta por sí mismo y tiene una



U N A M	FAC. DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
	SOSA MARTINEZ BERNARDO
Dib. 3	Tanque Criogenico

superficie curvada.

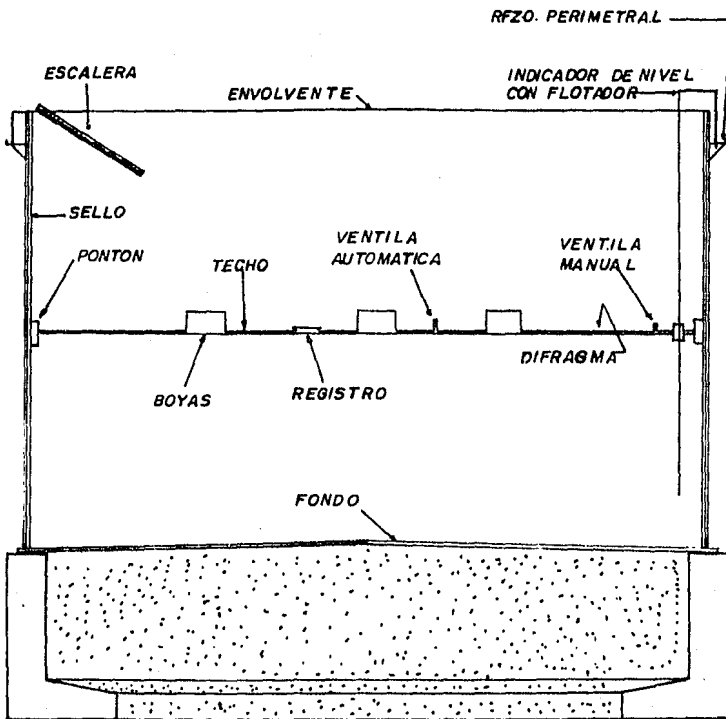
1.4.4.- TECHO TIPO SOMBRILLA AUTOSOPORTADO

Es aquel en que el techo tiene forma de un domo modificado de tal manera que cualquier sección horizontal es un polígono regular con tantos lados como caras tenga la superficie del techo.

1.4.5.- TECHO TIPO FLOTANTE

Los Tanques Cilíndricos Verticales de techo flotante tienen la propiedad de ajustarse a las variaciones del volumen del producto almacenado, es decir, que siempre su superficie de retención esta en contacto con el líquido que contienen, evitando así pérdida por evaporaciones, estos Tanques son recomendados para líquidos de mayor volatilidad en que las pérdidas por evaporaciones pueden llegar a ser considerables. Ver Dib. # 4

En el caso específico de la Planta de Almacenamiento y Distribución en Cuautla Mor., teniendo en cuenta las propiedades físicas de los productos almacenados, no conducen a pérdidas cuantiosas por evaporación y considerando el mayor costo de los Tanque de Techo Flotante, se seleccionó por los Tanques Cilíndricos Verticales con techo cónico soportado diseñado para trabajar a una presión Atmosférica.



U	FAC DE INGENIERIA
N	TESIS PROFESIONAL
A	SOUSA MARTINEZ BERNARDO
M	
Dib	Tanque Vertical Techo Flotante
4	

1.5.- CALCULO DEL MURO Y LA ZAPATA

De acuerdo a la recomendación deseable de la cimentación superficial, se procede al cálculo, revisando los esfuerzos transmitidos, por las cargas estáticas, las cargas hidrostáticas y por las cargas accidentales, tales como el viento y de la fuerza del sismo, tales esfuerzos transmitidos deben ser menor a la capacidad de carga del terreno.

DATOS GENERALES:

TANQUE	CAPACIDAD	DIAMETRO	ALTURA	PRODUCTO
TV-1	20,000 Bls.	18.28 m.	12.19 m.	NOVA
TV-2	10,000 Bls.	12.95 m.	12.19 m.	NOVA
TV-3	20,000 Bls.	18.28 m.	12.19 m.	DIESEL
TV-4	10,000 Bls.	12.95 m.	12.19 m.	DIAFANO

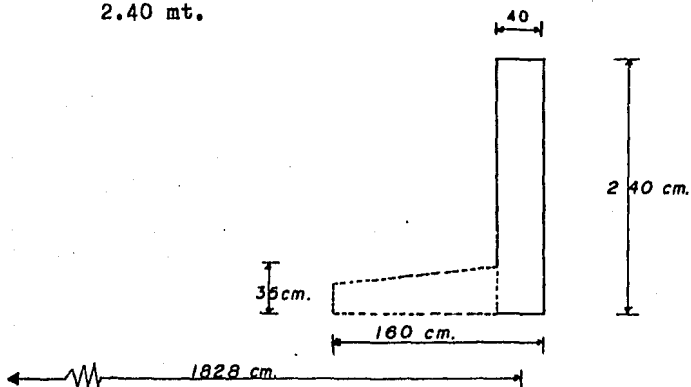
1.5.1.- ANALISIS PARA EL TV-1

DATOS:

Peso específico del producto de Nova.	0.74 T/m ³
Peso específico del agua.	1.00 T/m ³
Peso volumétrico de concreto reforzado.	2.40 T/m ³
Peso volumétrico del material de Relleno.	1.90 T/m ³
Peso de la pared lateral de acero y de la fracción de techo soportada por metro lineal.	1.32 T/m
Volumen en litros.	3'180,000.00 Lts.
Perímetro en m.	57.43 m.
Peso propio del tanque.	78.00 Ton.
Area en, m ² .	262.45 m ²

ANALISIS POR CARGAS ESTATICAS

Se supone un ancho del muro de 40 cm. y una altura de 2.40 mt.



Primeramente debemos de revisar el ancho del muro de acuerdo a las Normas para Proyecto de Obras de Petróleos Mexicanos que establece.

$$b = \frac{100 W}{\gamma_f H/2 + h(\gamma_m - \gamma_c)}$$

donde:

b = ancho del muro, en cm.

H = altura del tanque, en m.

h = altura del muro, en m.

W = peso de la pared lateral de acero y de la fracción de techo soportada por metro lineal, en Ton/m.

γ_f = peso volumétrico del fluido, en Ton/m³

γ_m = peso volumétrico del relleno confinado, en Ton/m³

γ_c = peso volumétrico del concreto reforzado, en Ton/m³

En ningún caso el ancho del muro podrá ser inferior de 30 cm.

Por lo tanto:

$$b = \frac{100 \times 1.32}{0.74 \times 12.19 / 2 + 2.4 (1.9 - 2.4)}$$

$$b = 39.88 \text{ cm.}$$

$$b = 40.00 \text{ cm.}$$

Lo cual cumple con las Normas de Petróleos Mexicanos.

CALCULO DE LAS CARGAS ESTATICAS

Volumen del concreto del muro.

$$V_c = \text{Perímetro} \times \text{ancho del muro} \times \text{altura.}$$

$$V_c = 57.43 \times 0.40 \times 2.40 = 55.13 \text{ m}^3$$

Peso del concreto.

$$W_c = 55.13 \times 2.40 = 132.31 \text{ Ton.}$$

Peso del producto.

$$W_p = 3,180.00 \times 0.74 = 2,353.20 \text{ Ton.}$$

Peso Total de las cargas estáticas.

$$W_t = W_p + W_{pp} + W_c$$

$$W_t = 2,353.20 + 78.00 + 132.31 = 2,563.51 \text{ Ton.}$$

Por lo tanto los esfuerzos se pueden calcular con la ecuación:

$$f = \frac{P}{A}$$

donde:

P = es la carga total en Ton.

A = es la área de la sección, en m²

Por lo tanto, los esfuerzos transmitidos por las cargas estáticas son:

$$f = \frac{2,563.51 \text{ Ton.}}{262.45 \text{ m}^2} = 9.76 \text{ T/m}^2 < 47.17 \text{ T/m}^2$$

∴ los esfuerzos son menores a la capacidad de carga del terreno por lo tanto es aceptable para las cargas estáticas.

REVISION POR LAS CARGAS HIDROSTATICAS.

Dado que una vez terminado de armar el tanque, se prueba el tanque con agua, para poder determinar posibles fugas.

Por lo tanto, las cargas son:

$$W_h = 3,180.00 \times (1.00 \text{ Ton./m}^3) = 3,180.00 \text{ Ton.}$$

$$W_{pp} = 78.00 \text{ Ton.}$$

$$W_c = 132.31 \text{ Ton.}$$

$$W_{th} = W_h + W_{pp} + W_c$$

$$W_{th} = 3,180.00 + 78.00 + 132.31 = 3,390.31 \text{ Ton.}$$

El esfuerzo transmitido con tanque lleno de agua es:

$$f_h = \frac{3,390.31 \text{ Ton.}}{262.45 \text{ m}^2} = 12.92 \text{ Ton/m}^2$$

Por lo tanto, los esfuerzos son menores a la capacidad de carga, lo cual es aceptable por las cargas hidrostáticas.

REVISION POR SISMO

De acuerdo al Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad, Cuautla Mor. está considerado dentro de la zona B, dentro de la Regionalización Sísmica de la República Mexicana y de acuerdo al tipo de Suelo el coeficiente sísmico para este tipo de zona es de

$$C = 0.16$$

Por lo tanto:

$$F_B = C W$$

donde:

F_B = Fuerza cortante horizontal en la base

C = Coeficiente sísmico

W = Peso total de la estructura

por lo tanto:

$$F_B = 0.16 \times 2563.51$$

$$F_B = 410.16 \text{ Ton.}$$

aplicando la fórmula de la escuadría:

$$P_B = \frac{W_t}{A} \pm \frac{M_s}{S}$$

donde:

$$M_s = \frac{F_B \times H_{Tot.}}{2}$$

$$S = \frac{d^3}{32}$$

de donde:

$$M_s = \frac{410.16 \times 12.76}{2} = 2,616.82 \text{ Ton-m}$$

$$S = \frac{(18.28)^3}{32} = 599.69 \text{ m}^3$$

por lo tanto:

$$P_s = \frac{2,563.51 \text{ T}}{262.45 \text{ m}^2} + \frac{2,616.82 \text{ Ton-m}}{599.69 \text{ m}^3}$$

$$P_{s1} = 14.12 \text{ T/m}^2$$

$$P_{s2} = 5.40 \text{ T/m}^2$$

De donde la presión de contacto debido a la fuerza del sismo es menor a la capacidad de carga del terreno, por lo tanto es aceptable.

REVISION POR VIENTO

De acuerdo al Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad, las fuerzas debidas al viento puede calcularse de acuerdo a la ecuación:

$$p = 0.0048 G C V_D$$

donde:

C = coeficiente de empuje (sin dimensiones)

p = presión o succión debida al viento, en Kg/m²

V_D = velocidad de diseño, en Km/h

G = $\frac{8 + h}{8 + 2h}$, factor de reducción de densidad de la

atmósfera, a la altura h (en Km.) sobre el nivel del mar.

por lo cual:

$$C = 1.43$$

$$V_D = 120 \text{ Km/h}$$

$$G = \frac{8 + 1.31}{8 + 2 \times 1.31} = 0.88$$

de donde:

$$p = 0.0048 \times 0.88 \times 1.43 \times 120^2$$

$$p = 86.98 \text{ Kg/m}^2$$

El empuje del viento se valorarán suponiendo las presiones del viento, actuando sobre la área expuesta.

$$\text{Area de empuje} = 12.76 \times 18.28 = 233.25 \text{ m}^2$$

$$W = 86.98 \times 233.25 = 20.288 \text{ Ton.}$$

por lo tanto aplicando la fórmula de la escuadría, considerando la carga más desfavorable.

$$P_v = \frac{W_t}{A} \pm \frac{M_v}{S}$$

donde:

$$M_v = \frac{W \times H}{2}$$

$$S = \frac{d^3}{32}$$

por lo cual:

$$M_v = \frac{20.288 \times 12.76}{2} = 129.44 \text{ Ton-m}$$

$$S = 599.69 \text{ m}^3$$

por lo tanto :

$$P_v = \frac{78.00 \text{ Ton.}}{262.45 \text{ m}^2} + \frac{129.44 \text{ Ton-m.}}{599.69 \text{ m}^3}$$

$$P_{v1} = 0.52 \text{ Ton./m}^2$$

$$P_{v2} = 0.08 \text{ Ton./m}^2$$

Por lo cual son menores a la capacidad de carga.

Capacidad de carga para falla general.

$$Q = 47.17 \text{ T/m}^2 \times (262.45 \text{ m}^2) = 12,379.76 \text{ Ton.}$$

Factor de Seguridad:

$$F_s = \frac{12,379.76}{3,390.31} = 3.65$$

CALCULO DEL EMPUJE ACTIVO

El Empuje Activo se calcula, de acuerdo al método semiempírico de Terzaghi. (Referencia 1), para superficie de relleno plana y con sobrecarga.

de donde:

$$E_A = \frac{1}{2} E_H H^2 + C Q$$

donde:

E_H = coeficiente de presión horizontal obtenidos de la Ref. 1, Fig.- 1V - 19, para material de Tipo No. 3

(1) Juárez Badillo - Rico Rodríguez.- Mecánica de Suelos

Tomo II.

H = altura del muro, en m.

C = valor obtenido apartir de la Ref. 1, Tabla
4 - 1, para material de Tipo No. 3

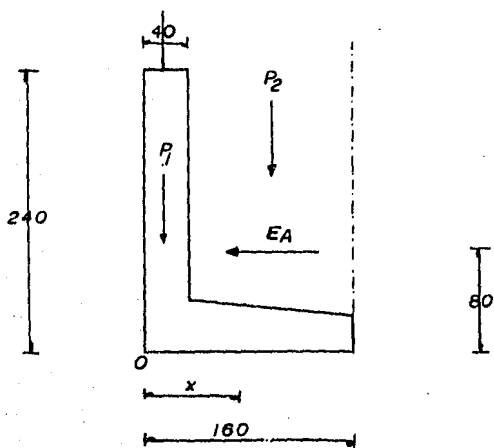
Q = valor de la sobrecarga uniformemente repartida.

por lo cual:

$$E_A = -\frac{1}{2} 0.72 \times 2.40^2 + 0.39 \times 14.12$$

$$E_A = 7.57 \text{ Ton.}$$

DETERMINACION DE LAS FUERZAS QUE ACTUAN Y EL CENTROIDE



Fuerzas:

$$P_1 = 2.40 \times 0.40 \times 2.40 = 2.304 \text{ Ton.}$$

$$P_2 = 2.40 \times 1.20 \times 0.72 + 12.19(1.6 - 0.20) \times 0.74$$

$$P_2 = 2.07 + 11.73 = 14.70 \text{ Ton.}$$

Tomando Momento con respecto al punto O.

$$M_o = 2.304 \times 20 + 14.70 \times 100 - 7.57 \times 80$$

$$M_o = 910.48 \text{ Ton-cm.}$$

por lo tanto:

$$x = \frac{M_o}{P_1 + P_2} = \frac{910.48}{17.00} = 53.56 \text{ cm.} > 53.33 \text{ cm.}$$

Por lo tanto pasa por el tercio medio de la zapata, por lo cual es aceptable y por lo tanto no existe volteamiento.

ARMADO DEL MURO

Dé acuerdo a las Normas de Petróleos Mexicanos, la Tensión se calcula:

$$T = \frac{E_A D}{2}$$

de donde:

$$T = \frac{7.57 \times 18.28}{2} = 69.19 \text{ Ton-m}$$

para calcular el área de acero:

$$T = A_s f_s \quad A_s = \frac{T}{f_s}$$

de donde:

$$f_s = 0.5 f_y$$

$$f_s = 0.5 \times 4,200.00 \text{ Kg/cm}^2 = 2.10 \text{ Ton/cm}^2$$

por lo cual:

$$A_s = \frac{69.19}{2.10} = 32.95 \text{ cm}^2$$

Usando varillas de $5/8$ " de diámetro, con una área de 1.98 cm^2 , se tiene:

$$\text{Número de Varillas} = \frac{32.95}{1.98} \approx 17 \text{ Vs.}$$

En el sentido transversal, se armará para absorber los esfuerzos por cambio de Temperatura, de donde:

$$A_s = 0.003 \times 240 \times 40 = 28.80 \text{ cm}^2$$

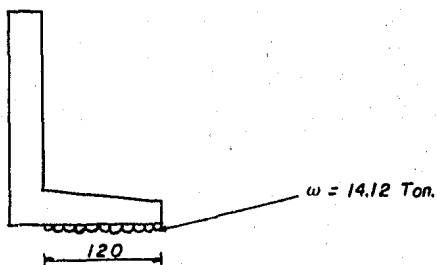
Usando varillas de $1/2$ " de diámetro, con una área de 1.27 cm^2 y colocando éste acero en dos lechos, se tiene:

$$\text{Número de Varillas} = \frac{28.80}{2 \times 1.27} = 11 \text{ Vs.}$$

$$\text{Separación} = \frac{100}{11} \approx 10 \text{ cm.}$$

ARMADO DE LA ZAPATA

Cálculo del Momento:



$$M = \frac{w L^2}{2} = \frac{14.12 \times (1.20)^2}{2} = 1'016,640.00 \text{ Kg-cm.}$$

Calculando el peralte efectivo "d" de la zapata con la fórmula:

$$d = \sqrt{\frac{M}{k \cdot B}}$$

donde:

k = valor obtenido apartir de las Tablas del A.C.I
con un valor de k = 12.15

B = ancho de la zapata, en cm.

por lo tanto:

$$d = \sqrt{\frac{1'016,640.00}{12.15 \times 100}}$$

$$d = 28.93 \text{ cm.}$$

por lo cual cumple con la altura supuesta de la zapata.
calculando el contenido del acero con la fórmula:

$$A_s = \frac{M}{f_s \cdot j \cdot d} = \frac{1'016,640.00}{2100.00 \times 0.90 \times 28.93}$$

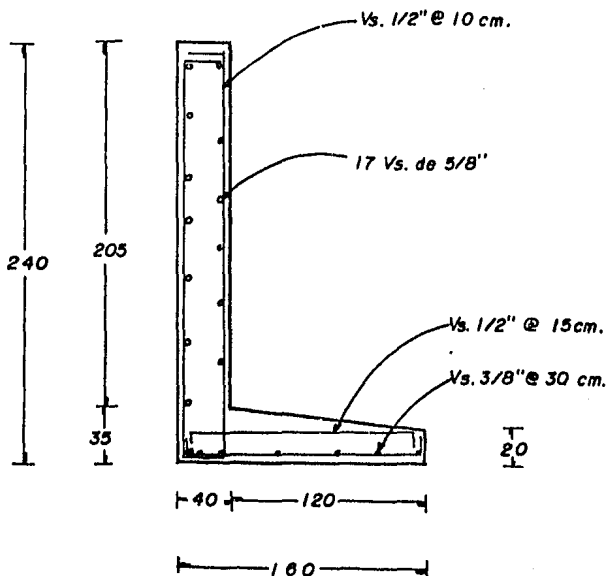
$$A_s = 18.59 \text{ cm}^2$$

Usando varillas de 1/2" de diámetro, con una área de 1.27 cm² y colocando éste acero en dos lechos, se tiene:

$$\text{Número de Varillas} = \frac{18.59}{2 \times 1.27} = 7 \text{ Vs.}$$

$$\text{Separación} = \frac{100}{7} \approx 15 \text{ cm.}$$

En el sentido transversal se colocarán varillas de 3/8" a cada 30 cm. Ver el siguiente dibujo del armado.



Para el análisis del TV-3, se armara igualmente al mismo tipo del armado del TV-1, dado que tienen las mismas características.

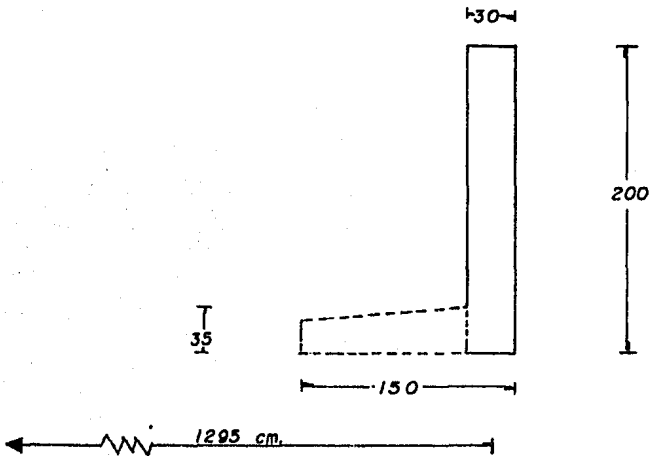
1.5.2.- ANALISIS PARA EL TV-4

DATOS:

Peso específico del producto Diáfano.	0.84 T/m ³
Peso específico del agua.	1.00 T/m ³
Peso volumétrico de concreto reforzado.	2.40 T/m ³
Peso volumétrico del material de relleno.	1.90 T/m ³
Peso de la pared lateral de acero y de la fracción de techo soportada por metro lineal en Ton/m.	1.05 T/m
Peso propio del Tanque.	39.00 Ton.
Volumen en litros.	1'590,000.00 Lts.
Area, en m ²	131.71 m ²
Perímetro, en m.	40.68 m.

ANALISIS POR CARGAS ESTATICAS

Se supone un ancho del muro de 30 cm. y una altura de 2.00 mt.



Revisión del ancho del muro de acuerdo a las Normas para Proyecto de Obras de Petróleos Mexicanos:

$$b = \frac{100 \times 1.05}{0.84 \times 12.19 / 2 + 2.0 (1.9 - 2.4)}$$

$$b = 25.48 \text{ cm.}$$

Por lo tanto, dejaremos el ancho mínimo que marca las Normas de Petróleos Mexicanos, que es de 30 cm.

CALCULO DE LAS CARGAS ESTATICAS

Peso del concreto.

$$W_c = 40.68 \times 0.30 \times 2.00 \times 2.40 = 58.58 \text{ Ton.}$$

Peso del producto.

$$W_p = 1,590.00 \text{ m}^3 \times 0.84 \text{ T/m}^3 = 1,335.60 \text{ Ton.}$$

Peso Total de las cargas estáticas.

$$W_t = 58.58 + 1,335.60 + 39.00 = 1,433.18 \text{ Ton.}$$

Por lo tanto los esfuerzos, son :

$$f = \frac{1433.18 \text{ Ton.}}{131.71 \text{ m}^2} = 10.88 \text{ T/m}^2 < 47.17 \text{ T/m}^2$$

Por lo cual son menores, a los de la capacidad de Carga del terreno, lo cual es aceptable.

REVISION POR LAS CARGAS HIDROSTATICAS.

$$W_h = 1,590.00 \text{ m}^3 \times 1.00 \text{ T/m}^3 = 1,590.00 \text{ Ton.}$$

Peso total con las cargas hidróstáticas.

$$W_{th} = 1,590.00 + 58.58 + 39.00 = 1,687.58 \text{ Ton.}$$

Los esfuerzos son:

$$f = \frac{1,687.58 \text{ Ton.}}{131.71 \text{ m}^2} = 12.81 \text{ T/m}^2 < 47.17 \text{ T/m}^2$$

Por lo tanto los esfuerzos son menores a la capacidad del terreno, lo cual es aceptable por las cargas Hidróstáticas.

REVISION POR SISMO

La fuerza cortante horizontal en la base es:

$$F_B = 0.16 \times 1,433.18 = 229.31 \text{ Ton.}$$

aplicando la fórmula de la escuadría:

$$P_S = \frac{W_t}{A} \pm \frac{M_S}{S}$$

de donde:

$$M_S = \frac{229.31 \times 12.76}{2} = 1,463.00 \text{ Ton-m.}$$

$$S = \frac{\times 12.95^3}{32} = 213.21 \text{ m}^3$$

por lo tanto:

$$P_S = \frac{1,433.18}{131.71} \pm \frac{1,463.00}{213.21}$$

$$P_{S1} = 17.74 \text{ T/m}^2$$

$$P_{S2} = 4.02 \text{ T/m}^2$$

REVISION POR VIENTO

Las presiones debido al viento es:

$$p = 0.0048 \times 0.88 \times 1.43 \times 120^2 = 86.98 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{El área de empuje} = 12.76 \times 12.95 = 165.24 \text{ m}^2$$

por lo tanto:

$$W = 165.24 \times 86.98 = 14.372 \text{ Ton.}$$

aplicando la fórmula de la escuadría:

$$P_V = \frac{W_t}{A} \pm \frac{M_V}{S}$$

de donde:

$$M_v = \frac{14.372 \times 12.76}{2} = 91.69 \text{ Ton-m.}$$

$$P_v = \frac{39.00}{131.71} \pm \frac{91.69}{213.21}$$

$$P_{v1} = 0.73 \text{ T/m}^2$$

$$P_{v2} = -0.13 \text{ T/m}^2$$

Por lo cual son menores a la capacidad de carga del terreno.

Capacidad de carga para falla general:

$$Q = 47.17 \text{ T/m}^2 \times (131.71 \text{ m}^2) = 6,212.76 \text{ Ton.}$$

Factor de Seguridad:

$$F_s = \frac{6,212.76}{1,687.58} = 3.68$$

CALCULO DEL EMPUJE ACTIVO

El Empuje Activo se calcula, de acuerdo al método semiempírico de Terzaghi:

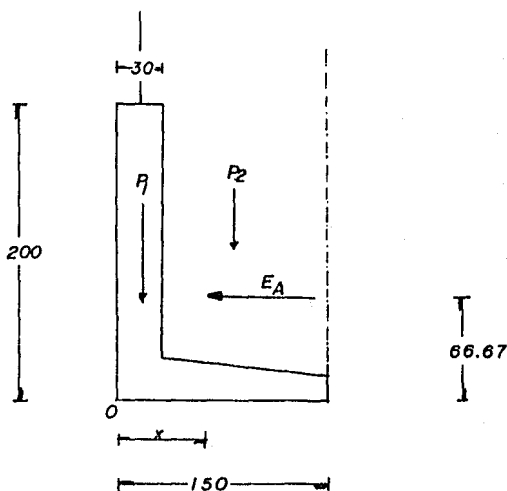
$$E_A = \frac{1}{2} K_H H^2 + C Q$$

$$E_A = \frac{1}{2} 0.72 \times 2.00^2 + 0.39 \times 17.74$$

$$E_A = 8.36 \text{ Ton.}$$

DETERMINACION DE LAS FUERZAS QUE ACTUAN Y LA POSICION DEL CENTROIDE.

En el siguiente dibujo, se muestran las posiciones de las fuerzas que actuan.



Fuerzas:

$$P_1 = 2.00 \times 0.30 \times 2.40 = 1.44 \text{ Ton.}$$

$$P_2 = 2.00 \times 1.20 \times 0.72 + 12.19(1.50-0.15) \times 0.84$$

$$P_2 = 18.19 \text{ Ton.}$$

Tomando Momento con respecto al punto O.

$$M_0 = 1.44 \times 15 + 18.19 \times 90 - 8.36 \times 67$$

$$M_0 = 1,098.58 \text{ Ton-cm.}$$

por lo tanto:

$$x = \frac{M_0}{P_1 + P_2} = \frac{1,098.58}{19.63} = 55.96 \text{ cm.} > 50.00 \text{ cm.}$$

Por lo tanto pasa por el tercio medio de la zapata, por cual no existe volteamiento.

ARMADO DEL MURO

La Tensión se calcula de acuerdo a las Normas de Pemex.

$$T = \frac{8.36 \times 12.95}{2} = 54.13 \text{ Ton-m.}$$

por lo tanto el área del acero:

$$A_s = \frac{54.13}{2.10} = 25.78 \text{ cm}^2$$

Usando varillas de $5/8''$ de diámetro, con una área de 1.98 cm^2 , se tiene:

$$\text{Número de Varillas} = \frac{25.78}{1.98} \approx 13 \text{ Vs.}$$

En el sentido transversal, se armará para absorber los esfuerzos por cambio de Temperatura, de donde:

$$A_s = 0.003 \times 200 \times 30 = 18 \text{ cm}^2$$

Usando varillas de $1/2''$ de diámetro, con una área de 1.27 cm^2 y colocando esté acero en dos lechos, se tiene:

$$\text{Número de Varillas} = \frac{18}{2 \times 1.27} \approx 7 \text{ Vs.}$$

$$\text{Separación} = \frac{100}{7} \approx 15 \text{ cm.}$$

ARMADO DE LA ZAPATA

Cálculo del Momento.

$$M = \frac{w L^2}{2} = \frac{17.74 \times (1.20)^2}{2} = 1'277,280.00 \text{ Kg-cm.}$$

Calculando el peralte efectivo "d" de la zapata con la fórmula:

$$d = \sqrt{\frac{1'277,280.00}{12.15 \times 100}} = 32.42$$

por lo cual cumple con la altura supuesta de 35 cm.

Alculando el contenido del acero:

$$A_s = \frac{1'277,280.00}{2100.00 \times 0.90 \times 32.42} = 20.84 \text{ cm.}$$

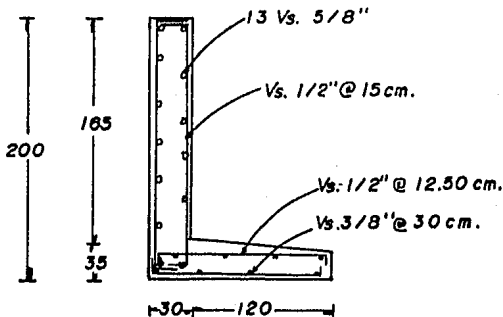
Usando varillas de 1/2" de diámetro, con una área de 1.27 cm² y colocando esté acero en dos lechos, se tiene:

$$\text{Número de Varillas} = \frac{20.84}{2 \times 1.27} = 8 \text{ Vs.}$$

$$\text{Separación} = \frac{100}{8} \approx 12.50 \text{ cm.}$$

En el sentido transversal se colocarán varillas de 3/8" a cada 30 cm. Ver el siguiente dibujo.

Para el análisis del TV-2, se armara igualmente al TV-4 en el plano No. 5, se encuentran los detalles del armado.



C A P I T U L O I V

E J E C U C I O N D E O B R A

El procedimiento constructivo de la cimentación de los Tanques, se realizará de acuerdo a las Normas Constructivas de Pemex. Los pasos a seguir para la realización de la obra son:

- 1.- Trazo y Nivel
- 2.- Despalse
- 3.- Excavación
- 4.- Plantilla
- 5.- Colocación del Acero
- 6.- Cimbra
- 7.- Elaboración del Concreto y Vaciado
- 8.- Relleno

1.- TRAZO Y NIVEL.

Mediante una brigada de Topografía, se dan el Trazo y el Nivel y se procede a determinar los ejes de construcción y los específicos de la cimentación.

Se dan los Niveles de Proyecto (Ver Plano No. 5), son los datos contenidos en los planos constructivos, referidos al banco de nivel, el cual se fijará en el terreno mediante una mojonera de concreto con una varilla o una saliente que define el punto, este es fijo, notable e invariable.

Una vez realizado el trabajo de Trazo y Nivelación se procederá a cuantificarlo y a realizar la Estimación correspondiente para cubrir el importe de la obra efectuada.

El Trazo y Nivelación de ejes de construcción se considera por m^2 , con aproximación de una decimal, el área total de los 4 Tanques es $885.22 m^2$.

2.- DESPALME

Una vez terminado con el Trazo y Nivelación se procederá con el Despalme que es la extracción y retiro de la capa superficial del terreno natural que por sus características es inadecuada para emplearse en la construcción.

Los despalmes se ejecutarán únicamente en material "A" que es el material poco o nada cementado, que puede ser manejado eficientemente sin ayuda de maquinaria, aunque éste se utiliza para obtener mayores rendimientos y se considerarán como material "A" los suelos Agrícolas, los limos, las arenas y cualquier material blando o suelto con partículas hasta de 7.5 centímetros .

Los Despalmes se medirán tomando como unidad el metro cúbico aproximado a la unidad . En ningún caso se considerará abundamiento para cuantificar el volumen de despalmes. El volumen que se movió de los 4 Tanques fué de $1062.26 m^3$.

3.- EXCAVACION

El siguiente paso constructivo, después de haber extraído y retirado el material de la capa superficial se procede

rá con la Excavación que es la extracción de materiales ejecutada a cielo abierto, para alojar cimentaciones, lo cual queda alojada abajo del terreno natural.

Los materiales excavados se clasifican, de acuerdo con la dificultad que presenten para su extracción, en material "A", material "B" y material "C" el criterio para clasificar los materiales será el siguiente.

a) Material "A": es el poco o nada cementado, que puede ser manejado eficientemente sin ayuda de maquinaria, se considerarán como material "A" los suelos Agrícolas, limos y cualquier material blando o suelto con partículas hasta 7.5 cm.

b) Material "B": es aquel que puede excavar a mano, pero por sus características, solo puede ser excavado y cargado eficientemente con maquinaria. Se considerarán como material "B" las rocas muy alteradas, los conglomerados medianamente cementados, las areniscas blandas, los tepetates y las piedras sueltas menores de 75 centímetros y mayores de 7.5 centímetros.

c) Material "C": es el que sólo puede ser excavado mediante el empleo de explosivos. Se consideran como material "C" las rocas basálticas, areniscas y conglomerados fuertemente cementados, calizas, riolitas, granitos, andesitas sanas y las piedras sueltas mayores de 75 centímetros.

A los materiales que por sus características no puedan ser considerados totalmente dentro de una de las clasificación anteriores, se les fijarán una clasificación intermedia

asignándoles porcentajes de material "A", "B" y "C" como fué en el caso de la Planta de Almacenamiento de Cuautla, que se les asigno un porcentaje de 40 y 60 % en material "B" y "C". El volumen excavado fue de 157.95 m³ de material "B" y 236.93m³ de material "C".

4.- PLANTILLA

Una vez terminado la excavación se proseguirá a realizar, la colocación de la plantilla que son las capas de concreto o de material inerte cementado, sobre las cuales se desplantan las cimentaciones de las estructuras. Sirven como piso de trabajo y como elemento de nivelación del fondo de las excavaciones. Las plantillas generalmente son de concreto pobre con una proporción, cemento-arena-grava 1:4:6 en volumen para obtener una resistencia aproximada de 100 Kg/cm² a los 28 días.

Antes de colocar la plantilla, el fondo de la excavación debe estar libre de basura, piedra o cualquier objeto que pueda alterar la calidad o el acabado del trabajo y se humedecerá con agua.

La plantilla se tenderá al día siguiente, a más tardar de terminación el tramo de excavación correspondiente para evitar que el terreno sea afectado por el intemperismo.

Las plantillas de concreto pobre, se nivelará con regla y se compactarán con pisón o con la misma regla. El uso del pisón es adecuado cuando el concreto alcanza consistencia plástica, antes de que fragüe.

El espesor de la plantilla de concreto será de 5 a 10 cm. máximo y se medirán por metro cuadrado para su efecto de pago. El área total es 318.68 m².

5.- COLOCACION DEL ACERO DE REFUERZO

El siguiente paso constructivo, después de haber colocado la plantilla será la colocación del acero de refuerzo que es aquel que se coloca ahogado en la masa de concreto para tomar los esfuerzos debidos a cargas, contracciones por fraguado y cambios de temperatura.

Las varillas que se reciben en la obra deberán clasificarse por diámetros y almacenarse bajo un cobertizo, colocada sobre tarimas o polines para aislarse del terreno natural

Antes de su corte y habilitado, se examinarán que las varillas no esten dañadas por golpes, o deformaciones, por un largo período de almacenamiento. La superficie debe estar libre de lodo, aceite, pinturas u otros materiales que impidan o disminuyan la adherencia del concreto.

Se permitirá la presencia de óxido y escamas ligero, se considera como ligeros siempre y cuando al limpiar las varillas con cepillos de alambre no se alteren las dimensiones ni del peso mínimo especificado.

Las varillas deberán corresponder a la clase de diámetro y número indicados (Ver Plano No. 5). Todo el acero deberá estar sujeto con amarres de alambre recocido. Los separadores para dar el recubrimiento al acero deberán ser cubos de mortero o concreto y silletas de acero y deberán

usarse para este objeto gravas, trozos de madera o pedazos de metal diferente del acero.

El volumen empleado para los cuatro tanque esta indicado en el Plano No. 5 .

6.- CIMBRA

Después de haber colocado el acero se prosiguirá con la cimbra que es una estructura temporal, empleada para soportar el concreto fresco durante el tiempo que éste tarda en alcanzar una resistencia determinada. La selección de los materiales se hará tomando en cuenta la seguridad de la construcción, la economía y el tipo de acabado, como en éste caso se utilizará hojas de triplay para obtener un acabado aparente del muro de la cimentación.

La cimbra deberá construirse conforme al Plano No. 5 donde están anotados claramente la localización, niveles y dimensiones de las formas, el espesor de las paredes y la rigidez de los moldes deberán ser tales que la cimbra conserve su forma y posición durante su uso y además las formas estarán proyectadas para desmantelarse con facilidad para no dañar el concreto durante su retiro.

La cimbra se recubrirá con aceite mineral o grasa antes de cada uso, para evitar la adherencia de la mezcla. Y antes de colocar el concreto deberá estar limpios de tierra, basura o cualquier material suelto cuya presencia sea accidental y por lo consiguiente no tenga ninguna función que desempeñar en la estructura y se humedecerá la cimbra inmediatamente antes del vaciado del concreto.

El retiro de la cimbra se hará evitando choques y vibraciones que dañen en cualquier forma al concreto. Durante el retiro de la cimbra no se permitirán cargas de construcción en la zona descimbrada.

Los tiempos mínimos de descimbrado después de colocado el concreto será de 36 hrs. de acuerdo a las Normas de Pemex y se dejarán puntales hasta alcanzar el concreto la resistencia del proyecto.

Para el concepto de pago, de acuerdo al Tabulador de Petróleos Mexicanos, marca para cerchas mayores de 10 Mts. de diámetro y será por metro cuadrado.

7.- ELABORACION DEL CONCRETO Y VACIADO

El siguiente paso después de haber construido la cimbra se proseguirá con la elaboración del concreto, que es una mezcla de cemento Portland, arena, grava natural o piedra triturada y agua, dosificados en diferentes proporciones, que constituyen inicialmente una masa plastica que se adapta a cualquier forma o molde.

Las operaciones fundamentales para la elaboración del concreto son:

- A).- Dosificación
- B).- Mezclado
- C).- Transporte
- D).- Colocación

A) DOSIFICACION.- Puede hacerse por volumen o por peso, el proporcionamiento de los materiales depende del proceso escogido y de las normas o especificaciones que ha de satisfacer el concreto. Cuando el cemento se dosifique pesándolo directamente, se deberá comprobar periódicamente, mediante calibración con pesos conocidos, que el equipo pesador cumpla con la aproximación requerida que es de uno por ciento.

Esta comprobación debe realizarse diariamente, antes de iniciarse las operaciones de colado, deberá ajustarse la escala de pesadas de manera que marque cero estando el equipo sin carga.

B) MEZCLADO.- Cuando el pesado e incorporación de los ingredientes a la revolvedora se hace con equipo mecanizado, operado ya sea manual o automáticamente, se procederá en la forma que se indica a continuación:

Los materiales componentes del concreto (cemento, agregados, agua y aditivos si hay algunos serán cargados a la revolvedora en forma por separados, incorporándose a la revolvedora del 5 al 10 por ciento del agua de mezclado, posteriormente y en forma simultánea introduzcase la arena y el cemento inmediatamente después, otro 5 ó 10 por ciento del agua de mezclado y a continuación los agregados gruesos junto con el agua de mezclado restante, la cual terminará de agregarse cuando mucho al completarse el 25 por ciento del tiempo de mezclado que no debe ser menor al 1.5 minutos para una mezcla de 1.00 m³

En casos que se utilizen aditivos se incorporarán a la revolvedora en estado líquido vertiéndolos por separados pero en forma simultánea con el agua de mezclado.

C) TRANSPORTE.- El concreto será trasladado de la revolvedora a su posición final tan pronto como sea posible, siguiendo métodos que prevengan la segregación o la pérdida de ingredientes para asegurarse que se mantendrá la calidad requerida del concreto. El concreto podrá transportarse por cualquiera de los métodos señalados a continuación de acuerdo con los siguientes señalamientos:

1.- Carretillas y Vagonetas. Se podrán utilizar en el transporte a distancia cortas, de volúmenes reducidos de concreto de consistencia plástica o semiplástica. Las carretillas estarán provistas de llantas neumáticas para reducir el efecto de las vibraciones.

2.- Camiones de Volteo de caja normal de caja especial para concreto y camiones mezcladores y agitadores. Sólo se permitirá el transporte del concreto en camiones de volteo, si las cajas son estancas y de forma adecuada, las distancias limitadas y las mezclas de consistencia plástica o semiplástica. En casos en que se requiera transportar concreto a distancias largas que impliquen tiempos de acarreo prolongados, se emplearán camiones mezcladores o agitadores.

3.- Botes para concreto. Este método se empleará en el transporte de mezclas relativamente secas permitiendo hacer el

traslado prácticamente sin segregación. Las capacidades de los botes varían entre 1.0 y 10.0 m³, empleándose los de menor capacidad en trabajos de concreto estructural y los mayores en los de concreto en masa.

D) COLOCACION.- En la colocación del concreto se pondrá especial énfasis en evitar una segregación objetable. Para evitar la segregación, el concreto se depositará, tan cerca como sea práctico, de sus posición final y se evitará que fluya lateralmente una distancia superior a un metro. No se permitirá que el concreto se deslice en cierto ángulo, o se deposite continuamente en un punto para que fluya por toda la cimbra, debido a que en estos casos el agregado grueso y el mortero tienden a separarse. Si el concreto está confinado lateralmente ya sea por cimbras o por cualquier otro medio, hay una tendencia del agregado grueso a decantarse y de las partículas más finas y del agua a subir. Para evitar esta segregación en colados profundos, a medida que el nivel se eleva, se utilizarán mezclas más secas.

En el colado del muro se puede requerir de tolvas y ductos para bajar el concreto. Si el concreto de todo el elemento puede colocarse en un tiempo tal que el mortero adherido en las cimbras y en el acero de refuerzo no se haya secado antes de concluir la colocación, no será necesario el empleo de estos dispositivos; en caso contrario su empleo será indispensable para evitar las incrustaciones.

Se deberá evitar cuando esto sea posible, que se camine sobre concreto fresco, así como sobre el acero de refuerzo.

En la fig. No. 3 se presenta descripciones de los métodos correctos y de los métodos no adecuados de colocar el concreto en cimbras estrechas y profundas.

8.- RELLENO

El último paso constructivo, después de haber retirado la cimbra y haber esperado el tiempo mínimo para alcanzar la resistencia del concreto se procederá con el Relleno del Tanque. El Relleno se formará tendiéndolo en capas sensiblemente horizontales a todo lo ancho de la sección. Las capas del material suelto será de un espesor aproximadamente de 30 cm. y que permita obtener la compactación especificada en todos los puntos, que es de 90 %, aplicando la prueba Proctor Modificada. Tomando en cuenta que los últimos 15 cm. del Relleno se hará con arena limpia bien graduada (Ver Plano No. 5)

Y por último para la terminación de la cimentación del Tanque, se tenderá una carpeta asfáltica con material pétreo con un espesor de 5 cm. arriba de la arena, dándole la pendiente del 1 %, como se muestra en el Plano No. 5.

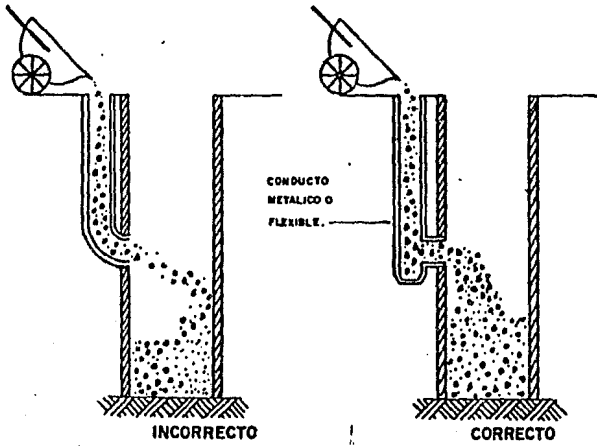
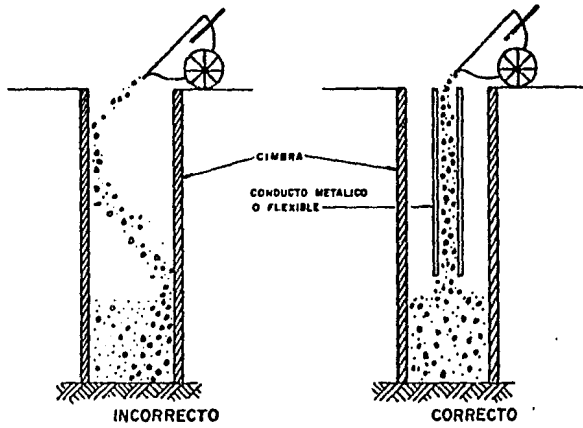


Figura No 3

**PROCEDIMIENTO PARA VACIAR CONCRETO
EN CIMBRAS ESTRECHAS Y PROFUNDAS.**

C A P I T U L O V

M O N T A J E Y A R M A D O D E T A N Q U E S C I L I N D R I C O S V E R T I C A L E S

1.- GENERALIDADES DE SOLDADURA.

Los aspectos más importantes para tener las nociones a cerca de la soldadura, son los siguientes:

- a).- La soldadura por su forma y función
- b).- La soldadura por su procedimiento de efectuarla
- c).- La soldadura por su proceso

a).- Por su forma y función:

Soldadura de filete. Soldadura de sección triangular que une dos superficies a 90° aproximadamente una de otra, en juntas a traslape, T. o junta de rincón.

Soldadura de filete completo. Soldadura de filete cuyo tamaño es igual al espesor del elemento más delgado por unir.

Soldadura de ranura. Soldadura hecha en una ranura entre dos elementos por unir.

Soldadura de sello. Toda soldadura utilizada principalmente para obtener hermeticidad.

Soldadura de tapón. Soldadura circular hecha a través del agujero de un elemento de una junta a traslape o T., que une ambos elementos. Las paredes del agujero pueden o no ser paralelas y el agujero podrá ser parcial o completamente relleno con el metal de soldadura.

b).- Por su procedimiento de efectuarla:

Soldadura automática. Soldadura con equipo, el cuál realiza la operación total de soldado sin la observación y ajuste constante de los controles, por un operador. El equipo podrá o no ejecutar la carga o descarga del material; llamándose operador, a la persona que maneja las máquinas o equipo automático para soldadura.

Soldadura semi-automática de arco. Soldadura de arco con equipo, que controla únicamente la alimentación del metal de aporte. El avance de la soldadura es controlado manualmente por un soldador.

Soldadura manual. Soldadura en dónde la operación total de soldado es realizada y controlada por un soldador; entendiéndose por soldador, la persona capacitada para ejecutar la operación manual de soldadura.

c).- Por su proceso:

Soldadura con arco. Grupo de procesos de soldadura, donde de la fusión es producida por el calentamiento mediante uno o varios arcos eléctricos, con o sin la aplicación de presión y con o sin el uso de metal de aporte.

Soldadura con arco gas-tungsteno. Proceso de soldadura donde la unión es producida por el calentamiento mediante un arco eléctrico formado entre un electrodo de tungsteno (no consumible), y el metal base. La protección se obtiene de un gas, o mezcla de gases (que puede contener un gas inerte), y

con o sin el uso de presión y metal.

Soldadura con arco metal protegido. Proceso de soldadura donde la unión es producida por el calentamiento mediante un arco eléctrico entre el electrodo metálico cubierto, y el metal base. La protección de la soldadura es producida por la descomposición de la cubierta del electrodo. En este proceso no se utiliza presión y el metal de aporte es obtenido del electrodo.

Soldadura de arco metálico con gas. Proceso de soldadura donde la fusión es producida por el calentamiento, mediante un arco eléctrico entre el metal de aporte y el metal base. El medio de protección es un gas o mezcla de gases, (que puede contener un gas inerte, o una mezcla de gas y fundente).

Soldadura de arco plasma. Proceso de soldadura de arco tungsteno-gas, donde la fusión es producida por el calentamiento de un arco, restringido entre un electrodo y el metal base, (arco transferido). La protección se obtiene de un gas caliente ionizado, que fluye por el orificio de la boquilla, el cual puede ser complementado con una fuente auxiliar de gas protector. Este gas protector puede ser un gas inerte, o una mezcla de gases, pudiendo o no aplicarse presión, y pudiendo o no usarse metal de aporte.

Soldadura con arco sumergido. Proceso de soldadura donde la fusión es obtenida del calor producido por arcos eléctricos entre electrodos desnudos de metal, y el metal base. La sol-

dadura es protegida por una capa de material granular fusible, colocado sobre el metal base. En este proceso no se utiliza presión, y el metal de aporte es obtenido del electrodo y algunas veces, de una barra de soldadura suplementaria.

Soldadura con gas. Procesos de soldadura donde la fusión se produce por el calentamiento con flama de gas, con o sin la aplicación de presión y metal de aporte.

Soldadura con oxiacetileno. Proceso de soldadura con gas, en dónde la fusión se obtiene mediante el calentamiento con una o más flamas de gas, obtenidas de la combustión del acetileno con el oxígeno, y con o sin la aplicación de presión y de metal de aporte.

En la Figura No. 4, se muestra la simbología de soldadura, modo de aplicación, tamaño, etc.

2.- EQUIPO PARA EL ARMADO DE TANQUES

Antes de empezar con el armado del tanque se debe tener el equipo necesario para poder armar el tanque, el equipo utilizado en la construcción de los tanques es el siguiente:

- a).- Máquinas de soldar
- b).- Equipo de oxiacetileno
- c).- Winches o grúas
- d).- Cepillos de alambre de acero
- e).- Esmeriles
- f).- Accesorios para el armado

SIMBOLOS DE SOLDADURA

CORDON FILETE		TIPO DE SOLDADURA						SOLDADURA DE CAMPO		SOLDADURA EN TUBO	
		MANERA DE LAS PIEZAS		TARCA		DE TUBO		ALFILER			

LOCALIZACION DE SOLDADURAS		
LADO MAS CERCAÑO	LADO MAS LEJANO	AMBOS LADOS
<p>VEASE NOTA 1 1. DIMENSION</p>	<p>2. DIMENSION</p>	<p>3. DIMENSION 4. LONGITUD DEL CORDON 5. DIRECCION DE LA FLECHA 6. PASO DE LOS CORDONES</p>

FIGURA No. 4

- 1.-EL LADO DE LA JUNTA PARA EL CUAL SEÑALA LA FLECHA, ES EL LADO MAS CERCAÑO; Y EL LADO OPUESTO A ESTE ES EL LADO MAS LEJANO.
- 2.-LAS SOLDADURAS DEL LADO MAS CERCAÑO Y DEL LADO MAS LEJANO, SE HARAN DEL MISMO TAMAÑO A MENOS DE QUE SE INDIQUE DE OTRA MANERA.
- 3.-LOS SIMBOLOS SE APLICAN: ENTRE DOS CAMBIOS DE ESCALAS EN LA DIRECCION DE LA SOLDADURA, O EN LA EXTENSION DE LA INDICACION DE SOLDADURA POR MEDIO DE UN SOMBRADO, O TODO A LO LARGO DE LA LINEA, EN DONDE SE MARCAN LAS DIMENSIONES, EXCEPTO CUANDO SE USA EL SIMBOLO DE "TODOS ALREDEDOR".
- 4.-TODAS LAS SOLDADURAS SERAN CONTINUAS Y DE LAS DIMENSIONES QUE SE HAYAN ACEPTADO, SI NO SE INDICA DE OTRA MANERA.
- 5.-LA COLA DE LA FLECHA SE USA PARA ANOTAR ESPECIFICACIONES O CUALQUIER OTRA REFERENCIA, (ESTA COLA PODRA SER OMITIDA CUANDO NO SE HACE NINGUNA REFERENCIA)
- 6.-CUANDO SE USA EL SIMBOLO PARA LA SOLDADURA EN RANURA, EN BISEL O EN V, LA FLECHA DEBERA INDICAR CON UN QUIEBRE BIEN MARCADO HACIA LA PIEZA QUE SERA BISELADA (EN LOS CASOS EN QUE CLARAMENTE SE VE CUAL ES LA PIEZA POR BISELAR, PUEDE OMITIRSE EL QUIEBRE DE LA FLECHA).
- 7.-LAS DIMENSIONES DE LAS SOLDADURAS, LOS INCREMENTOS Y LOS ESPACIAMIENTOS SE INDICARAN EN MILIMETROS.
- 8.-PARA INSTRUCCIONES MAS DETALLADAS EN EL USO DE ESTOS SIMBOLOS VEASE LA NORMA DE SOLDADURA, PUBLICADA POR LA SOCIEDAD AMERICANA DE SOLDADURA.

Descripción:

a).- Máquinas de soldar.- Estas serán de 200 a 300 amperes, las cuales servirán para puntear y soldar, utilizando de preferencia las de 300 amperes debido a que en algunas ocasiones es necesario quemar electrodos de 3/16" o de 1/4" de diámetro, dependiendo del espesor de las láminas que se vayan a soldar.

b).- Equipo de oxiacetileno.- Estos servirán para hacer los cortes que sean necesarios y también para los trabajos de pailería que necesite el tanque.

c).- Winches o grúas.- Será este equipo el encargado de la maniobra del material, el acarreo de las laminas o piezas de donde estén estibados a la colocación, que lleven las partes del tanque que viene siendo el armado.

d).- Cepillos de lambre de acero. Estos cepillos de acero sirven para hacer la limpieza de la junta que está por soldar.

e).- Esmeriles.- Estos se utilizarán para rebajar o esmerilar lo que sea necesario, así como los chaflanes de las placas o el arcayado.

f).- Accesorios para el armado. La experiencia ha demostrado que mediante el empleo de algunos accesorios especiales se ha logrado mayor facilidad y exactitud en el armado.

Existen infinidad de accesorios en forma y tamaños variables pero los más comunmente usados con magníficos resultados en las industria petrolera son:

Candado para lámina.
Tuercas u orejas.
Punzones.
Placas separadoras o clip.
Placas de conformación.
Perros para el manejo de láminas.
Barras para armado (24 " x 3/4 ").
Marros de 4 libras y marros de bola.
Cable de acero de 1 " de diámetro.
Puentes para dar rigidez.
Escuadras de varilla corrugada para andamios.

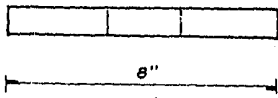
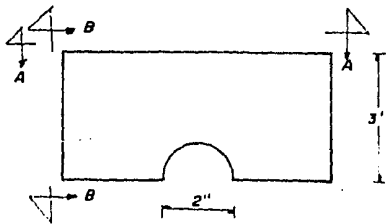
Las dimensiones de los accesorios antes mencionados son variables en sus dimensiones, pero los más comunmente usados son los siguientes: (Ver Figuras No. 5 y 6).

3.- PROCESO CONSTRUCTIVO DE ARMADO DE LOS TANQUES.

La instalación de los tanques comprende desde el estiba do del material el cual se pondrá cerca de la construcción para evitar más acarreos del debido y sobre todo, se maltra ten las piezas en general.

Las láminas del fondo y del techo se colocarán de tal forma que estas queden planas, para evitar las ondulaciones de las placas. Las del cuerpo o casco se pondrán de acuerdo con el rolado que estas tengan, y así no pierdan de acuerdo con el diseño de su forma. Los accesorios se pondrán junto a los materiales, así también la estructura del tanque.

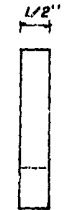
Todos los tanques se hacen de acuerdo con unos ejes car dinales, siendo estos ejes por lo general con respecto al



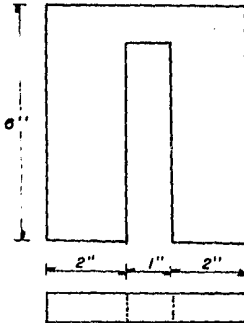
SECCION AA

Mat. Fierro

PLACA DE CONFORMACION

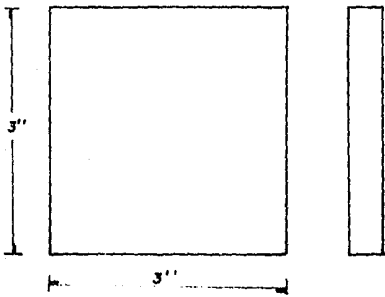
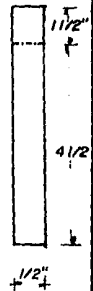


SEC. B B



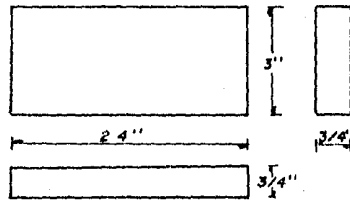
Mat. Fierro

PLACA PARA PUESTOS



Mat. Fierro

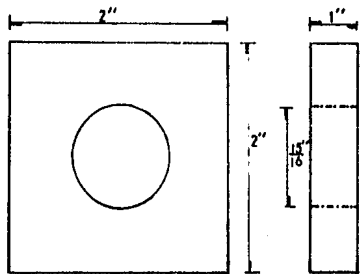
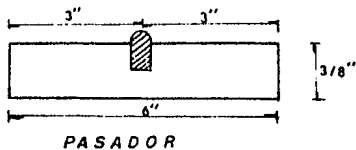
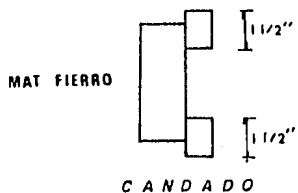
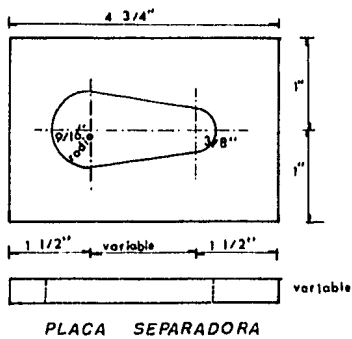
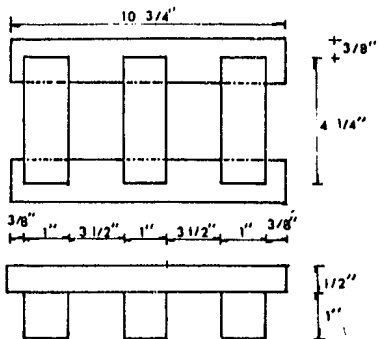
PLACA DE CONFORMACION



Mat. Fierro

BARRA PARA PUESTOS

FIGURA No. 5



TUERCA

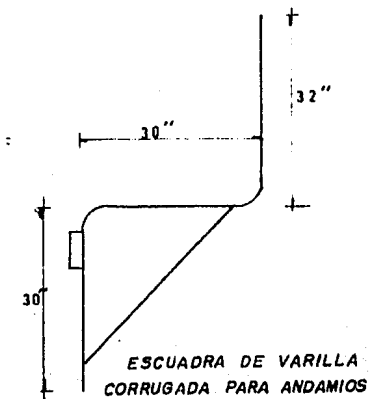
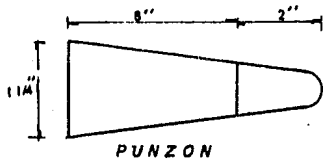


FIGURA No. 6

norte o al norte supuesto, se trazan en el terreno los puntos de referencia de los ejes para tener determinada la orientación del tanque.

El proceso constructivo para el armado e instalación de los tanques de 10,000 y 20,000 Bls. son los mismos, el procedimiento constructivo que describeremos será para los tanques de 20,000 Bls. que son:

- 1.- Armado del Fondo.
- 2.- Armado del Cuerpo o Casco.
- 3.- Armado de la Estructura.
- 4.- Armado del Techo.
- 5.- Colocación de Accesorios.

1.- ARMADO DEL FONDO.

Existen dos procedimientos para el armado del fondo; el primero corresponde al de "escurrimiento hacia el centro" y el segundo al de "escurrimiento hacia la periferia".

Generalizado, el empleo de cualquiera de los dos sistemas es bueno, ambos dan el mismo resultado debido a que por construcción la base del tanque tiene una pendiente del centro hacia la periferia.

La colocación de las placas del fondo puede hacerse con un winche, una pluma, una grúa o manualmente, resultando más rápido el armado con el empleo de la grúa.

Con la ayuda de una grúa se coloca la primera lámina rectangular en el centro de la base de tal manera que los ejes de la misma coincidan con los ejes marcados; se sigue el

tendido hacia uno u otro lado y en sentido del eje mayor de la lámina dando entre ellas el traslape especificado, hasta llegar a colocar las cuchillas o placas que forman la periferia. (Ver Plano No. 6).

Indistintamente el tendido puede seguir hacia uno u otro lado de la primera hilera de láminas y colocando luego la pieza más próxima a la central dejando su traslape indicado.

Tomando como referencia el centro de la primera lámina y empleando una cinta métrica "metálica" se vá checando el radio correspondiente al fondo y poniendo puntos de soldadura en los traslapes para irlo fijando.

Una vez terminada esta operación de fijación se marca con puntos el diámetro interior del tanque, referencia que nos servirá para ir colocando las placas de conformación para el fondo con el primer anillo.

Hay que hacer notar que debe de colocarse solamente una hilera de placas de conformación de preferencia las que corresponden al diámetro exterior.

Para tener un correcto asentamiento del primer anillo sobre el fondo, hay necesidad de efectuar un dobléz especial en los traslapes correspondientes a la periferia del fondo en el lugar donde asentará, dando hacia ambos lados una tolerancia apropiada. (Ver Plano No. 6).

3.2.- ARMADO DEL CUERPO O CASCO

El cuerpo o casco de un tanque cilíndrico vertical está formado por un número determinado de anillos los que a su vez

constan de otro determinado número de láminas. (Ver Plano No. 7). El número de anillos, así como las características de las láminas que los forman está en función del diámetro y capacidad del tanque.

Para la colocación de la lámina del cuerpo es necesario y muy útil contar con un balancín cuyas características dependen del peso de las láminas.



Para la colocación de las láminas correspondientes al casco se puede emplear una pluma o una grúa, haciendo notar que el empleo de la grúa es mucho muy favorable; el primer anillo puede ser colocado por un winche.

Para la colocación de la primera lámina correspondiente al primer anillo hay que tener cuidado que alguna de las costuras verticales no vayan a quedar precisamente en donde se encuentra localizado algún accesorio, como registro, boquillas y alguna de las costuras correspondientes al fondo.

Checado lo anterior y con la ayuda de la grúa, balancín y perros se procede a la colocación de la primera lámina; colocada ésta se hace llegar su cara exterior hasta que tope con las placas de conformación correspondientes al diámetro interior con lo cual la lámina queda aprisionada; antes de

retirar la grúa que se encuentra soportando la lámina, es necesario poner un puntal a ésta para que pueda sostenerse al quedar libre. Por facilidad y antes de colocar la lámina, es necesario soldarle las tuercas para los candados, es conveniente soldar tres tuercas repartidas para colocar tres candados a ambos lados.

Colocada la primera lámina, se procede a la colocación de la segunda, para lo cual es necesario soldarle antes las tuercas para los candados, dichas tuercas deben de soldarse de manera análoga con respecto a la primera lámina para que cheque bien a la hora de colocar el candado. Estando próximos los extremos que formarán una costura vertical se colocan entre los mismos las placas separadoras, se colocan las placas conformadoras de fondo y los 3 candados correspondientes, con lo cual queda ensamblada la primera con la segunda lámina. Es muy conveniente que la colocación de los candados con el lado exterior del tanque para tener una buena visibilidad con el operador de la grúa y para que el rebabeado interior sea mínimo.

De la misma forma expresada se van colocando todas las láminas que formarán el primer anillo hasta que se llegue al cierre del mismo. El siguiente paso consiste en conformar todas las verticales para retirar los candados.

El conformado de las verticales consiste en ir llevando a "paño" interiormente el lugar de ensamble de las láminas e ir soldando exteriormente las placas de conformación para el

cuerpo sin depositar NI UN SOLO PUNTO DE SOLDADURA en lo que es la costura vertical.

Efectuando lo anterior y previa localización se procede a abrir el agujero para el registro para tener libre acceso al interior.

La separación aproximada entre estas placas de conformación para el cuerpo debe de ser de 153 mm. (6") para que de rigidez y por consiguiente una buena conformación; según se van colocando estas placas en el exterior de la lámina, por el interior del tanque se va checando su diámetro con un escantillón.

Indudablemente que la cantidad de candados en una costura vertical está limitado por el ancho de la lámina, por tanto puede ser variable la cantidad de los mismos, pero siempre no menos de dos.

Teniendo la conformación del primer anillo, se checa bien el diámetro, perímetro y verticalidad de las láminas; efectuando lo anterior y con resultados satisfactorios se procede a colocar dos puentes en cada costura vertical internamente, estos puentes tienen la finalidad de no permitir el desealinamiento en las costuras cuando posteriormente se efectúe la soldadura.

Antes de la colocación de la primera lámina del segundo anillo hay que checar la posición correcta, es decir, el desplazamiento que llevará con respecto a las costuras verticales del primer anillo. (Ver Plano No. 7).

Antes de colocar la primera lámina correspondiente al segundo anillo hay que soldarle las tuercas para los candados en las verticales y al mismo tiempo soldarle tuercas en la horizontal para el amarre del primer anillo con el segundo. La cantidad de tuercas en la horizontal depende de la longitud de la lámina, pero bien pueden ser 3 ó 4 tuercas para igual número de candados.

Para poder trabajar en el armado del segundo anillo hay que colocar un andamiaje sobre la lámina del primer anillo o bien colocar un andamio tubular sobre el piso, por tanto, el empleo de este último tipo de andamio es el mejor ya que no hay soldar escuadras al tanque tanto en el exterior como en el interior.

De acuerdo con el desplazamiento indicado se procede a colocar la primera lámina del segundo anillo, estando próxima esta lámina a asentar sobre el primer anillo, se colocan las placas separadoras que pueden ser cuatro o cinco en la horizontal y se deja que la lámina a colocar asiente sobre las mismas, las que a su vez descansan sobre el primer anillo, efectuando lo anterior se procede a soldar las tuercas para el ensamble horizontal sobre la parte superior de las láminas del primer anillo y en mismo eje vertical que las soldadas en la lámina del segundo anillo; hecho lo anterior se colocan los candados para el ensamble horizontal. Es necesario apuntalar esta primera lámina por seguridad, ya que con el ensamble horizontal es capaz de sostenerse por sí misma.

Para la colocación de una segunda lámina, se repite la operación, es decir, soldar las tuercas, estando próximo a asentar la lámina se solocan las placas separadoras tanto horizontales como verticales, se asienta la lámina y se colocan los candados con lo cual queda amurrada la lámina tanto en la horizontal con el primer anillo así como la vertical con la lámina colocada anteriormente del anillo en erección.

La misma operación se repite hasta cerrar el anillo; posteriormente se conforman todas las verticales, terminando lo anterior se procede a la conformación de la horizontal sin poner punto alguno de soldadura en las costuras.

Para la colocación de un tercero, cuarto, etc. anillos se sigue el mismo procedimiento descrito.

Hay que tener especial cuidado en no maltratar los biseles de las láminas durante se manejo.

Una vez que se encuentra totalmente armado el casco del tanque, se procede a colocar el ángulo de refuerzo mismo que va sobre el último anillo.

Hay que hacer notar que una vez conformado el segundo anillo se puede empezar a soldar las costuras verticales correspondientes al primer anillo; conformado el tercer anillo se pueden soldar las costuras verticales del segundo anillo y posteriormente la costura horizontal entre el primer y segundo anillo; conformado el cuarto anillo se pueden soldar las costuras verticales correspondientes del tercer y posteriormente la costura horizontal entre el segundo y tercer anillo y así sucesivamente hasta terminar la soldadura.

Una vez que ha sido colocados los anillos, se puede igualmente a empezar a soldar el fondo, cuyo detalles se especifica posteriormente.

3.3.- ARMADO DE LA ESTRUCTURA

El procedimiento constructivo para el armado y montaje de la estructura son :

1.- Cuidadosamente localícese, trácese el círculo o círculos de la columna y marque la localización de las columnas sobre el fondo del tanque. Las columnas deben estar exactamente localizadas, como se muestra en el Plano No. 8 .

2.- Monte la primera línea exterior de columnas y traveses. Temporalmente soporte un extremo de esta trabe, usando la columna del centro.

En tanques con estructura de tres claros, temporalmente soporte esta trabe, con una columna del círculo intermedio, ya sea que amarre a la trabe al lado de la columna o solde una ménsula temporal al lado de la columna para soportar este extremo de la trabe a la elevación apropiada de manera que la columna temporal no interferirá con ningún larguero. (Ver Figura No. 7).

Tómese cuidado de que los largueros no estén doblados al manejarse, amontonarse o cargarse. Cualquier dobléz pronunciado debe ser enderezado. Enderécense todos los dobleces de patín.

3.- Elévense los largueros exteriores con el carrito para montaje. Con las conexiones soldadas, los extremos de los

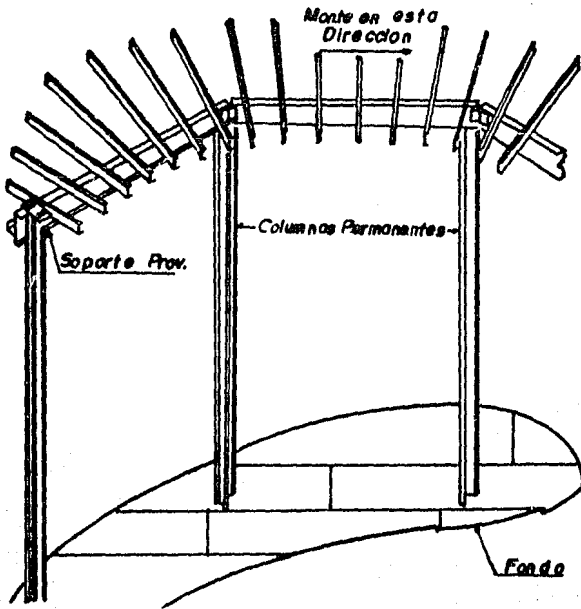
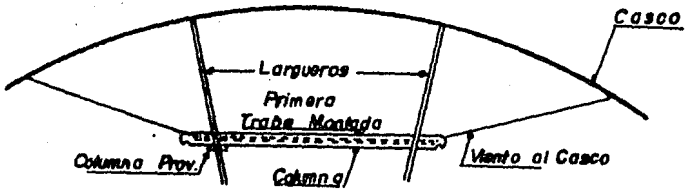


FIGURA No. 7

largueros a su dimensión correcta en los pasadores del cuerpo con el extremo interior, descansando sobre la trabe. Entonces atornille los extremos interiores de los largueros, a su dimensión correcta en los pasadores del ángulo de la trabe.

4.- Continúese hasta que los largueros sobre la primera trabe hayan sido atornilladas dentro de su posición. En caso de que sobresalgan los largueros exteriores, más allá de la trabe e interfiera con el carrito de erección, puede ser necesario aflojar la línea de seguridad en el frente de la plataforma del carrito y hacer que la gente trabaje con cinturones de seguridad. Si algún larguero interfiere con la torre del carrito de erección, puede ser necesaria la vuelta a colocar del carrito levemente, de manera que se arreglen estas trabes restantes. Antes de mover el carrito a la siguiente sección ténese el primer tramo al cuerpo para prevenir el espiraleo. Ajustense los tensores de manera que los largueros estén radiales. Plómense las columnas.

5.- Excepto el primer tramo, el carrito puede ser movido cuando los largueros hayan sido montados, pero no todos hechos en la trabe, si por lo menos se han hecho dos largueros cerca del extremo delantero de la viga y en cuerpo. Déjense los tensores en el primer tramo. Los tensores no se necesitan en los otros tramos. Esto permite la rápida erección de la estructura sin tener que esperar al ajustador para que ajuste los largueros a las marcas.

6.- Sólo después de que el último tramo exterior de trabes y columnas hayan sido montadas, se puede quitar el soporte

temporal, bajo la primera trabe. En caso de que esta columna temporal esté soportando la primera trabe a una elevación demasiado baja para hacer la última conexión de la trabe exterior, levántense con un gato.

7.- Móntese el tramo de estructura intermedio como sigue:

a).- Usese la columna central para soporte temporal de un extremo de la sección de la primera trabe montada en el extremo intermedio. Ténsese este primer tramo y ajústese de manera que los largueros sean radiales.

b).- Atornílese los largueros intermedios a las trabes exteriores con el extremo interior, descansando sobre la trabe interior. Después atornílese los extremos interiores de los largueros intermedios a la trabe interior.

8.- Deslícese la columna central al centro del tanque. Amárrese el anillo superior de la columna central y plómese la columna.

9.- Móntense los largueros interiores y atornílese los extremos exteriores en posición. Después atorníllense los extremos interiores del anillo superior de la columna.

10.- Con todos los largueros atornillados en lugar, procédase a la colocación de las placas del techo. Al ir progresando la colocación de las placas, asegúrese de que todas las barras separadoras del larguero, estén en su lugar y que todos los largueros estén derechos.

PRECAUCION:- No se use ningún carrito de montaje aéreo, para la colocación de las placas del techo. No se amontonen las placas del techo, de manera que la estructura esté sopor-

tando más de 3 placas, incluyendo las placas colocadas en lugar, en la misma área.

11.- Cuando los largueros exteriores no pueden ser montados con carritos de erección de tanques dentro de las trabes, el carrito debe ser usado entre la trabe y el cuerpo.

12.- La posición del carrito de erección de tanques, entre el cuerpo y el círculo de la columna, es como muestra la figura 8 . Móntese la columna permanente y la columna temporal y amárrese a la plataforma del carrito. Móntense todos los largueros posibles en el extremo de la trabe soportada por la columna temporal.

13.- Ténsese este primer tramo como se muestra en la figura No. 9 . Suéltense las columnas de la plataforma del carrito.

14.- Vuélvase a colocar en posición, el carrito como se muestra en la Fig. No. 9 . Quítense la plataforma del lado del cuerpo del carrito. Móntense los largueros restantes en el primer tramo. Cuando más de la mitad de los largueros hayan sido hechos en la primera sección, uno de los tensores en el extremo guía de la trabe puede ser quitado para permitir el paso del carrito.

15.- Cuando el primer tramo esté completo, póngase el carrito en tal posición de manera que la esquina de la plataforma esté sobre la posición de la próxima columna y de manera que la pluma pueda justamente alcanzar el próximo larguero para ser montado. Véase la fig. 10 . Arréglense los tensores como se muestra en la Fig. 10 , ajústelos de manera que los largueros en el primer tramo todos sean radiales, (apúntese sobre

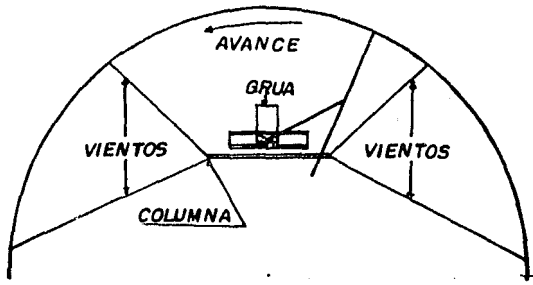


FIGURA No. 8

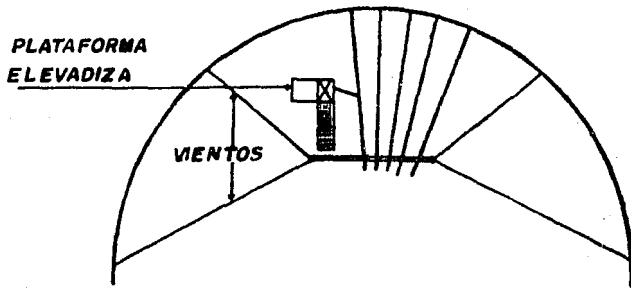


FIGURA No. 9

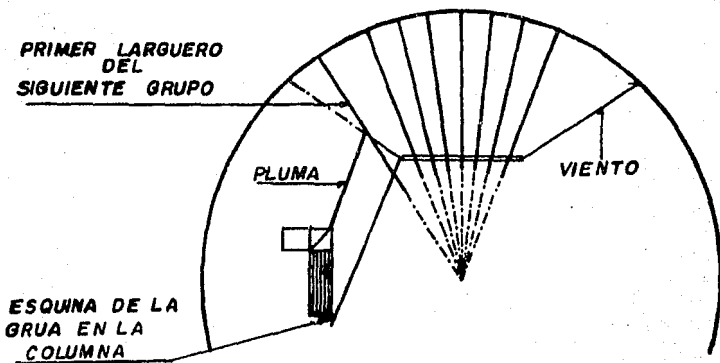


FIGURA No. 10

el centro del tanque). Estos tensores, se quedan hasta que se termina la estructura.

16.- Móntese la columna en posición y amárrese a la esquina de la plataforma del carrito. Móntense todos los largueros posibles con el carrito en esta posición. Si se hacen tres largueros cerca del centro de la trabe, incluyendo uno entre el extremo libre y el centro, la columna puede ser soltada del carrito sin ser tensado.

17.- Suéltese la columna del carrito, vuélvase a colocar el carrito y móntese los largueros restantes en el tramo.

18.- Continúe en esta forma hasta que todas menos el último tramo haya sido montado.

19.- Para el montaje del último tramo, el carrito debe ser movido al interior del círculo de la trabe. Ponga el carrito en posición y móntese la última columna y la trabe.

20.- Arréglense la trabe y dos columnas sobre el fondo del tanque.

3.4.- ARMADO DEL TECHO

Después de haber terminado de montar la estructura que soportará las placas del techo, se proseguirá con el montaje de las placas del techo, el procedimiento es idéntico al del fondo, con la misma secuencia de colocación de las placas, con escurrimiento hacia la periferia (Ver Plano No. 8)

3.5.- COLOCACION DE ACCESORIOS

Se clasifican como accesorios para tanques a los regis-

tros para inspección, boquillas para carga y descarga, drenajes, escaleras y plataformas, etc. que son necesarios para su operación.

La colocación de estos accesorios no presenta problema alguno, previa localización de los mismos se procede a su colocación y soldadura.

4.- SOLDADURA

La soldadura del tanque la dividiremos en tres incisos para mayor facilidad.

- 1.- Soldadura del cuerpo.
- 2.- Soldadura del fondo.
- 3.- Soldadura del techo o cúpula.

4.1.- SOLDADURA DEL CUERPO O CASCO.

El procedimiento a seguir para soldar las costuras verticales es el llamado el de "retroceso".

Este sistema, dá muy buenos resultados ya que con él se evita al máximo la contracción de la láminas y consiste en dividir una costura vertical en espacios como de 30 cm. aproximadamente y empezar a soldar de abajo hacia arriba los 30 cm. correspondientes a la parte superior de la costura; se sigue soldando de abajo hacia arriba el espacio inmediato inferior hasta lograr una buena fusión con la iniciación de la soldadura correspondiente al espacio anterior.

De esta manera se sigue soldando hasta llenar todos los espacios que forman una costura. El último cordón debe hacerse

"chorreado", o sea de arriba hacia abajo continuamente.

El número de cordones que lleva costura dependen del espesor de la lámina, pero en todos los casos al primer cordón se le llama "fondeo", luego sigue el "paso caliente", posteriormente el "relleno" y al último el cordón de "vista". Ver Fig. No. 11 .

La soldadura horizontal de los anillos se efectúa en posición normal.

Por lo general las láminas que forman el casco de un tanque traen igual bisel sencillo o doble en los primeros anillos y en los últimos anillos por ser pequeño el espesor de la lámina prescinden de bisel. Cuando traen doble bisel lo más indicado es empezar a soldar por dentro del tanque hasta terminar totalmente la soldadura. Una vez soldado por uno de sus lados es conveniente arcañar por el lado opuesto hasta sacar el fondeo, pues esta operación evita al máximo la inclusión de escoria y defectos propios de la soldadura, efectuado al arcañado se procede a soldar en la forma indicada.

SOLDADURA EN EL CASCO.

SOLDADO DE JUNTAS VERTICALES EN EL 3o , 4o. y 5o. ANILLO
($1/4''$ de espesor) CON ELECTRODOS E - 6010.

- 1.- Suelde las juntas a tope comenzando por la parte superior y avanzando continuamente hacia el fondo, usando electrodo de $5/32''$ (E - 6010) para el rpimer paso y completándolo con $3/16''$ (E - 6010).
- 2.- Use electrodo de $5/32''$ para el rpimer paso al bajar en la

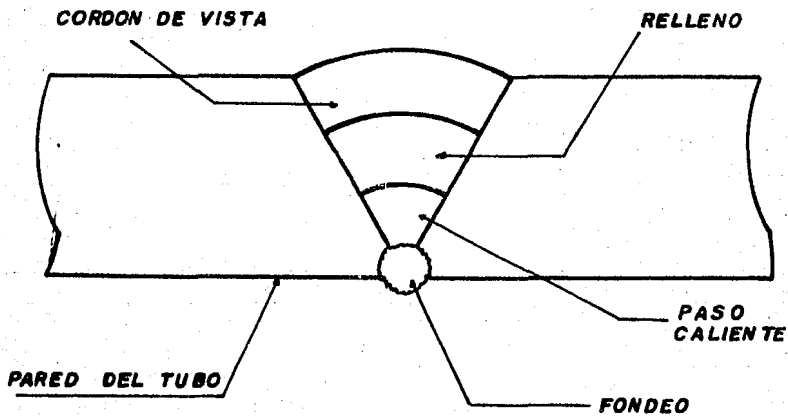
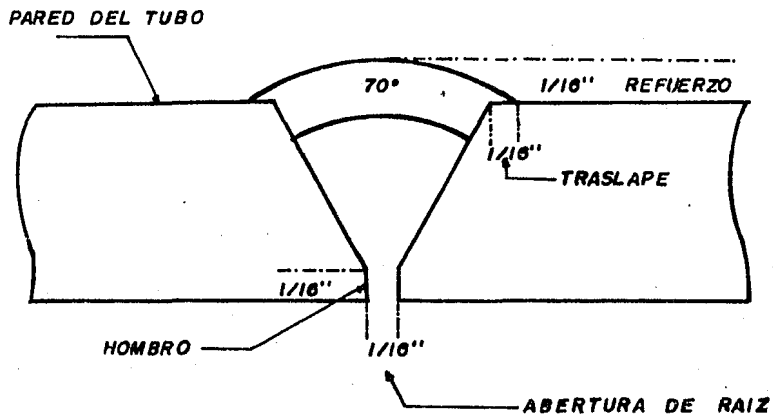


FIGURA No. 11

parte superior y complételo con el electrodo de 3/16".

NOTA: El calentamiento correcto para el electrodo 5/32" en el primer paso, en cualquiera de los lados es el mismo que el usado para quemar electrodo de 3/16" para los pasos intermedios y de acabado.

SOLDADURA DE LAS JUNTAS VERTICALES DEL 2o. y 1o. ANILLO (5/16" y 3/8" de espesor) CON ELECTRODO E - 6010.

- 1.- Suelde el primer paso exterior, ya sea hacia arriba o hacia abajo con electrodo de 5/32". Cuando se suelde hacia arriba retroceda en el primer paso, si hay problemas en la contracción de la junta. Si se suelda hacia abajo, suelde en forma continua de la parte superior a la inferior.
- 2.- Complete la parte exterior con varilla de 5/32" o 3/16" haciendo cualquier paso intermedio requerido ya sea hacia arriba o hacia abajo y el paso final hacia abajo.
- 3.- En el interior limpie el metal con arc-air o con un cincel neumático, con boca redonda de 1/4".
- 4.- Suelde el primer paso en el interior, en forma continua de abajo hacia arriba con electrodo de 5/32".
- 5.- Complete el interior con electrodo de 5/32" o 3/16".

AJUSTE Y SOLDADURA DE JUNTAS HORIZONTALES CON ELECTRODOS E - 6010, PARA ESPESORES DE 1/4" a 3/8".

- 1.- Al terminar, quite las plaquitas adelante del soldador, de manera que se corra el primer paso en la costura sin dejar espacios ni interrupciones. Quite cualquier desperfecto

antes de soldar.

- 2.- Retroceda el primer paso en intervalos de 3' o 4'. Tras-
lape los amarres 1 1/1".
- 3.- Suelde completamente el primer lado de la costura de la
junta horizontal, usando electrodo 3/16".
- 4.- Después del primer paso cada cordón se corre en forma con-
tinua, sin retroceso, ya que éste no es requerido.
- 5.- Después de que la soldadura del primer lado está comple-
ta, limpie las superficies de las juntas del segundo lado
quitando las escorias, o quemaduras o materiales extraños.
- 6.- Suelde el segundo lado de la junta, usando electrodo de
3/16", corriendo cada cordón en forma continua. No es re-
querido el retroceso.
- 7.- En juntas que requieren un 100% de fusión será necesario
recalibrar el segundo lado de la junta y hasta tener el
metal libre de defectos, limpio y sólido.
- 8.- Todas las juntas de espesores de 3/8" y menores, requieren
una penetración completa y se deben recalibrar.

4.2.- SOLDADURA DEL FONDO.

Para la soldadura del fondo del tanque se deben seguir
los siguientes pasos:

- 1.- Se colocan las placas del fondo de acuerdo con los plano
indicacos anteriormente.
- 2.- La soldadura puede ser empezada tan pronto como se hayan
colocado dos placas rectangulares.
- 3.- Suéldese las placas rectangulares (las que están completas)

en cada línea, juntas empezando por el centro de cada curso y siguiendo hacia afuera. (Ver Fig.12)

- 4.- Las costuras entre (líneas) de las placas deben estar sujetas de punto cuando se haga la soldadura. (Fig.12)
- 5.- Usandose un soldador calificado, sueldese un paso apro. de 10" de longitud empezando con una soldadura de orilla en la parte exterior y siguiendo hacia el centro. Nótese en la placa de las esquinas, se muestra la soldadura de la orilla. (Ver Fig.14).
- 6.- Mientras la placa esté todavía caliente, después de haber soldado el primer paso; inserte la placa de empalme o varilla gruesa bajo la unión y golpee hacia abajo la costura hasta que la parte superior de las placas estén niveladas. (No amelle la placa superior). Las placas que sean mayores de 5/16", deberán ser calentadas antes del ensamble (Ver Fig.13).
- 7.- Seguido al ensamble. está el soldado de un segundo paso sobre la junta, soldando del exterior hacia el centro.
- 8.- Bajo ninguna consideración haga una soldadura a tope en una falla.
- 9.- Suéldese las filas de placas rectangulares juntas (Fig.15) progresando del centro a la costura exterior.
- 10.- Después de completadas las verticales del primer anillo, así como las soldaduras de esquina; suéldense las placas unas con otras y las placas rectangulares (Fig.16).
- 11.- Todas las esquinas de las placas superiores, con tres

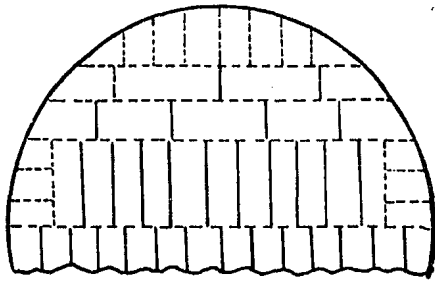


FIGURA No. 12

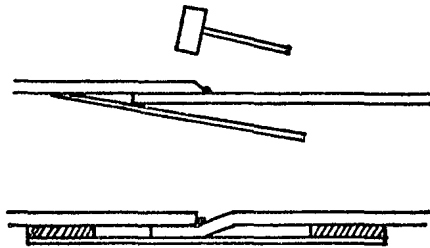


FIGURA No. 13

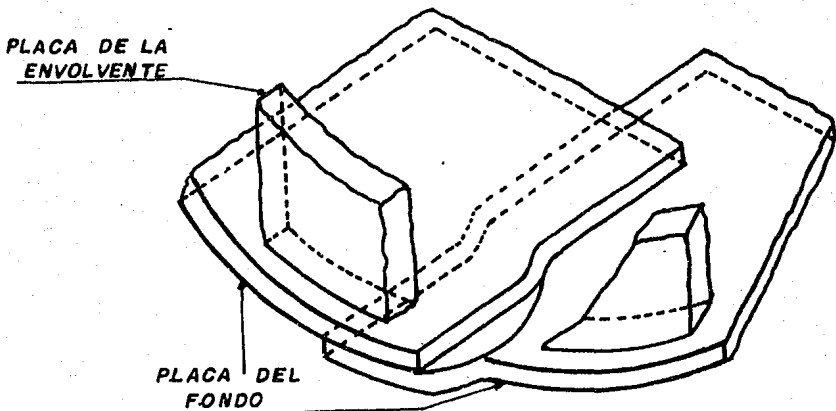


FIGURA No. 14

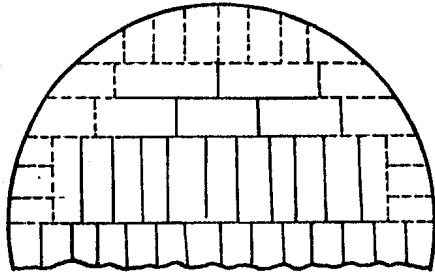


FIGURA No. 15

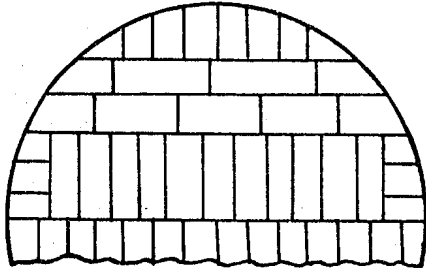


FIGURA No. 16

traslapes, deben ser limpiadas o calentadas alrededor para prevenir puntos potencialmente débiles. (Ver Fig.14).

4.3.- SOLDADURA DEL TECHO.

Con respecto a la soldadura del techo y como la constitución del mismo es similar al fondo, el procedimiento a seguir es igual al que se utiliza en el fondo.

C A P I T U L O V I

PRUEBAS DE TANQUES VERTICALES

Una vez terminado de montar y soldar, el tanque se proseguirá a efectuar las pruebas que se realizan a los tanques cilíndricos verticales, que son :

- 1.- Prueba de Fondo.
- 2.- Prueba de la Envolvente.
- 3.- Prueba del Techo.
- 4.- Prueba Radiográficas.

1.- PRUEBA DE FONDO.

Está prueba consiste en probar su hermeticidad del fondo del tanque, que puede hacerse por dos métodos.

1.1.- Método de Presión.- Este método puede realizarse después de soldarse el primer anillo, la realización de este método consiste, en construir un bordo provisional impermeable alrededor del tanque el cual se llenará con agua. Este bordo tendrá la altura suficiente para mantener una presión de 152 mm. (6") de columna de agua abajo de las placas del fondo y a través de una o más boquillas instaladas en el fondo del tanque se inyectará aire hasta que alcance la presión citada. Esta presión se medirá instalando en otra boquilla sobre el fondo un manómetro o un tubo U; aplicado al mismo tiempo a las juntas una solución jabonosa, aceite de linaza u otro líquido apropiado que forme burbujas y se revisarán las juntas

del fondo en buscas de burbujas que indicará probables fugas.

1.2.- Método de Vacío.- La prueba de vacío se efectua con una caja metálica de pruebas de 152 mm. (6") de ancho por 762 mm (30") de longitud con su tapa de vidrio para poder observar las juntas. El fondo abierto de la caja se sellará contra la superficie de tanque mediante un empaque de hule espuma.

Esta caja llevará las conexiones, válvulas y manómetros apropiados para dicha prueba.

Aproximadamente al tramo de la junta puesta a prueba de 762 mm. (30"), se le aplicará una solución jabonosa o de aceite de linaza.

La caja de vacío se colocará sobre la junta, la que previamente ha sido untada con la solución, aplicandose inmediatamente el vacío.

La presencia de porosidad en la junta se indicará mediante burbujas o espuma producida por el aire absorbido a través de la soldadura.

El vacío en la caja de pruebas podrá lograrse por cualquier método conveniente, tal como conectando la caja al multiple de admisión de un motor de combustión interna, con un eyector de aire o por medio de una bomba de vacío. El manómetro deberá registrar un vacío parcial mínimo de 0.14 Kg/cm². (2 psi).

2.- PRUEBA DE LA ENVOLVENTE.

Después de terminar la construcción del tanque y antes

de conectar las tuberías, la envolvente se probará llenando frecuentemente durante la operación de llenado.

Por lo cuál se taparan con bridas ciegas todas las boquillas, exépto la de entrada del agua, que generalmente se encuentra en el techo del tanque.

Para el tanque con techo hermético, el nivel libre del agua deberá quedar a 51 mm. (2") arriba del ángulo superior de la envolvente.

Para tener mayor eficiencia en esta prueba muchas veces se debe martillar todas las costuras del tanque, esto es para tener la seguridad de que no habrá fugas, por ningún defecto en el tanque.

Cuando se tenga vaciado el tanque, este se deberá dejar seco durante un tiempo justo o se le hecha aire para un secado más rápido.

3.- PRUEBA DEL TECHO.

Una vez terminado el techo del tanque, se probará su hermeticidad aplicando presión interior de aire o vacío exterior de acuerdo al método de vacío mencionado anteriormente para la prueba de fondo, e igualmente a las juntas se le untará una solución jabonosa o aceite de linaza u otro material apropiado para detectar las posibles fugas. La presión interior no deberá exceder al equivalente del peso de las placas del techo.

4.- PRUEBAS RADRIOGRAFICAS.

En la inspección radiograficas existen dos métodos, los Rayos X y los Rayos Gama, de estos dos el más utilizado es el Gama, que es una radiación emanada por el elemento radio, tiene la propiedad de penetrar en los metales más rápidamente que los Rayos X; por lo tanto se considera el más adecuado, para este tipo de inspección.

Antes de radiografiarse las juntas de las soldaduras se deben preparar las juntas en la forma siguiente:

Lo ondulado de las superficies o irregularidades superficiales de la soldadura sobre el interior y exterior de la junta, deberá removerse por cualquier método mecánico de manera que no se encubran los defectos posibles en la imagen resultante de la película. La superficie de la soldadura deberá fundirse suavemente en la superficie de la placa. La superficie terminada de la soldadura puede estar al ras con la placa o tener un lomo o refuerzo que no exceda el valor de (1/6").

De acuerdo a las Normas de Pemex, se debe radiografiar todas las juntas verticales y horizontales de la envolvente excepto, las del fondo y techo, también las juntas soldadas de las placas del techo con el ángulo superior y de este último con la envolvente.

Los resultados de las radiografías son anotados en las hojas correspondientes (Ver Reporte de Inspección Radiografica), en donde se marca la identificación de la soldadura de acuerdo a un diagrama de las placas de la envolvente del tan-

INSPECCION, S.A.

SERVICIOS DE PRUEBAS

NO DESTRUCTIVAS

INSURGENTES CENTRO No. 41 Av. 750

TELS. 566-93-10 Y 535-01-45

MEXICO 4 D.F.

REPORTE DE INSPECCION RADIOGRAFICA

UP _____

HOJA _____ DE _____

CLIENTE _____

OSMA _____

LUGAR _____

MATERIAL DE PENETRACION _____

METODO _____

NOMENCLATURA DE DEFECTOS DE SOLDADURA

CS - CORONA BAJA

CR - CONCAVIDAD EN LA RAZ

DL - DOBLE LINEA DE ESCORIA

SP - DESALINEAMIENTO DE LAS PLACAS

BT - DESALINEAMIENTO DE LOS TUBOS

FP - FALTA DE FUSION

FP - FALTA DE PENETRACION

IE - INCLUSIONES DE ESCORIA

LE - LINEA DE ESCORIA

P - POROSIDAD ESFERICA

PC - POROSIDAD CILINDRICA

PE - PENETRACION EXCESIVA

Q - QUEMADA A TRAVES DE LA RAZ

R - ROTURA

RE - REFUERZO EXCESIVO

RP - ROTURA EN LA PLACA

SC - SOCAMADURA INTERIORES

SE - SOCAMADURA EXTERNA

SI - SOCAMADURA INTERNA

SP - SOCAMADURA EN LA PLACA

DIA _____

MES _____

AÑO _____

IDENTIFICACION	% DENTRO DE FUERA		DEFECTOS	LOCALIZACION DE DEFECTOS
	TOMADO	DE HOJAS		
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				

POR INSPECCION, S.A.

POR EL CLIENTE

BOMBAK Y FIRMA _____

EL TECNICO RADIOGRAFIA _____

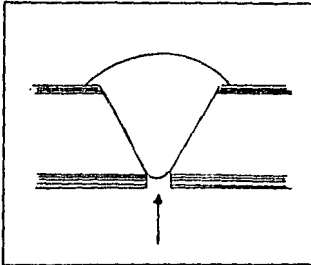
RECIBI DE CONFORMIDAD
REPORTE Y RADIOGRAFIAS

FIRMA Y SELLO

que, lo cuál debe ser entregado de acuerdo al armador del tanque.

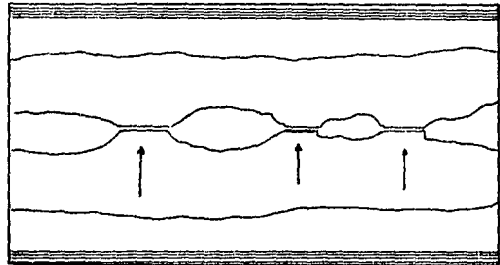
Los defectos más comunes en las juntas de la soldadura y su interpretación, se muestran a continuación y a su vez se marca las tolerancias de acuerdo al Código API y ASME. Los defectos se pueden encontrar en tubos y tanques soldados.

FALTA DE PENETRACION



CORTE TRANSVERSAL

SIMBOLO: FP



REGISTRO RADIOGRAFICO

DEFINICION.- Relleno incompleto del fondo de la soldadura.

REGISTRO RADIOGRAFICO:

Una línea oscura derecha y bien definida, puede variar de ancho según el espacio entre los topes de los biseles. Siempre en el centro del cordón.

PRECAUCION.- Algunas veces un tubo desalineado parece falta de penetración.

CODIGO API permite:

25 mm. de longitud en un tramo de 305 mm.

51 mm. de longitud en un tramo de 610 mm.

Defectos individuales serán separados por 152 mm. de metal sano.

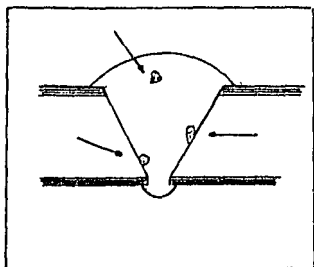
CODIGO ASME permite:

Nada de falta de penetración

CAUSA.- Bisel demasiado cerrado, electrodo muy grande, amperaje muy bajo.

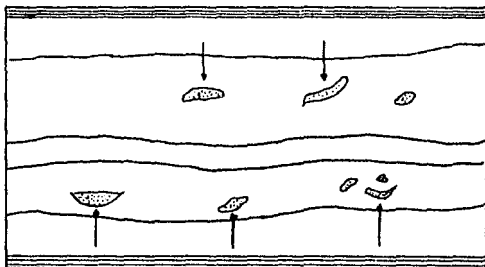
REMEDIO.- Preparar biseles correctamente, usar electrodo adecuadamente, subir el amperaje.

INCLUSION DE ESCORIA



CORTE TRANSVERSAL

SIMBOLO: IE



REGISTRO RADIOGRAFICO

DEFINICION.- Materia no metálica encerrada en la soldadura generalmente flux de los electrodos.

REGISTRO RADIOGRAFICO.- Manchas oscuras en forma irregular que pueden estar en cualquier zona de la soldadura, de preferencia entre cordones o entrecordones y metal base.

PRECAUCION.- Muchas veces se originan roturas en los extremos.

CODIGO API permite: 3 mm. ancho máximo

13 mm. en tramo de 305 mm.

25 mm. en tramo de 610 mm.

No habrá más de 102 mm. inclusiones de 3 mm. en 305 mm. y estarán separados por 51 mm. de uno al otro.

CODIGO ASME permite:

(Radiografía 100%)

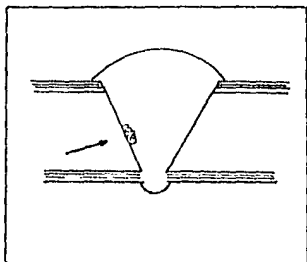
6mm. para espesores hasta 19 mm.

8.5 mm. de espesor de 19 mm. hasta 57 mm.

19 mm. para espesores arriba de 57 mm.

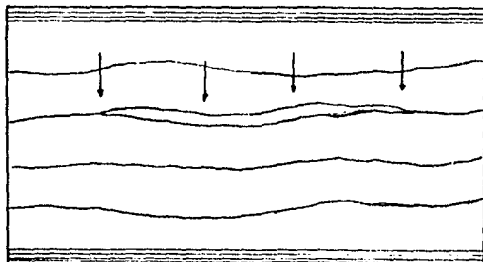
CAUSA.- Corregir técnica en soldar, subir amperaje, limpiar adecuadamente antes de aplicar otro cordón.

LÍNEA DE ESCORIA



CORTE TRANSVERSAL

SÍMBOLO: LE



REGISTRO RADIOGRÁFICO

DEFINICIÓN.- Línea entre los cordones que están llenos de escoria que fué limpiado.

REGISTRO RADIOGRÁFICO:

Una línea oscura al lado del primer cordón, generalmente es bien definido y muy derecho.

PRECAUCIÓN.- No es común que las roturas se formen en ese lugar, pero si puede unirse en su trayectoria.

CODIGO API permite:

51 mm. longitud

1.6 mm. ancho

En tramos de 305 mm.

102 mm. tramos de 610 mm.

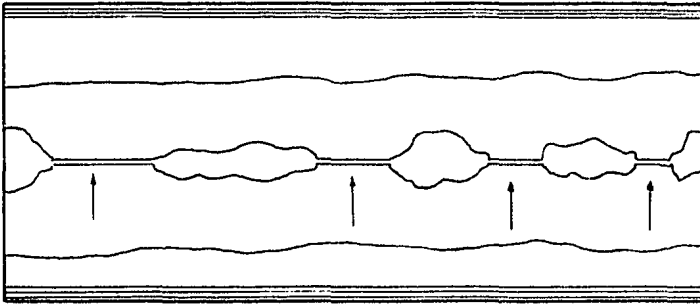
Las imperfecciones separadas por 152 mm. de soldadura sana.

CODIGO ASME permite:

(Bajo las mismas consideraciones que la inclusión de escoria)

CAUSA.- Falta de limpieza entre cordones, falta de trabajar el metal.

REMEDIO.- Aumentar amperaje, trabajar el metal, limpiar antes de aplicar otro cordón.



REGISTRO RADIOGRAFICO

DEFINICION.- El primer cordón irregular y discontinuado o depósitos muy grandes en algunas zonas.

REGISTRO RADIOGRAFICO:

Registros claros en el centro de la soldadura discontinuados, también variación de espesor del primer cordón.

PRECAUCION.- Generalmente el primer cordón irregular es índice de falta de penetración.

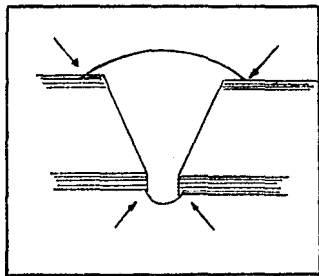
CODIGO API.- No es defecto condenable, aunque si demuestra falta de técnica para soldar.

CODIGO ASME.- Igual.

CAUSA.- Falta de técnica amperaje muy bajo, soldar muy rápido.

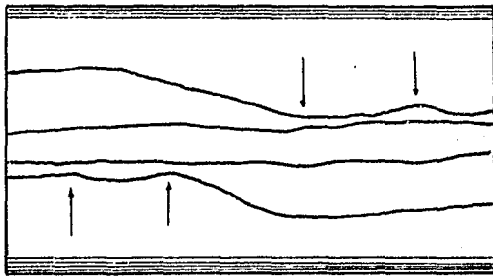
REMEDIO.- Soldar con más cuidado, subir el amperaje, soldar más despacio.

SOLDADURA DESALINEADA



CORTE TRANSVERSAL

SIMBOLO: S D



REGISTRO RADIOGRAFICO

DEFINICION.- Generalmente es cuando la soldadura está trasladada y montada demasiado sobre el metal base en un lado.

REGISTRO RADIOGRAFICO:

Registro claro asimétrica en relación al primer cordón.

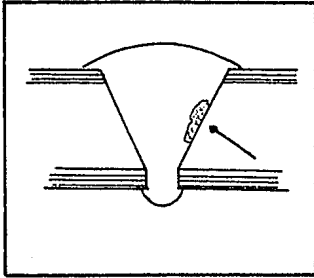
API.- No es defecto condenable aún que si demuestra falta de técnica para soldar.

ASME.- Igual.

CAUSA.- Falta de precaución para soldar, soldar en posición incómoda.

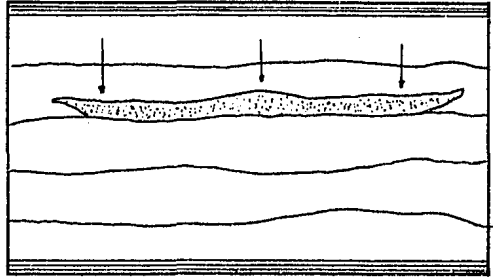
REMEDIO.- Levantar el tubo más, soldar con más cuidado.

FALTA DE FUSION



CORTE TRANSVERSAL

SIMBOLO: FF



REGISTRO RADIOGRAFICO

DEFINICION.- Falta de adherimiento entre los cordones y el metal base.

REGISTRO RADIOGRAFICO:

Sombra débil en la zona de fusión, la sombra es sumamente ligera y con rayos Gamma, es casi imposible de apreciar.

CODIGO API permite:

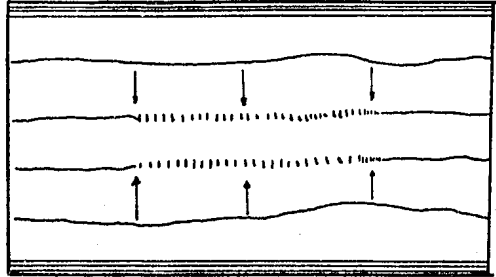
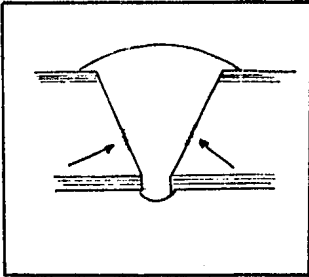
Igual que falta de penetración.

CAUSA.- No trabajar el metal, falta de amperaje.

REMEDIO.- Trabajar adecuadamente el metal, aumentar el amperaje.

DOBLE LINEA DE ESCORIA

SIMBOLO: DLE



CORTE TRANSVERSAL

REGISTRO RADIOGRAFICO

DEFINICION.- Doble línea entre los cordones que están llenos de escoria que no fueron limpiados.

REGISTROS RADIOGRAFICOS:

Una línea oscura a ambos lados del primer cordón generalmente no son muy prolongados y son bien definidas y derechas.

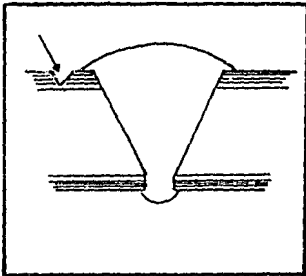
CODIGO ASME permite:

Bajo las mismas consideraciones que el inclusión de escoria.

CAUSA.- Igual que la línea de escoria.

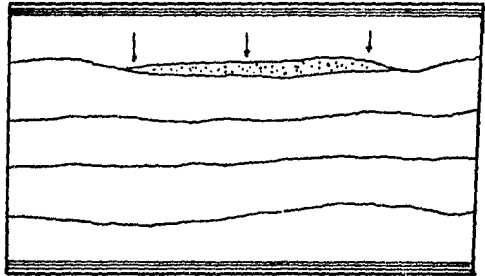
REMEDIO.- Igual que la línea de escoria.

SOCABADO



CORTE TRANSVERSAL

SIMBOLO: S



REGISTRO RADIOGRAFICO

DEFINICION.- Canal en la orilla de la soldadura causado por exceso de calor y llevar demasiado metal incandescente.

REGISTRO RADIOGRAFICO:

Línea oscura de longitud, densidad y espesor variado en la orilla de la soldadura junto a la placa base.

PRECAUCION.- Buscar una línea fina en esta zona que podría ser rotura en la zona de fusión.

CODIGO API permite:

51 mm. de longitud
1 mm. de profundidad

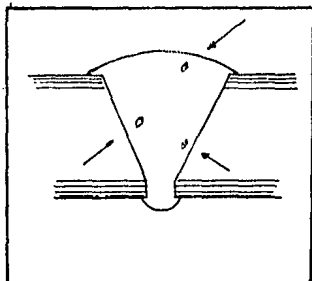
CODIGO ASME permite:

51 mm. de longitud.
1 mm. de profundidad.

CAUSA.- Llevar demasiado metal incandescente. Soldar con amperaje muy alto tamaño excesivo de electrodo.

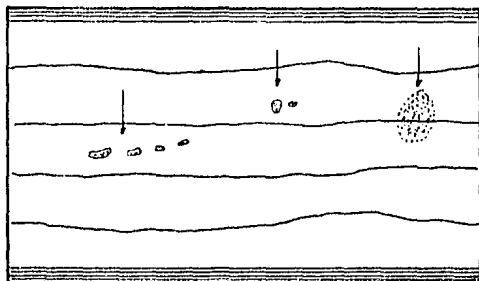
REMEDIO.- Soldar más rápido, no llevar tanto metal, usar amperaje adecuado, usar electrodo adecuado.

POROSIDAD



CORTE TRANSVERSAL

SIMBOLO: P



REGISTRO RADIOGRAFICO

DEFINICION.- Cavidades gaseosas en forma generalmente esféricas.

REGISTRO RADIOGRAFICO:

Manchas bien redondeadas variando de densidad directamente proporcional a su diámetro.

PRECAUCION.- Existe un defecto llamado vulgarmente agujero de aguja que es necesario reparar con otro pase, es un poro muy denso, mucho más que la placa base.

CODIGO API permite:

Poros individual hasta 1.6 mm.

Distribución máxima según Código.

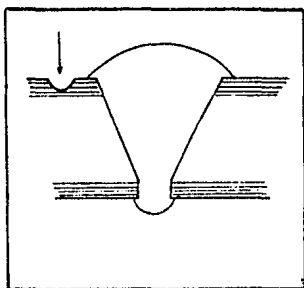
CODIGO ASME permite:

Para piezas radiografiadas localmente no es factor de aceptabilidad.

CAUSA.- Tamaño incorrecto de electrodo, metal base de calidad inferior, corriente excesiva para soldar.

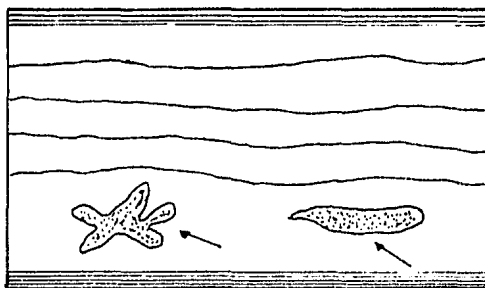
REMEDIO.- Conservar incandescente el charco lo más posible para permitir el escape de gas. Usar amperaje adecuado, usar electrodo adecuado.

QUEMADA EN LA PLACA



CORTE TRANSVERSAL

SIMBOLO: QP



REGISTRO RADIOGRAFICO

DEFINICION.- Quemaduras sufridas por la placa que rebajan su espesor causadas por mala manipulación del soldador.

REGISTRO RADIOGRAFICO:

Registros oscuros en el metal de tamaños y configuraciones variadas.

PRECAUCION.- Puede haber roturas de tipo estrella en el centro de estas quemaduras.

CODIGO API permite:

1 mm. de profundidad.

CODIGO ASME permite:

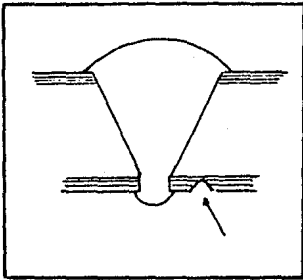
1 mm. de profundidad.

CAUSA.- Lugar en donde estuvo soldado una pieza del armado, soldador descuidado que punteó para calentar el electrodo o probar el contacto.

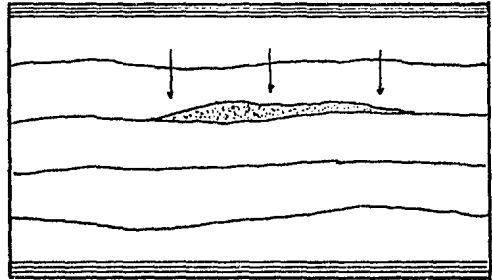
REMEDIO.- Cuando se quitan piezas de armado tener más cuidado, nunca puntear sobre placa, sino arrastrar electrodo sobre soldadura.

SOCABADO INTERNO

SIMBOLO: S I



CORTE TRANSVERSAL



REGISTRO RADIOGRAFICO

DEFINICION.- Canal en la orilla interior de la soldadura causado por exceso de calor.

REGISTRO RADIOGRAFICO:

Línea oscura que se desvanece a lo largo del primer cordón.

PRECAUCION.- No confundir con línea de escoria.

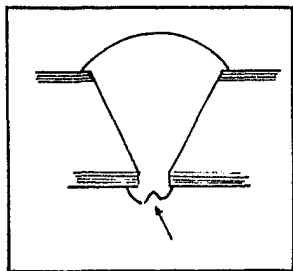
CODIGO API permite:

51 mm. de longitud
1 mm. de profundidad.

CAUSA.- Soldado muy lento, demasiado amperaje, bisel preparado incorrectamente.

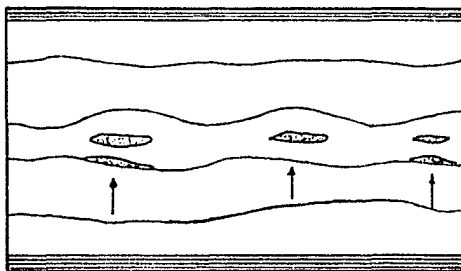
REMEDIO.- Soldar con amperaje adecuado, soldar más rápido preparar bien el bisel.

RECHUPE



CORTE TRANSVERSAL

SIMBOLO: R



REGISTRO RADIOGRAFICO

DEFINICION.- Lugar donde la soldadura se encoge, dejando formas que parecen grietas.

REGISTRO RADIOGRAFICO:

Registro obscuro enlonguinado de aproximadamente 6 mm. que se presenta en el centro del primer cordón. Generalmente está rodeado con más metal del primer cordón, que en otros lugares.

PRECAUCION.- Se confunde fácilmente con una rotura saltada.

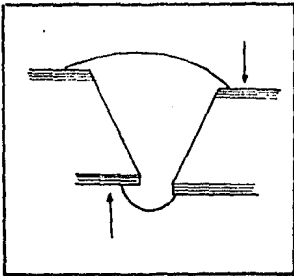
CODIGO API.- No es defecto condenable.

CODIGO ASME.- No es defecto condenable.

CAUSA.- Enfriamiento muy rápido, llevar mucho metal incandescente.

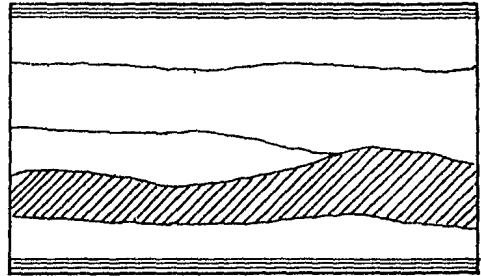
REMEDIO.- Soldar más rápido, bajar el amperaje, usar electrodo adecuado.

TUBO DESALINEADO



CORTE TRANSVERSAL

SIMBOLO: HL



REGISTRO RADIOGRAFICO

- DEFINICION.- Un tubo que no se encuentra simétricamente con otro tubo.

REGISTRO RADIOGRAFICO:

Densidad mayor en un lado del primer cordón y menor en el otro.

PRECAUCION.- En tuberías algunas veces parece falta de penetración ya que si el primer cordón aunque haya penetrado bien, pero por el mismo desalineamiento no derrite el tope entonces parecerá falta de penetración.

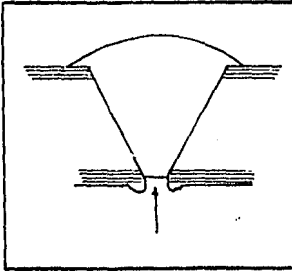
CODIGO API permite:

1 mm.

CAUSA.- Pieza mal armada.

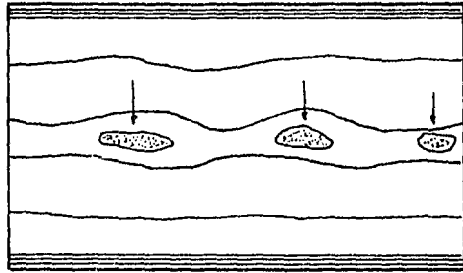
REMEDI0.- Armar con más cuidado.

QUEMADA



CORTE TRANSVERSAL

SIMBOLO: Q



REGISTRO RADIOGRAFICO

DEFINICION.- Porción del primer cordón donde hubo penetración excesiva y causó que el metal incandescente cayera al interior del tubo.

REGISTRO RADIOGRAFICO:

Una mancha oscura redonda que se desvanece en las orillas y algunas veces es más clara en el centro, siempre se encuentra en el centro del primer cordón.

PRECAUCION.- Es muy común que el centro de la quemada se encuentren pequeñas roturas pudiendo ser longitudinales, transversales o de estrella.

CODIGO API permite:

305 mm. longitud.

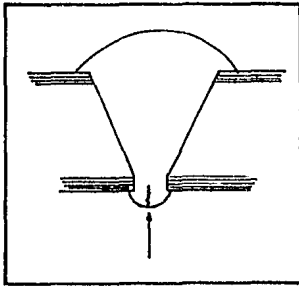
No será más profundo que el espesor de la placa

No habrá más de 25 mm. en una longitud de 305 mm.

CAUSA.- Amperaje muy alto, manipulación defectuosa del electrodo.

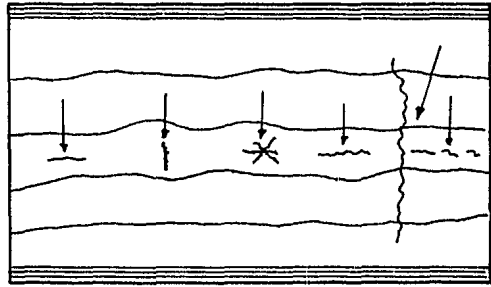
REMEDIO.- Bajar corriente, usar correctamente el electrodo.

SOLDADURA ROTA



CORTE TRANSVERSAL

SIMBOLO: SR



REGISTRO RADIOGRAFICO

DEFINICION.- Una discontinuidad en la soldadura o entre la soldadura y el metal base.

REGISTRO RADIOGRAFICO:

Líneas oscuras generalmente con orillas ásperas que normalmente se presenta en el primer cordón, tiene que ser perpendicular a los rayos o difícilmente se ve.

Hay 5 tipos de roturas:

- 1.- Rotura de cráter longitudinal.
- 2.- Rotura de cráter transversal.
- 3.- Rotura de enfriamiento longitudinal.
- 4.- Rotura transversal.
- 5.- Roturas salteadas.

CODIGO API.- No admite ninguna rotura.

CODIGO ASME.- No admite ninguna clase de rotura.

CAUSA.- Enfriamiento muy rápido, demasiado rigidez, procedimiento inadecuado.

REMEDIO.- Usar electrodos más grandes con más corrientes, evitar soldar estructuras de tal rigidez que no puedan enconger apropiadamente, adoptar procedimiento por cada caso.

C A P I T U L O V I I

A C A B A D O S

Después de tener el tanque montado y probado se proseguirá a hacer la preparación de la superficie, después su protección anticorrosiva y por último el acabado y la rotulación de los tanques.

De acuerdo a la Tabla de Exposiciones, se debe conocer los diferentes ambientes, en los cuales se trabajan, subrayando al que corresponde a dicho tanque y a la exposición en que se encontrará, en el interior del mismo.

a) Ambiente seco.

Es el que predomina en zonas climatológicas cuya humedad relativa es menor del 60 %, como las de Reynosa, Salamanca, Monterrey, Tula, etc.

b) Ambiente húmedo.

Es el que predomina en zonas climatológicas como las de México, Ciudad Pemex, etc. cuya humedad relativa es del 60 % o mayor.

c) Ambiente húmedo y salino.

Es el que predomina en zonas climatológicas cuya humedad relativa es mayor del 60 % y con brisa marina, como las de Tampico, Tuxpan, Ciudad Madero, Coatzacoalcos, etc.

d) Ambiente húmedo con o sin salinidad y gases derivados del Azufre.

Es el que predomina en las refinerías de Ciudad Madero, Minatitlán, Poza Rica y algunos campos de las zonas Norte y Sur.

e) Ambiente marino.

Es el que predomina en instalaciones sobre la superficie del mar, tales como la parte aérea de plataformas marinas, equipo y tanques de almacenamiento.

f) Exposición al agua salada.

Son las condiciones existentes en interiores de tanques de lastre de embarcaciones, de regeneración de zeolitas de cilo sódico y recipientes expuestos a este medio.

g) Exposición al agua cruda y tratada.

Son las condiciones existentes en interiores de tanques para agua cruda.

h) Exposición al agua potable.

Son las condiciones existentes en interiores de tanques para agua potable.

i) Exposición a turbosina.

Son las condiciones existentes en interiores de tanques para turbosina en las refinerías, plantas y terminales de almacenamiento y distribución y equipo de transporte.

j) Exposición a destilados tratados.

Son las condiciones existentes en interiores de tanque para destilados dulces en la refinerías.

k) Exposición a destilados sin tratar.

Son las condiciones existentes en interiores de tanques

para destilados amargos en las refinerías.

l) Exterior de cascos de embarcaciones.

Son las condiciones existentes en el exterior de cascos y cubiertas metálicas de embarcaciones.

m) Interior de tanques de embarcaciones.

Son las condiciones existentes en interiores de tanques para transporte de crudo y sus derivados en toda clase de embarcaciones.

n) Interior de tanques para crudo.

Son las condiciones existentes en interiores de tanques para almacenamiento y deshidratación de crudo.

o) Exposición a alta temperatura.

Son las condiciones existentes en el exterior de chimeneas y equipo en general, sujetos a temperaturas superiores a 80°C.

p) Zonas propicias al desarrollo de organismos.

Son las condiciones existentes en la parte siempre sumergida de embarcaciones (bajo la línea mínima de carga o flotación).

Como se mencionó anteriormente, el primer paso para la terminación total de un tanque es la preparación de superficie, o la limpieza del tanque.

1.- PREPARACION DE SUPERFICIES.

Para el buen comportamiento de un recubrimiento es indispensable la correcta preparación de la superficie por cubrir.

Los métodos que se emplean para la preparación de superficies, son los siguientes:

a) Limpieza con Solventes.

b) Limpieza Manual.

c) Limpieza con abrasivos.

a) Limpieza con Solventes. Se refiere a la ejecutada en superficies metálicas con el fin de quitar aceites y grasas o suciedad excesiva antes de remover el óxido o la pintura vieja. Su aplicación consiste en la ejecución de los siguientes pasos:

1.- Por medio de rasquetas, espátulas o cepillos de alambre deben quitarse salpicaduras de cemento, exceso de grasas o suciedad, sales y otras materias extrañas.

2.- El remanente de aceites y grasa se eliminará frotando la superficie con estopas o cepillos empapados en solvente. La limpieza final deberá hacerse en la misma forma usando solvente limpio, los solventes más comunes que se emplean son:

a) Naftas del petróleo.

b) Tolueno (Toluol).

c) Tricloroetileno.

d) Percloroetileno.

e) Xileno.

La superficie se considerará limpia, siempre y cuando la superficie este completamente libre de grasas, aceites y materias extrañas.

b) Limpieza Manual. Se refiere a la preparación manual de la superficie, siguiendo los siguientes procedimientos:

- 1.- Se hará un descostrado, con la ayuda de marro, martillo y cincel, quitando las costras de óxido, escamas y restos de soldadura o escorias.
- 2.- Lavado: Mediante el uso de solventes adecuados o detergentes deberán eliminarse toda clase de materias extrañas como aceites y grasas.
- 3.- Rasqueteo: Las superficies deberán rasquetearse para eliminar depósitos de óxido, pintura o cualquier otra materia extraña.
- 4.- Cepillado: En todos los casos, la superficie se frotará con cepillo de alambre de acero, hasta desaparecer los restos de óxido y pintura.
- 5.- Lijado: Los restos de pintura vieja que no se desprendan por medio de las operaciones anteriores, deberán lijarse para que resulte una superficie uniforme.
- 6.- Eliminación del polvo: La superficie se deberá limpiar, frotándola con trapos para eliminar las partículas de polvo. Se podrá hacer este trabajo también sopleteando la superficie con un chorro de aire seco y limpio.

La superficie se considerará limpia siempre y cuando, sólo presente restos de óxido o pintura bien adheridos y que no haya huellas de grasa, aceites y otras sustancias extrañas.

c) Limpieza con Abrasivos. Se refiere a la limpieza de superficie metálica aplicando un chorro de abrasivos a presión. Los abrasivos comúnmente empleados son: arena y granalla metálica. El procedimiento será como sigue:

- 1.- Se hará un descostrado como se especifica en el procedimiento de Limpieza Manual.
- 2.- Los depósitos de óxido, pintura adherida y cualquier otra sustancia extraña serán totalmente removidas de la superficie por medio del chorro de abrasivo.
- 3.- El agente abrasivo será clasificado entre mallas Mex-18 y Mex-80. Cuando se utilice arena ésta deberá ser cuarzoza o silicosa, lavada y seca y no deberá estar contaminada con sales. Y cuando se utilice granalla metálica ésta deberá ser del tipo munición acerada, limpia y seca.
- 4.- El aire usado deberá estar exento de agua, aceite o grasa.
- 5.- Una vez efectuada la limpieza cuando se emplee chorro de arena, se hará una eliminación del polvo como se detalla en el procedimiento de Limpieza Manual.

La superficie se considerará preparada para la pintura anticorrosiva, siempre y cuando quede con un color gris claro, metálico y uniforme. No deberá mostrar óxido, pintura, aceite, grasa ni otra sustancia extraña. El tiempo máximo que se permitirá que transcurra entre la limpieza y la protección de la superficie, no podrá ser mayor de 4 horas. Si por algún motivo se excede el tiempo, se procederá a repetir el trabajo de preparación de la superficie.

2.- RECUBRIMIENTO EXTERIOR E INTERIOR

Según la tabla de sistemas de exposición, el recubrimiento primario será:

Exterior. Para ambiente húmedo sin salinidad, se utilizará el recubrimiento primario RP-2 (Cromato de Zinc).

Interior. Para destilados tratados, se utilizará el recubrimiento primario RP-3 (Inorgánico de Zinc).

Una vez cumplidos con los requisitos de preparación de la superficie, la aplicación de los recubrimientos generalmente se efectúa por aspersión, brocha o rodillo, teniendo en cuenta que en ningún caso se efectuará en superficies mojadas o húmedas y también no se deberá realizar ningún recubrimiento cuando la temperatura sea menor de 10°C.

El método que se emplea para los tanques cilíndricos es el de Aspersión, por ser el más rápido y además de que ofrece una película más uniforme en su espesor. El equipo que se emplea para la aplicación es la pistola de aspersión y hay dos métodos para transportar el fluido a la pistola: con aire y sin él. En el primero puede ser por alimentación por succión o por alimentación por presión y en el segundo la aspersión se produce forzando el material por alta presión a través de un orificio en la pistola.

De acuerdo a las especificaciones para sistemas de exposiciones establecen un espesor de película mínimo. Para medir las capas de los espesores se utilizan los siguientes instrumentos:

- a) Medidor de película húmeda. Este tipo de instrumentos (Ver Fig. No. 17, sirve para medir el espesor del recubrimiento inmediatamente después de ser aplicado, el instrumento se coloca perpendicular a la superficie y el espesor del recubrimiento se lee directamente en milésimas de pulgada.
- b) Medidores de película seca. Para medir el espesor de película seca se podrán emplear calibradores de tipo magnético operados por imanes permanentes, tales como el "Elcómetro" y el Mikrotest, mostrados en las Fig. No. 18 y 19. Trabajan sobre el principio de que un recubrimiento no magnético cambia la reluctancia al paso del flujo magnético que haya sido establecido entre la cabeza del calibrador y la base magnética a la cual se ha aplicado el recubrimiento. Este cambio de reluctancia es una función del espesor del recubrimiento, pudiendo calibrarse el aparato para leer el espesor directamente.

3.- ACABADO EXTERIOR.

Como se ve en la tabla de tipos de exposición el acabado exterior debe ser RA-20 (Esmalte Alquidálico Brillante), su aplicación es por medio de Aspersión, se seguirá el mismo procedimiento que el de recubrimiento anticorrosivo.

Los colores y letreros que se especifican de acuerdo a las Normas de Pemex, se aplican después de la pintura anticorrosiva, para los Tanques Cilíndricos Verticales de 20,000 y 10,000 Bls., en la Fig. No. 20, se muestran la posición de

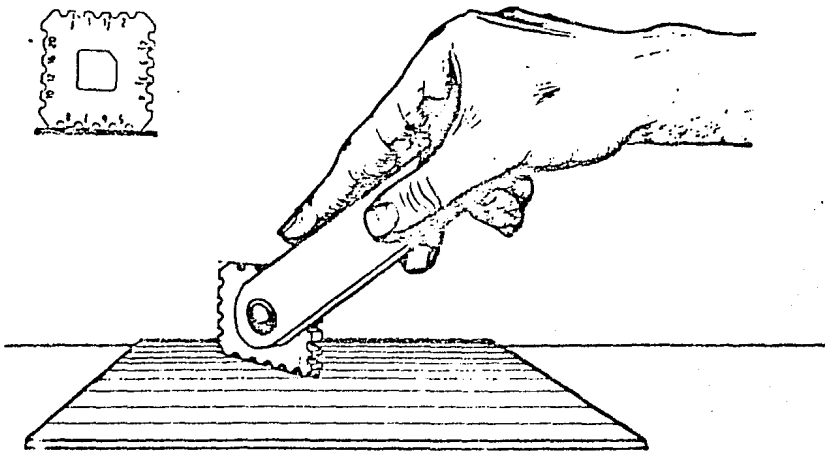


FIGURA No. 17

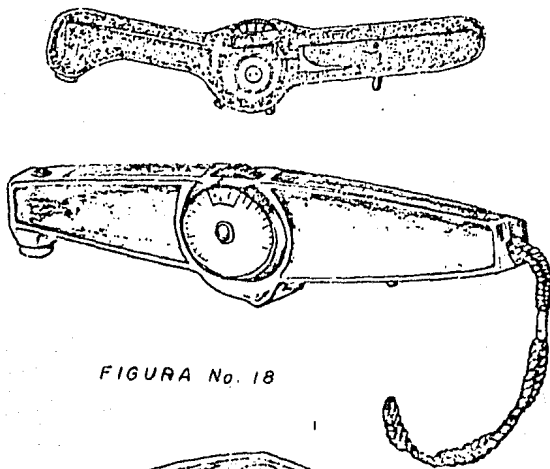


FIGURA No. 18

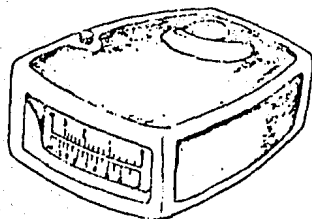
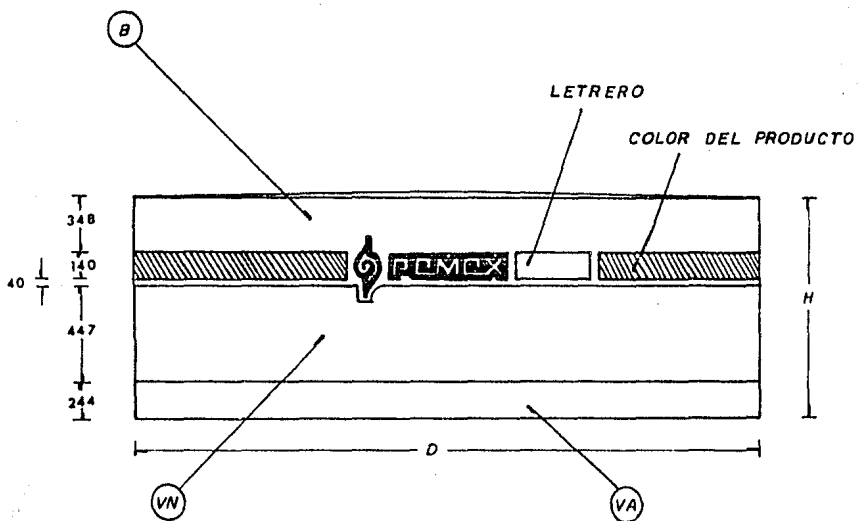


FIGURA No. 19

TANQUES VERTICALES
CLAVE DE COLORES



SIMBOLOGIA

ACOTACIONES EN CM.

B = BLANCO

VN = VERDE NATURAL

VA = VERDE ACEITUNA

FIGURA No. 20

las franjas de color, del logotipo y de los letreros de identificación del Tanque.

En la Fig. No. 21, se muestra el trazo del logotipo a partir de una cuadrícula modular de 20 x 20 cm. En la Fig. No. 22 se detalla el trazo del "caracol".

Los Tanques Cilíndricos Verticales se identifican con una franja de color de acuerdo al producto a almacenar, que esta abarca todo el perímetro del tanque. Los colores de identificación del producto se basan en el catálogo de colores de las Normas de Pemex, así para los Tanques:

TV-1 de producto Nova se identifica con el color Azul 626.

TV-2 de producto Nova se identifica con el color Azul 626.

TV-3 de producto Diesel se identifica con el color Bermellón 619.

TV-4 de producto Diáfano se identifica con el color Morado.

Los letreros para los Tanques Verticales de Almacenamiento estarán integrados a la franja de identificación del producto, a continuación del logotipo. Las letras serán negras y estarán sobre un fondo amarillo ocre.

ROTULACION EN TANQUES VERTICALES

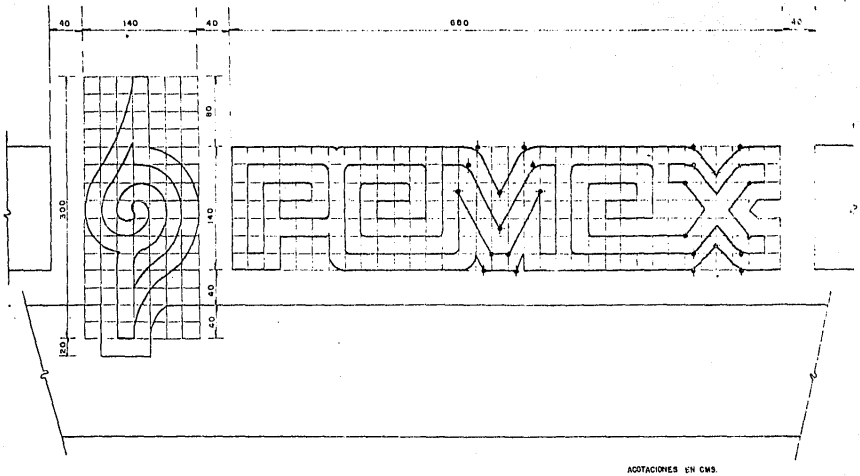


FIGURA No. 21

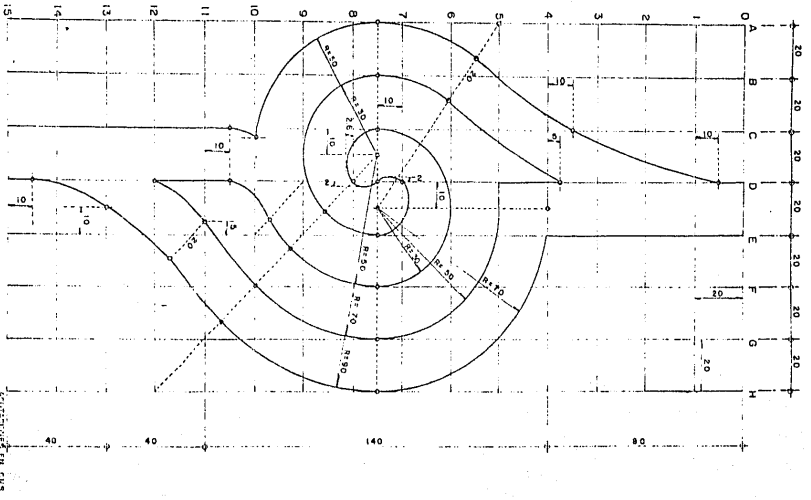


FIGURA No. 22
 ROTULACION EN TRINQUES VERTICALES

CAPITULO VIII
ANALISIS DE PRECIOS
UNITARIOS

Es una amplia realidad en el medio de la Ingeniería Mexicana el establecimiento de un control de Costos, mismo que ha surgido de la necesidad que se tiene de desarrollar economía dentro de la Ingeniería. Este control viene a ser la solución que debe aplicarse al anteproyecto, al proyecto, a la realización y a la conservación de todas las obras que van a prestar servicio, o sea, los Costos son parte de la estructura económica cuya importancia es definitiva si se quiere el logro de una auténtica Ingeniería cualesquiera que sea la Rama.

En el caso particular que ahora nos ocupa, el Análisis de Costos puede realizarse de diversas maneras, es práctica común y de mucha aplicación el estudio a base de Precios Unitarios.

El Precio Unitario es un Costo total que se paga por unidad de obra ejecutada, siendo el resultado de anilizar e integrar los Costos Directos y los Costos Indirectos.

Los Costos Indirectos se dividen en:

- A).- Costo de Materiales de Construcción.
- B).- Costo de Mano de Obra.
- C).- Costo de Maquinaria y Equipo de Construcción.

Cargos Indirectos.- Estos valores son resultado de incrementar un determinado porcentaje los Cargos Directos.

Este porcentaje es variable está acorde con las carac-

terísticas generales de una determinada compañía, dicho en otras palabras, una empresa contratista deberá elaborar en base a su estructura y necesidades su relación de factores para integrar el porcentaje o los porcentajes de Cargos Indirectos.

En términos generales dichos factores están representados por Administración Central y de Campo, Interéses, Seguros, Fianzas, Impuestos, Utilidades, etc. Para este caso se tomo un porcentaje del 38 %.

A).- MATERIALES DE CONSTRUCCION Y FLETES. Primeramente se estudia la cantidad y el tipo de materiales y materiales de consumo que intervienen por unidad de concepto. El Costo Directo aplicable será el resultado de una investigación de mercado, misma que proporciona el valor de los materiales con sus descuentos correspondientes. La suma de todos los Cargos Directos se incrementa con el Cargo Indirectos obteniendose así el Cargo total por Materiales.

Se procede en forma análoga para obtener el Cargo aplicable a Fletes.

B).- MANO DE OBRA.- En este renglón lo fundamental es fijar un Salario Real, cuyo valor, se obtiene a partir de una determinada cuota diaria (según las diversas categorías de personal que se tengan), más el Cargo Indirectos y además los Cargos emanados del cumplimiento de las diversas leyes que rigen para Contratación de Obras. El Salario Real así obtenido, entre el rendimiento por unidad nos dará el Costo de Mano de Obra. A continuación se presenta el Tabulador de Salarios, elaborado por la Gerencia de Programación de P.U. de Petróleos Mexicanos.

P O R T A L E S M E X I C A N O S
 SUBDIRECCION DE PROYECTO Y CONSTRUCCION DE OBRAS
 GERENCIA DE PROGRAMACION, EVALUACION Y CONTROL
 SUPERINTENDENCIA DE PRECIOS UNITARIOS
 TABLA DE PRECIOS

3

VIGENCIA 27.01.86

DIAS LABORALES 252.00

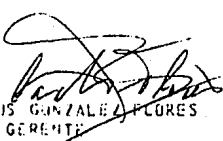
ZONA CENTRO-ZE74-NORTE-SUR

OBRAS PEMEX

TODA LA REPUBLICA **EXCEPTO**: FUCA HGO.; SERRA COSTA; MONTERREY AREA METROPOLITANA; PANTE, TAMPIC, TAMPICO, ALTAMIRA, TAMPS.; POZA RICA TUXPAN VER.; GUADALAJARA AREA METROPOLITANA; BAJA CALIFORNIA NORTE Y SUR-DISTRITO FEDERAL AREA METROPOLITANA; MINATITLAN, COATZACUALCOS VER.; ACAPULCO GRO.; TAMAULIPAS NORTE Y FRONTERA NORTE.; CHIHUAHUA CIUDAD JUAREZ SALARIOS APLICABLES AL CALCULO DE PRECIOS UNITARIOS, INCLUYEN CUOTA DEL SEGURO SOCIAL, ADMINISTRACION, UTILIDAD, ETC.

NIVEL	C A T E G O R I A	C D I A R I A	B HORAS		SALARIOS	
			DIARIO	HORA	DIARIO	HORA
03	G. GENERAL-P. TOPOGRAFIA	1676.00	4070.00	510.00	5049.00	505.00
04	A. OPERADOR	1659.00	4113.00	514.00	5082.00	508.00
05	A. OPERADOR ESPECIALISTA	1702.00	4145.00	516.00	5114.00	511.00
06	A. OPERARIO-CABO 3A	1716.00	4174.00	522.00	5148.00	515.00
08	A. ESP.-CABO 2A	1742.00	4242.00	530.00	5211.00	521.00
10	OPERADOR 2A-CHCFLE	1767.00	4304.00	534.00	5273.00	527.00
11	OPERARIO 2A	1925.00	4687.00	566.00	5656.00	566.00
12	OPERARIO 1A	2076.00	5056.00	632.00	6025.00	602.00
14	OPERADOR ESPECIALISTA	2367.00	5763.00	720.00	6732.00	673.00
14	OPERARIO 1A	2367.00	5763.00	720.00	6732.00	673.00
16	OPERARIO ESPECIALISTA	2651.00	6454.00	807.00	7422.00	742.00
17	CABO DE OFICIOS	2937.00	6907.00	863.00	7876.00	788.00

CUOTAS PEMEX SUPERIORES AL SALARIO MINIMO REGIONAL


 ING. CARLOS GONZALEZ FLORES
 GERENTE

C).- MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCION.- Este punto es también de mucha importancia en la integración del Precio Unitario el análisis de Costo se encamina a la obtención de la renta horaria para una determinada Maquinaria o Equipo, y sobre esté en particular se ha venido desarrollando diversas técnicas apoyadas en múltiples experiencias y publicaciones al respecto para lograr un criterio de cálculo, siendo lo más importante integrar un procedimiento que se adapte a las condiciones de nuestro medio.

Lo fundamental es considerar a la Maquinaria y a los Equipos dentro de su vida económica, para el cálculo de rentas que integren un Precio Unitario, ya que al calcular se tomarán los rendimientos normales correspondientes.

Las Rentas de Equipo y Herramienta se tomaron de la Gerencia de Programación, Evaluación y Contratos de PEMEX, estas Rentas incluyen: Depreciación, Motores, Reparaciones mayores Combustibles, Operación, etc.

A continuación se presenta, los Análisis de los Precios Unitarios de los diversos conceptos que abarcan en la Construcción de Tanques Cilíndricos Verticales, desde el Trazo y Nivelación, hasta el Montaje de Tanques Cilíndricos, así como se presenta el Resumen General del Costo Total de Obra de los 4 Tanques que es de \$ 61*377,549.05

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO DE:
TANQUES CILINDRICOS VERT. DE CUF. P.I.A: MONTAJE
ARMADO, SOLDADO, PRUEBAS DE TAN. DE 10,000 BLS.
PENEX SUM. MAT. DE PLS. DE CONFORMACION.

UNID.
TON.

OBRA: TERM. Y REC. DE CUANTLA MOR.

CL	MATERIAL	UNID.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
	Soldadura E-6010.	Kg.	10.00	999.00	9,990.00
	Oxígeno.	m ³	0.445	6,175.50	2,748.10
	Acetileno.	Kg.	0.11	3,413.20	375.45
	Acero Estructura (Placa).	Kg.	3.78	350.00	1,323.00
	Madera P/Cimbra.	P.T.	22.77	408.00	9,290.16
	Tabique Rojo Recocido 7x14x28 cm.	Pza.	22.00	27.00	594.00
	Cemento.	Ton	0.0099	42,000.00	382.20
	Arena P/Aplanado.	m ³	0.0336	17,000.00	574.60
SUMA PARCIAL \$					25,277.51

MANO DE OBRA					
17	Cabo de Oficios.	Hr.	1.00	863.00	863.00
16	Operario Especialista.	Hr.	4.00	807.00	3,228.00
08	A. Esp. - Cabo 2A.	Hr.	4.00	530.00	2,120.00
14	Operario 1A.	Hr.	2.00	720.00	1,440.00
06	A. Operario - Cabo 3A.	Hr.	2.00	522.00	1,044.00
03	Obreo General.	Hr.	7.00	510.00	3,550.00
				Total =	12,245.00
Rendimiento= 0.50 Ton./Hr. = 12245.00/0.50 =					24,490.00
SUMA PARCIAL \$					24,490.00

HERRAMIENTA Y EQUIPO					
	Soldadora C/Remolques Op. Normal de 300A 220/440 V. C/Acc. P/Conectar a Cntr. Elé.	Hr.	3.2	404.16	1,293.31
	Camión Plataforma equipado con melacate (Winche) de 5 Ton.	Hr.	0.8	5,542.24	4,433.79
	Grúa con Motor Diésel y Pluma Montada 5/ Orugas Estruct. Cap. 15 Ton.	Hr.	0.8	14,620.40	11,696.32
	Garruchas, Patesca y 100 m. de Cable para Montaje de Tanques.	Hr.	1.6	178.48	285.57
	Compresor de aire de 13 m ³ /Min. Portátil	Hr.	0.8	7,791.44	6,233.15
SUMA PARCIAL \$					

NOTAS Rendimiento de mano de obra y Maquinaria. 0.50Ton./Hr.

Hoja 1-2

COSTO DIRECTO	
%INDIRECTOS Y UTILIDAD	
PRECIO UNITARIO	
FECHA	Vo.Bo.

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO DE:
TANQUES CILINDRICOS VERT. DE CUP. FIJA: MONTAJE
ARMADO, SOLDADO, PRUEBAS DE TAN. DE 20,000 BLS.
PSMEK SUL. MAT. DE PLS. DE CONFORMACION.

UNID.

TON.

OBRA: TRM. Y RJC. DE CUAUTLA MOR.

CL	MATERIAL	UNID.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
	Soldadura E-6010.	Kg.	10.25	999.00	10,239.75
	Oxigeno.	m ³	0.467	6,175.50	2,883.96
	Acetileno.	Kg.	0.12	3,413.20	409.58
	Acero Estructura (Placa).	Kg.	3.97	350.00	1,389.50
	Madera P/Cimbra.	P.T.	37.00	408.00	15,096.00
	Tabique Rojo Recocido 7x14x28 cm.	Pza.	18.00	27.00	486.00
	Cemento.	Tqn.	0.0078	42,000.00	310.80
	Arena P/Aplanado.	m ³	0.028	17,000.00	476.00
SUMA PARCIAL \$					31,291.59

	MANO DE OBRA				
17	Cabo de Oficinas.	Hr.	1.00	863.00	863.00
16	Operario Especialista.	Hr.	4.00	807.00	3,228.00
08	A. Esp. - Cabo 2A.	Hr.	4.00	530.00	2,120.00
14	Operario 1A.	Hr.	2.00	720.00	1,440.00
06	A. Operario - Cabo 3A.	Hr.	2.00	522.00	1,044.00
03	Obreo General.	Hr.	7.00	510.00	3,570.00
Total =					12,245.00
Rendimiento = 0.56 Ton/Hr. = 12,245.00/0.56 =					21,866.07
SUMA PARCIAL \$					21,866.07

	HERRAMIENTA Y EQUIPO				
	Soldadora C/Remolques Op. Normal de 300A	Hr.	3.2	404.16	1,293.31
	Camión Plataforma equipado con malacate.	Hr.	0.8	5,542.24	4,433.79
	Grúa con Motor Diésel y Pluma. Cap. 15 T.	Hr.	0.8	14,620.40	11,696.32
	Garruchas, Patesca y 100 m. de Cable.	Hr.	1.5	178.48	285.57
	Compresor de aire de 13 m ³ /Min. Portátil.	Hr.	0.8	7,791.44	6,233.15
	Equipo de Oxiacetileno Incluye Acc.	Hr.	1.6	123.92	198.27
	Manómetros y Acc. P/Pruebas de Tanques.	Hr.	0.8	40.00	32.00
	Andamios y Obra Falsa de Madera C/Cables.	Hr.	6.4	37.68	241.15
Rendimiento = 0.56 Ton/Hr. = 24,413.56/0.56 =					43,595.64
SUMA PARCIAL \$					43,595.64

NOTAS Rendimiento de Mano de Obra y Maquinaria. 0.56 Ton/Hr.

COSTO DIRECTO	96,753.30
38 % INDIRECTOS Y UTILIDAD	36,766.25
PRECIO UNITARIO	133,519.55
01-07-86	
FECHA	Vo.B.

RESUMEN GENERAL

OBRA TERM. DE REC. DE CUAUTLA Mor.

PART.	DESCRIPCION DEL CONCEPTO	UNID.	VOLUMEN	P. U.	IMPORTE
1	Limpieza, Trazo y Nivelación.	M ²	885.22	63.35	56078.69
2	Corta de Material Tipo "A" con Equipo Mecánico.	M ³	1062.26	771.92	819979.73
3	Carga y Acarreo hasta 1 Km.	M ³ -Km	1062.26	468.45	497615.69
4	Excavación en Material Tipo "B".	M ³	157.95	2216.67	350123.02
5	Excavación en Material Tipo "C".	M ³	236.93	8173.02	1936433.60
6	Elaboración de Concreto con Resistencia f'c = 100 Kg/cm ²	M ³	18.18	28066.94	510256.96
7	Vaciado de Concreto en Plantillas de 5 cm. de Espesor.	M ²	318.68	581.03	185162.64
8	Acero de Refuerzo del # 3, 4 y 5.	Ton.	19.03	417893.94	7952521.60
9	Cimbra. Sum. y Col. en Corchas.	M ²	896.96	9417.44	8447066.90
10	Elaboración de Concreto con Resistencia f'c = 200 Kg/cm ² .	M ³	219.48	33929.63	7446875.10
11	Vaciado de Concreto en Muros.	M ³	219.48	7898.94	1733659.30
12	Fabricación de Tanques Cilíndricos Verticales de 10,000 Els.	Ton.	78.00	136060.59	10612726.02
13	Fabricación de Tanques Cilíndricos Verticales de 20,000 Els.	Ton.	156.00	133519.55	20829049.80

IMPORTE TOTAL \$ 61'377,549.05

C O N C L U S I O N E S

Una vez terminado la Construcción de la Planta de Almacenamiento y Distribución de Cuautla Morelos, será de gran utilidad, ya que satisfecerá todas las necesidades de la zona y además de que ofrecerá mayor seguridad para la población de Cuautla Mor., ya que se encuentra fuera de la Ciudad y dentro de la Zona Industrial.

Y además de que se obtendrá mayor capacidad de Almacenaje, ya que la Planta actual cuenta con una Capacidad de 20,000 Bls. y la Planta en Construcción como se mencionó anteriormente será de 61,000 Bls., y se surtirá por medio de Autotanques y Carrostanques, provenientes de la Ciudad de Cuernavaca y existe en el futuro de surtirla por medio de oleoducto.

- A N E X O S -

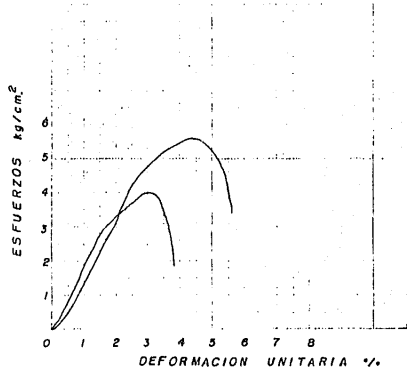
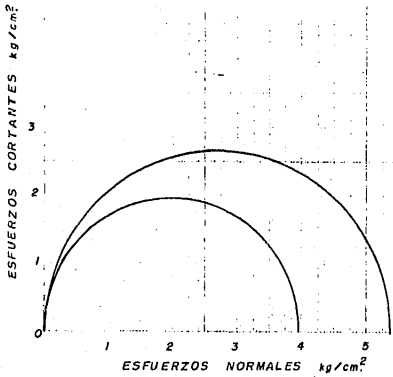
GRAFICA No. 1

CIRCULOS DE MOHR, COMPRESION TRIAXIAL

RAPIDA CONSOLIDADA RAPIDA LENTA

PRUEBA	u_1	u_2	e_1	e_2	G_f	G_f	u_3	u_1-u_3	I_h	PARAMETROS DE RESISTENCIA AL ESF. CORT.
No.	%	%			%	%	kg/cm ²	kg/cm ²	ton/m ³	
1	28.1		0.805		83.7			5.42	1.770	$q_u = 40 \text{ T/m}^2$
2	27.3		0.945		74.3			3.99	1.685	
3										
4										
5										
6										

OBRA: TERMINAL DE REC. Y DIST.
 PROCEDENCIA: CUAUTLA MOR
 SONDEO No. 4739
 MUESTRA No. 1 PROF. 0.20-0.45m
 DESCRIPCION: _____
 FECHA DE ENSAYO: _____



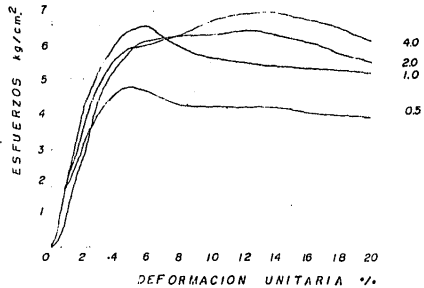
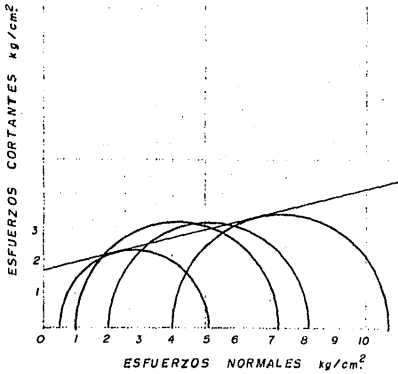
GRAFICA No. 2

CIRCULOS DE MOHR, COMPRESION TRIAXIAL

RAPIDA CONSOLIDADA RAPIDA LENTA

PRUEBA No.	ω_1	ω_2	e_1	ω_1	G		u_2	$u_1 - u_2$	l^h	PARAMETROS RESISTENCIA ESE. CORT.
	%	%			%	%				
1	21.99	0.770	73.63	0.500	4.60	1.776	$\phi = 16^\circ$ $c = 18 \text{ T/m}^2$			
2	27.19	0.779	89.97	1.000	6.32	1.843				
3	26.73	0.889	77.46	2.000	6.21	1.723				
4	28.08	0.879	92.27	4.000	6.70	1.756				
5										
6										

OBRA: TERMINAL DE REG. Y DIST.
 PROCEDENCIA: QUAUTLA MOR.
 SONDEO No. 4759
 MUESTRA No. 1 PROF. 0.20-0.45m.
 DESCRIPCION: _____
 FECHA DE ENSAYO: _____



GRAFICA No. 3

CIRCULOS DE MOHR, COMPRESION TRIAXIAL

RAPIDA CONSOLIDADA RAPIDA LENTA

PRUEBA No.	σ_1	σ_2	θ_1	θ_2	G_1	G_2	u_2	$u_1 - u_2$	I_h	PARAMETROS RESISTENCIA ESF. CORT.
	%	%			%	%	kg/cm ²	kg/cm ²		
1	5.32		0.473		30.36		0.000	4.734	1.921	$q_u = 47.34 \text{ T/m}^2$
2										
3										
4										
5										
6										

OBRA: TERMINAL DE H.C. Y DIST.

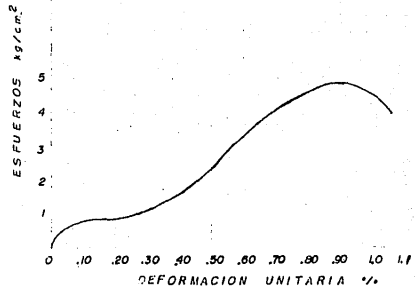
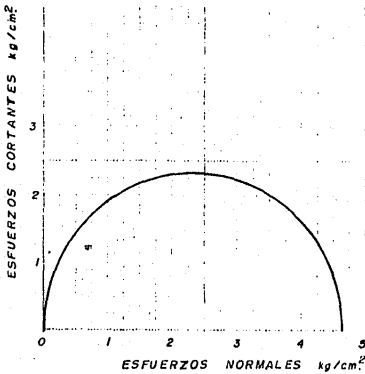
PROCEDENCIA: CUAUTLA MÓN.

SONDEO No. 4759

MUESTRA No. 2 PROF. 3.75' 4.00m.

DESCRIPCION: _____

FECHA DE ENSAYO: _____



GRAFICA No. 4

CIRCULOS DE MOHR, COMPRESION TRIAXIAL

RAPIDA CONSOLIDADA RAPIDA LENTA

PRUEBA No.	σ_1	σ_2	σ_3	σ_4	G_1	G_2	u_3	$u_1 - u_2$	l_h	PARAMETROS DE RESISTENCIA AL ESF. CORT.
	%	%			%	%	kg/cm ²	kg/cm ²		
1	27.5	0.829	86.4				2.197	1.814		$q_u = 16 T/m^2$
2	28.0	0.930	76.7				1.611	1.708		
3										
4										
5										
6										

OBRA: TERMINAL DE REC. Y DIST.

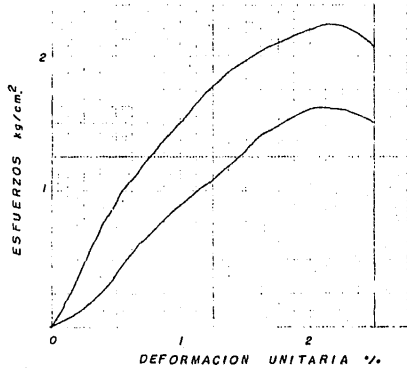
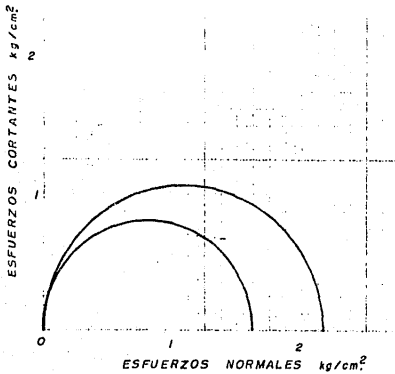
PROCEDENCIA: CUAUTLA MOR.

SONDEO No. 4760

MUESTRA No. 1 PROF. 0.15-0.40m.

DESCRIPCION: _____

FECHA DE ENSAYO: _____



GRAFICA No.5

CIRCULOS DE MOHR, COMPRESION TRIAXIAL

RAPIDA CONSOLIDADA RAPIDA LENTA

PRUEBA	σ_1	σ_3	σ_1	G_f	G_f	σ_3	$\sigma_1 - \sigma_3$	σ_1	PARAMETROS DE RESISTENCIA AL ESF. CORT.
No.	%	%		%	%	kg/cm ²	kg/cm ²	ton/m ³	
1	25.5	0.878	75.4	0.500	4.19	1.738			$\phi = 9^\circ$ $c = 18 \text{ T/m}^2$
2	27.4	0.835	85.3	1.000	5.51	1.809			
3	26.3	0.872	78.6	2.000	5.00	1.758			
4	26.7	0.890	77.7	4.000	5.59	1.740			
5									
6									

OBRA: TERMINAL DE REC. Y DIST.

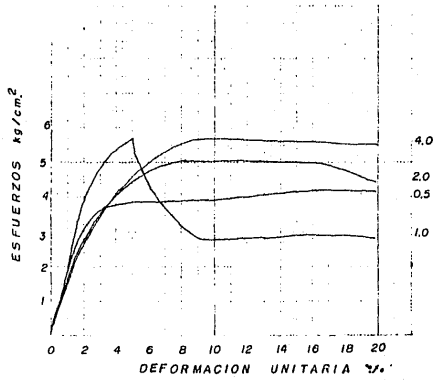
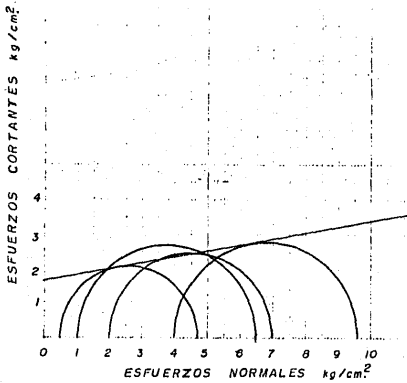
PROCEDENCIA: CUAUTLA MOR.

SONDEO No. 4760

MUESTRA No. 1 PROF. 0.15*0.40m.

DESCRIPCION: _____

FECHA DE ENSAYO: _____



GRAFICA No.6

CIRCULOS DE MOHR, COMPRESION TRIAXIAL

RAPIDA CONSOLIDADA RAPIDA LENTA

PRUEBA	w_1	w_2	e_1	e_2	G_1	G_2	σ_3	$\sigma_1 - \sigma_3$	σ_1	PARAMETROS DE RESISTENCIA AL ESF. CORT.
No.	%	%			%	%	kg/cm ²	kg/cm ²	ton/m ²	
1	9.7		1.17		30.6			1.40	1.583	$q_u = 14 \text{ Tm}^2$
2										
3										
4										
5										
6										

OBRA: TERMINAL DE REC. Y DIST.

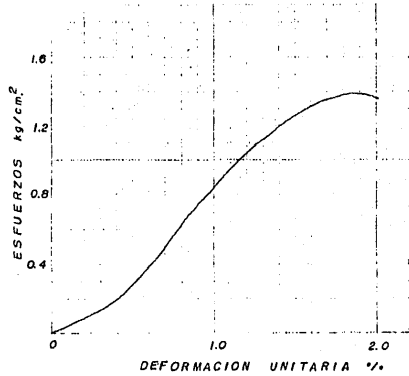
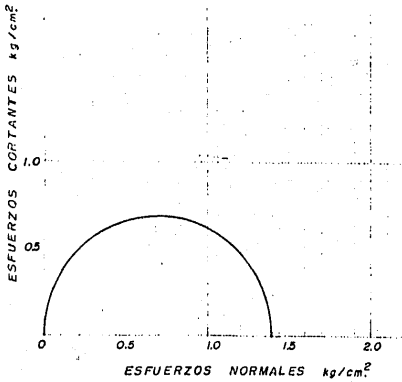
PROCEDENCIA: CUAUTLA MOR.

SONDEO No. 4760

MUESTRA No. 2 PROF. 0.75-1.00 m.

DESCRIPCION: Labrado en cubo

FECHA DE ENSAYO: _____



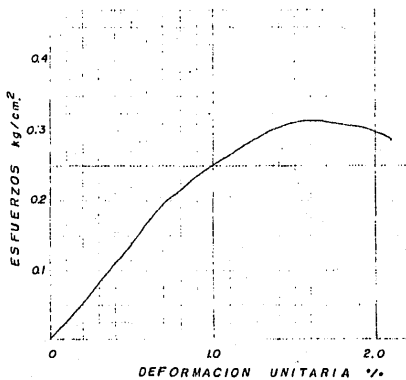
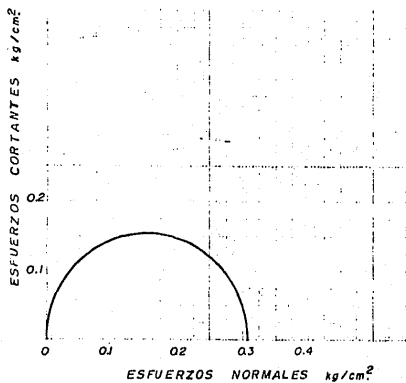
GRAFICA No. 7

CIRCULOS DE MOHR, COMPRESION TRIAXIAL

RAPIDA CONSOLIDADA RAPIDA LENTA

PRUEBA No.	σ_1 %	σ_2 %	e_1	θ_1	G_f %	G_f %	u_3 kg/cm ²	$u_2 - u_3$ kg/cm ²	u_1 ton/m ²	PARAMETROS DE RESISTENCIA AL ESE CORT.
1	25.7		1.332		50.9		0.304	1.419		$q_u = 3 \text{ T/m}^2$
2										
3										
4										
5										
6										

OBRA: TERMINAL DE REC. Y DIST.
 PROCEDENCIA: CUAUTLA MOR.
 SONDEO No. 4761
 MUESTRA No. 1 PROF. 0.05-0.30m.
 DESCRIPCION: _____
 FECHA DE ENSAYO: _____



GRAFICA No. 8

CIRCULOS DE MOHR, COMPRESION TRIAXIAL

RAPIDA CONSOLIDADA RAPIDA LENTA

PRUEBA No.	u_1	u_2	σ_1	σ_2	G_j	G_f	u_3	u_1+u_2	u_1	PARAMETROS DE RESISTENCIA AL ESF. CORT.
	%	%								
1	4.30		0.185		98.8		0.000	10.850	2.43	$q_u = 108.5 \text{ T/m}^2$
2										
3										
4										
5										
6										

OBRA: TERMINAL DE REC. Y DIST.

PROCEDECIA: CUAUTLA MOR.

SONDEO No. 4761

MUESTRA No. 2 PROF. 2.00-4.25m.

DESCRIPCION: Labrado en cubo

FECHA DE ENSAYO: _____

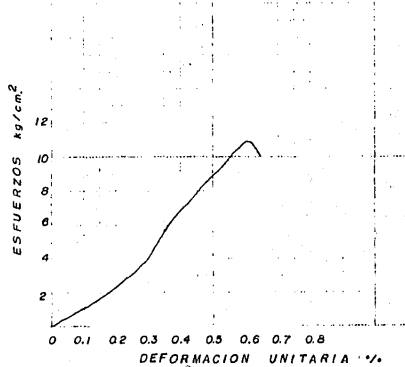
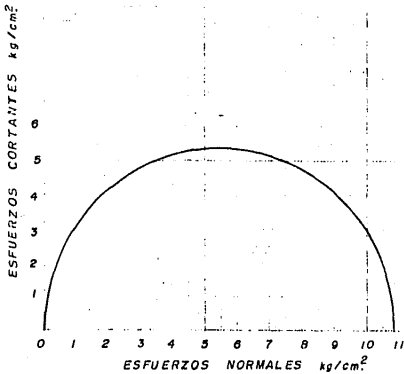


TABLA No. 2

RESUMEN DE CARACTERISTICAS

OBRA: TERM. Y REC. Y DIST.
CUAUTLA MOR.

POZO A CIELO ABIERTO No. 4760

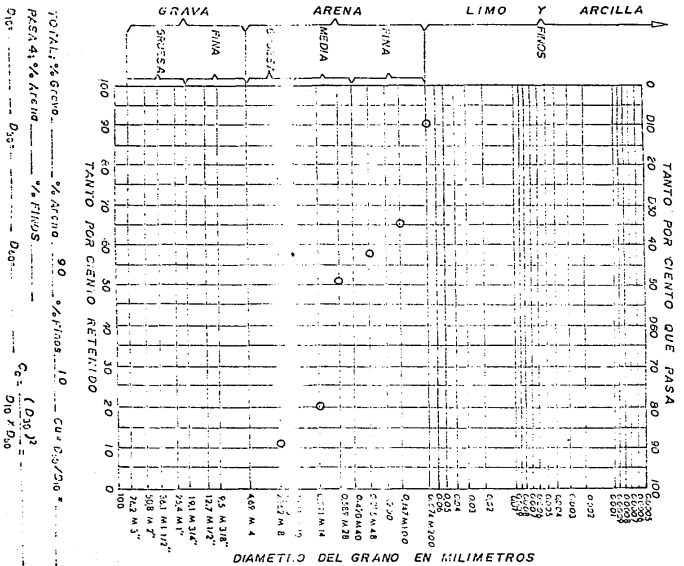
CLASIFICACION	CONTENIDO DE AGUA				DENSIDAD SOLIDA			PRUEBA DE COMPACTACION		PARAMETROS EN PRUEBAS DE ESFUERZOS CONSTANTE								
	LIMITE LIQUIDO				PESO VOL SECO			TIPO DE PRUEBA		TIPO DE PRUEBA								
	20	40	60	80	%	SS	Td	C.L.	opt.	est. opt.	qu	A	C	V	C	M	C	
1	Limo arcilloso color beige. SC - G.C.										18	0*	18					
2	Arena con grava varcilla				Δ	o	2.07	12			14							
3	Conglomerado																	
4																		
5																		
6																		
7																		

PROFUNDIDAD EN Mts.

TABLA No. 4

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

PROCEDENCIA: Cuenca Yacuris IDENTIFICACION LAB. _____
 Trabajo de Recibo y Distribucion: MUESTRA No. 2
 OBRERADOR: _____ FECHA: _____ POZO 4289 PROF. 3.75-4.00m.

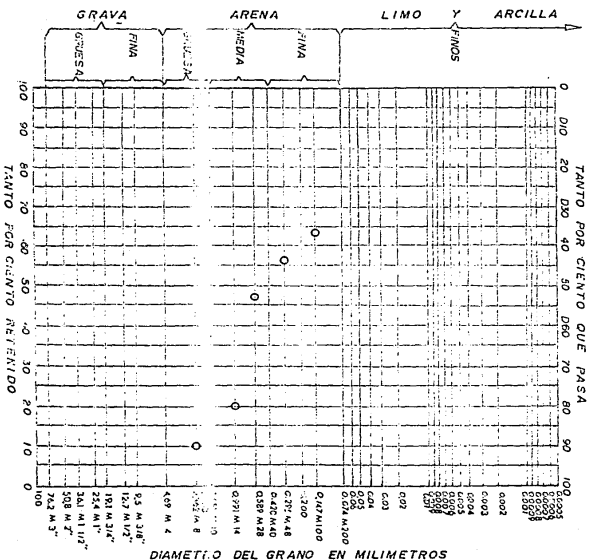


TOTAL: % Arena 90 % Finos 10 Cu = D₆₀/D₁₀ _____
 PASA: % Arena _____ % Finos _____ (D₆₀)² _____
 D₁₀ = _____ D₃₀ = _____ D₅₀ = _____

TABLA No. 5

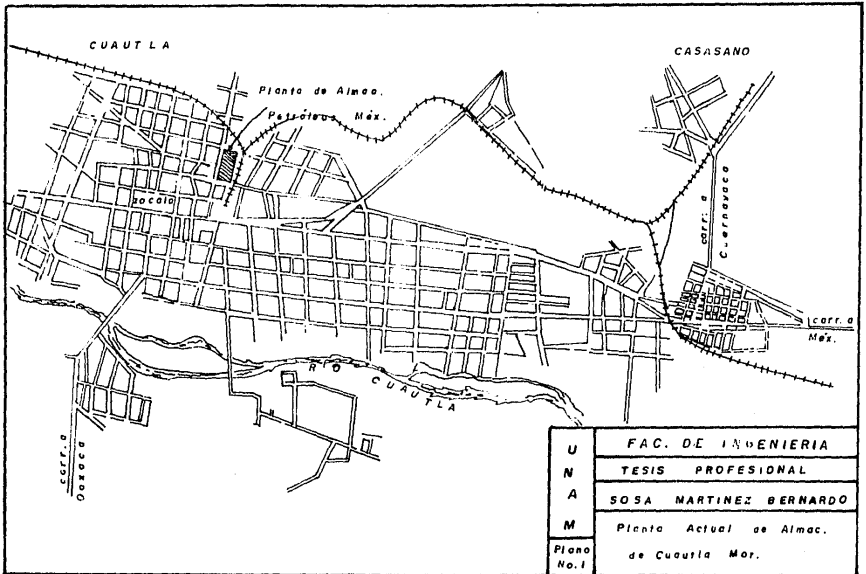
ANALISIS GRANULOMETRICO

PROCEDENCIA: Cuaule, Marelas IDENTIFICACION LAB.:
 Terminal de Retiro y Distribucion MUESTRA No. 2
 OPERADOR: POZO 47BU FECHA: POF 4.00 4.85m

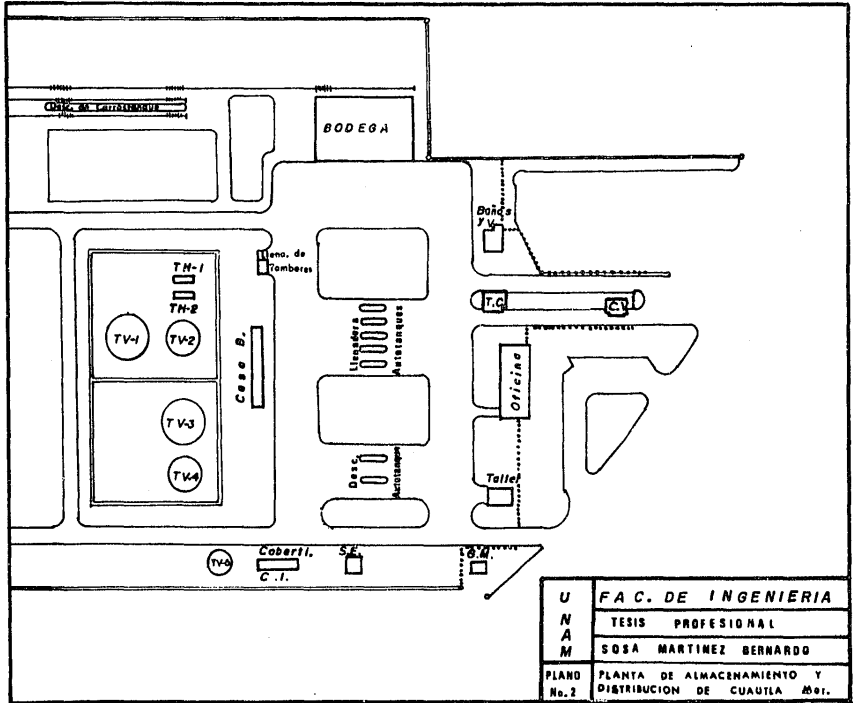


TOTAL % arena: 100
 FCSK 4 1/2 % arena: 100
 D₁₀ = 0.075 mm
 D₃₀ = 0.075 mm
 D₆₀ = 0.075 mm
 C_u = 0.075 / 0.075 = 1
 C_c = 0.075 - 0.075 = 0

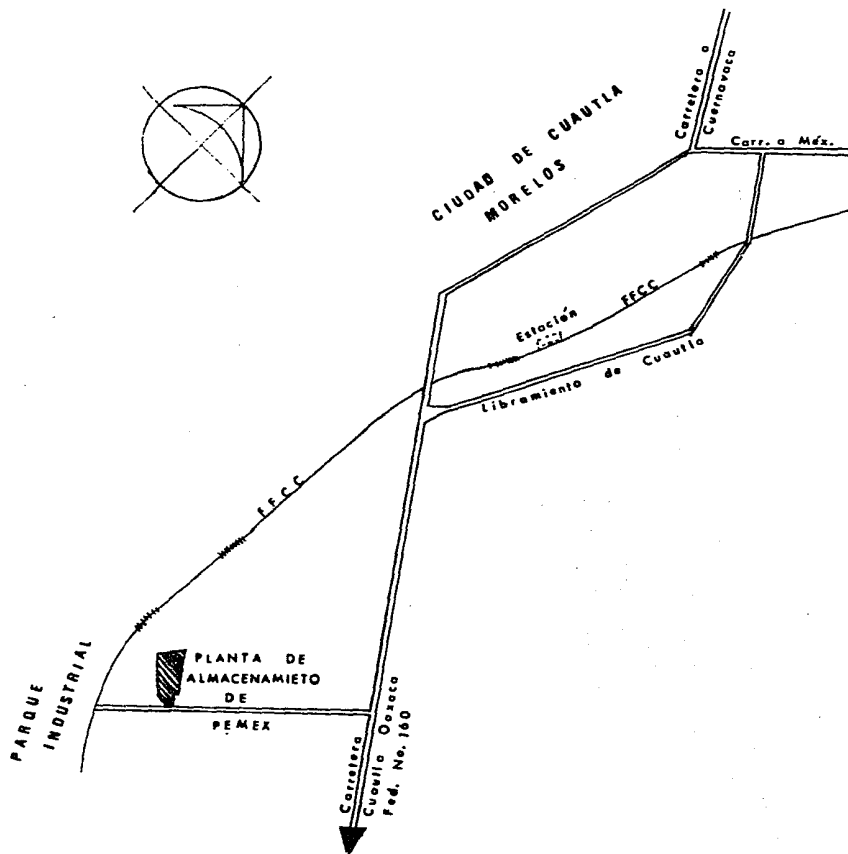
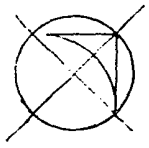
DIAMETRO DEL GRANO EN MILIMETROS



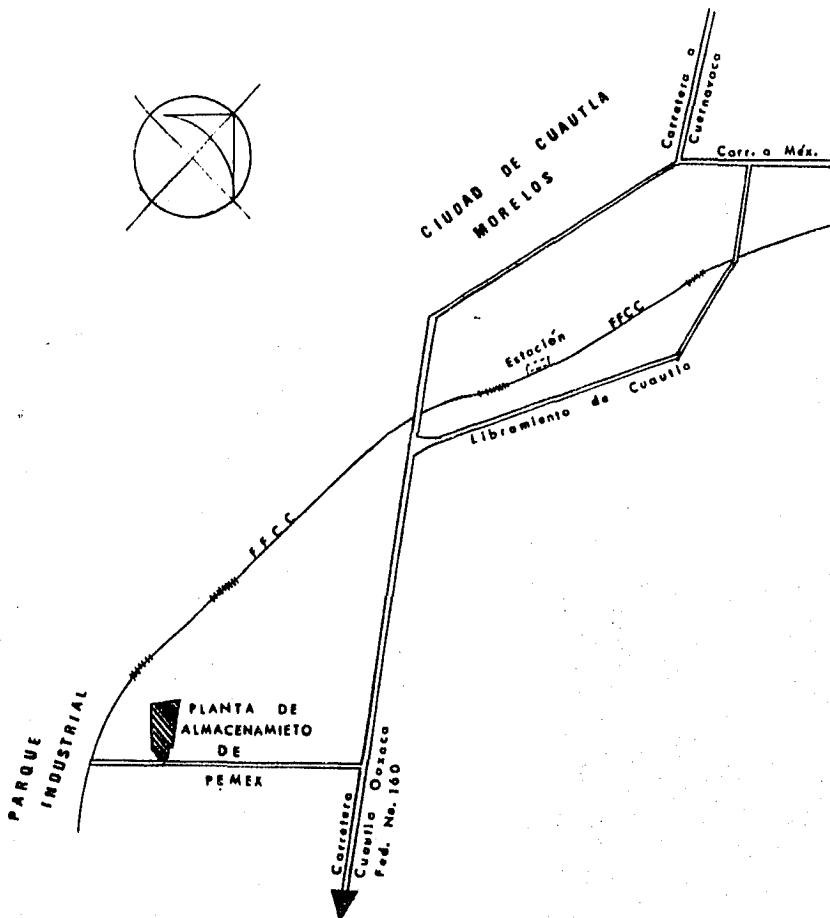
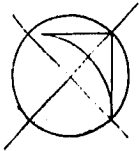
U	FAC. DE INGENIERIA
N	TESIS PROFESIONAL
A	SOSA MARTINEZ BERNARDO
M	Plano Actual de Almac.
Plano No.1	de Cuautla Mor.



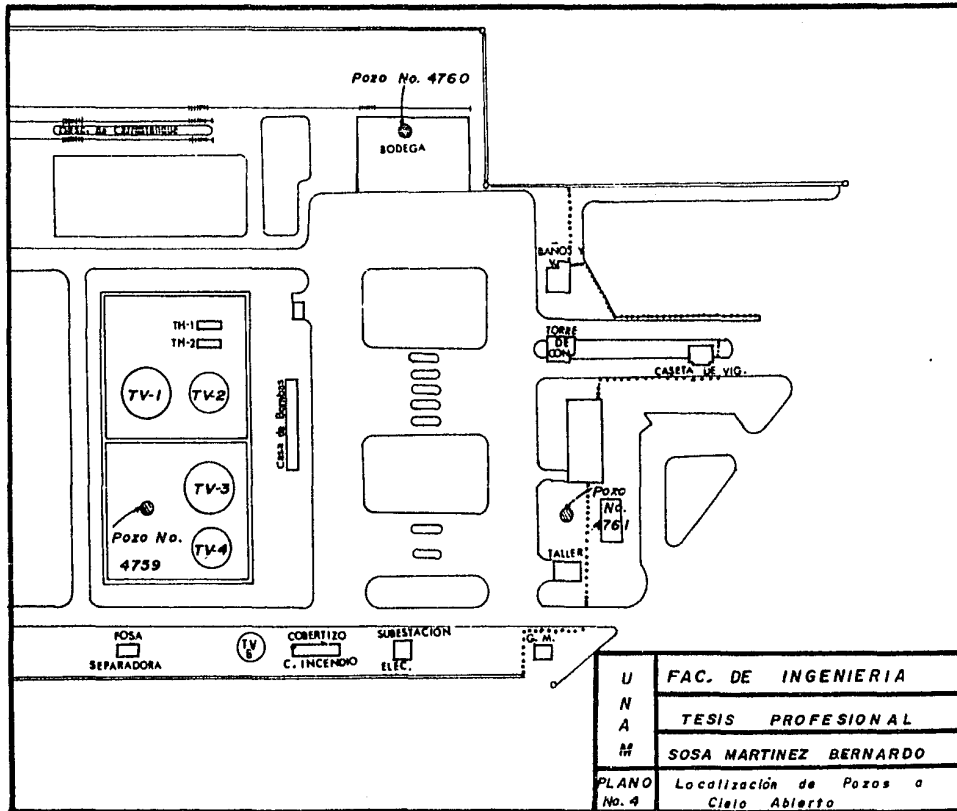
U	FAC. DE INGENIERIA
N	TESIS PROFESIONAL
A	
M	SOSA MARTINEZ BERNARDO
PLANO No. 2	PLANTA DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION DE CUADRIA 201.



U N A M	FAC DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
	SOSA MARTINEZ BERNARDO
Plano No. 3	Plano de Localización



U N A M	FAC DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
	SOSA MARTINEZ BERNARDO
Plano No. 3	Plano de Localización



FAC. DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

SOSA MARTINEZ BERNARDO

Localización de Pozos a Cielo Abierto

TABLA DE DATOS Y DIMENSIONES DE ANILLOS EN CIMENTACION DE TANQUES													
D		A		T		S		P		M		N.O.C.	
TANQUE		CAPACIDAD (L)		DIMENSIONES (CM)		COORDENADAS		M		P		N.O.C.	
TV-1	10.000	17.25	15.75	12.50	11.25	10.00	8.75	7.50	6.25	5.00	3.75	2.50	1.25
TV-2	10.000	17.25	15.75	12.50	11.25	10.00	8.75	7.50	6.25	5.00	3.75	2.50	1.25
TV-3	10.000	17.25	15.75	12.50	11.25	10.00	8.75	7.50	6.25	5.00	3.75	2.50	1.25
TV-4	10.000	17.25	15.75	12.50	11.25	10.00	8.75	7.50	6.25	5.00	3.75	2.50	1.25

FANQUE	COORDENADA	M	E	R	C	A	S
TV-1	10.000	17.25	15.75	12.50	11.25	10.00	8.75
TV-2	10.000	17.25	15.75	12.50	11.25	10.00	8.75
TV-3	10.000	17.25	15.75	12.50	11.25	10.00	8.75
TV-4	10.000	17.25	15.75	12.50	11.25	10.00	8.75

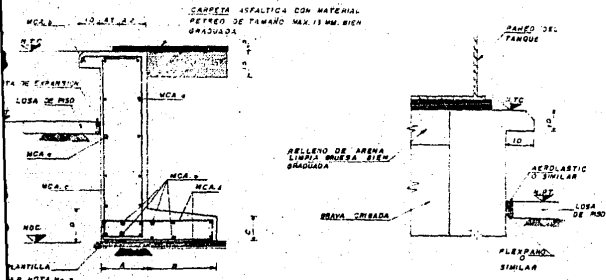
CANTIDADES DE MATERIALES										
CUN	C	R	E	M	M ²	ASPALES	EXCAVACION	ACEROS	DE REFUERZO	M ³
TANQUE	10.000	17.25	15.75	12.50	11.25	10.00	8.75	7.50	6.25	5.00
TV-1	10.000	17.25	15.75	12.50	11.25	10.00	8.75	7.50	6.25	5.00
TV-2	10.000	17.25	15.75	12.50	11.25	10.00	8.75	7.50	6.25	5.00
TV-3	10.000	17.25	15.75	12.50	11.25	10.00	8.75	7.50	6.25	5.00
TV-4	10.000	17.25	15.75	12.50	11.25	10.00	8.75	7.50	6.25	5.00
TOTAL	40.000	70.00	64.50	50.00	45.00	40.00	35.00	30.00	25.00	20.00

NOTAS GENERALES

- 1.- ADICIONES EN CENTIMETROS, EXCEPTO INDICADAS
- 2.- COORDENADAS Y NIVELES EN METROS
- 3.- CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES
 - a) CONCRETO NORMAL DE PESO VOLUMETICO 2400 KG/M³ CON RESISTEN- CIAS A COMPRESION A LOS 28 DIAS DE CURADO EN PLANTILLAS BAO DIMENSIONES 10x10x10 CM EN CIMENTACION FUJICO FORMAT PLACEROS
 - b) ACEROS
 - c) ACERO DE REFUERZO ASTM A615 GRADO 60 (42000 MPa) PARA VARI- AS CORRECCIONES POR METRO EN CILINDRO
- 4.- LOS TRABAJOS DEBEN DE REALIZARSE DE MANERA DE ACERDOR A LA PENDIENTE DE LA TIERRA
 - VARIS M = 10 CM
 - VARIS N = 10 CM
 - VARIS P = 10 CM
- 5.- EL RECURRIMIENTO DE LOS ANILLOS EN LA CIMENTACION DEBE DE SER DE 40 CM EN TODAS LAS DIRECCIONES PARA ANILLOS DE CIMENTACION DESEARAN HA- ZARSE EN PISO FIRMEN EN RADIO DE SOBLES DE 8 VECES EL DIAMETRO DE LA TIERRA
- 6.- LOS ANILLOS DE CIMENTACION SE DESPLANTARAN SOBRE UNA PLANTILLA DE CONCRETO DE 10x10x10 CM DE 3 CM DE ESPESOR
- 7.- LA PARTE SUPERIOR DE ANILLO DEBE DE TENER UN ACABADO LISO Y A NIVEL CON UNA PULCRANCIA EN TODA A LOS 3 CM SIN VARIAR PUNTO DE LA CIR- CUNFERENCIA INTERNA DEBE DE SER DE 100 MICRAS EN TODAS LAS DIRECCIONES
- 8.- EL ANILLO DE PESA CIMENTADA SERA CON TAMAÑO DE PARTICULA DE 2.5 A 4 CM SOLAMENTE EN CASOS DE 10 CM MAXIMO Y CIMENTADA MECANICA- MENTE EN UNO DE LOS SENTIDOS RECTANGULAR

ABREVIATURAS

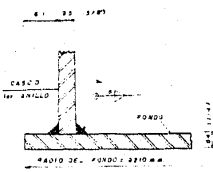
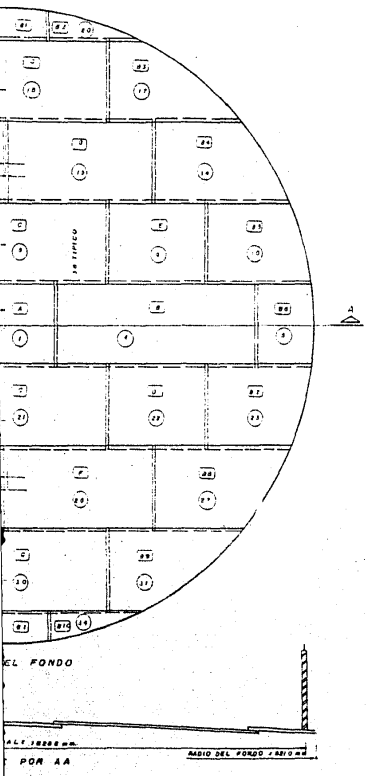
- N.C. NIVEL TIPO DE CONCRETO
- N.M. NIVEL ASO TERMINADO
- N.C. NIVEL DESPLANTE DE CONCRETO



DETALLE "A"

CORTE 2-2

UNAM	FAC. DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
	SOSA MARTINEZ, BERNARDO
PLANO	TANQUES VERTICALES
NO. 1	CIMENTACION





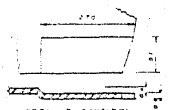
DETALLE DE DRILLA




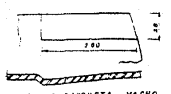
TRASLAPE TÍPICO EN EL FONDO


NOTAS

- 1.-  VARCA DE PLACAS
- 2.-  VARCA SECUENCIA DE MONTAJE



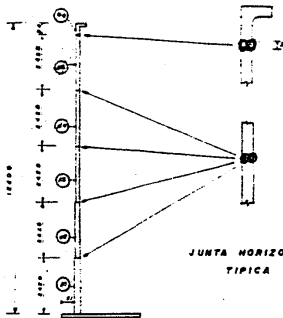
DETALLE BAYONETA HEMBRA  SÍMBOLO



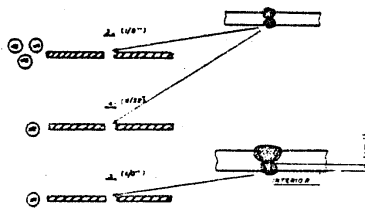
DETALLE BAYONETA MACHO  SÍMBOLO

LISTA DE MATERIALES					
CANTIDADES	PERFIL	LARGO	AREA CONV	PESO	VAL. NOMIN
		(m)	(cm ²)	(kg)	(\$)
1	PL. BARRA	12000	1.10	13.2	
2	PL. BARRA	2000	1.10	2.2	
3	PL. BARRA	1000	1.10	1.1	
4	PL. BARRA	1000	1.10	1.1	
5	PL. BARRA	1000	1.10	1.1	
6	PL. BARRA	1000	1.10	1.1	
7	PL. BARRA	1000	1.10	1.1	
8	PL. BARRA	1000	1.10	1.1	
9	PL. BARRA	1000	1.10	1.1	
10	PL. BARRA	1000	1.10	1.1	
11	PL. BARRA	1000	1.10	1.1	
12	PL. BARRA	1000	1.10	1.1	
13	PL. BARRA	1000	1.10	1.1	
14	PL. BARRA	1000	1.10	1.1	
15	PL. BARRA	1000	1.10	1.1	
16	PL. BARRA	1000	1.10	1.1	
17	PL. BARRA	1000	1.10	1.1	
18	PL. BARRA	1000	1.10	1.1	
19	PL. BARRA	1000	1.10	1.1	
20	PL. BARRA	1000	1.10	1.1	
21	PL. BARRA	1000	1.10	1.1	
22	PL. BARRA	1000	1.10	1.1	
23	PL. BARRA	1000	1.10	1.1	
24	PL. BARRA	1000	1.10	1.1	
25	PL. BARRA	1000	1.10	1.1	
26	PL. BARRA	1000	1.10	1.1	
27	PL. BARRA	1000	1.10	1.1	
28	PL. BARRA	1000	1.10	1.1	
INCREMENTO POR SOBRESA					1.00
VAL. TOTAL DEL FONDO					1800

U N A M	FAC. DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
	SOSA MARTINEZ BERNARDO
PLANO NÚMERO 1000000	TAMBO DE 20,000 BLS. PLANTA ARMADO DEL FONDO



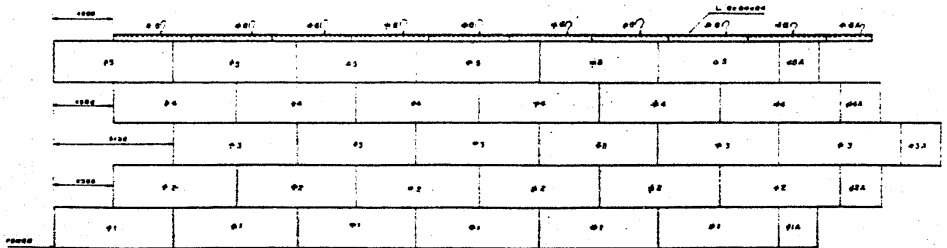
JUNTA HORIZONTAL
TIPICA



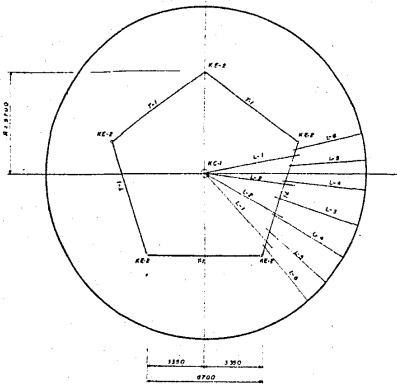
JUNTAS VERTICALES



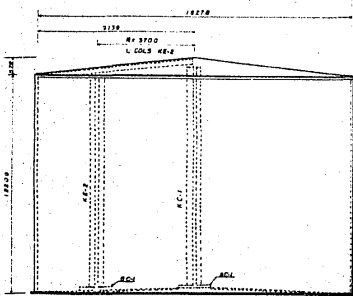
TODAS LAS PLACAS DEL CUERPO IRAN
APARAJAS INTERIORMENTE



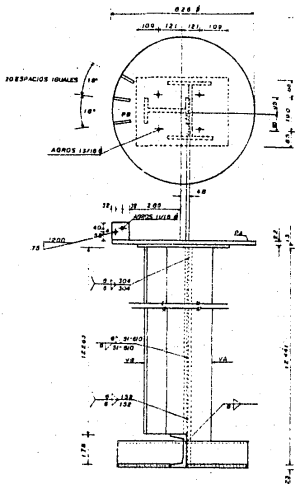
ARREGLO GENERAL PLACAS DEL CUERPO
VISTA EXTERIOR



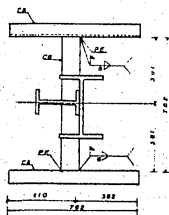
PLANTA



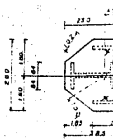
ELEVACION



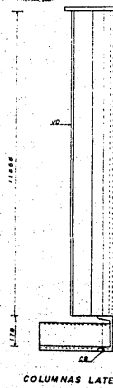
COLUMNA CENTRAL KC-1



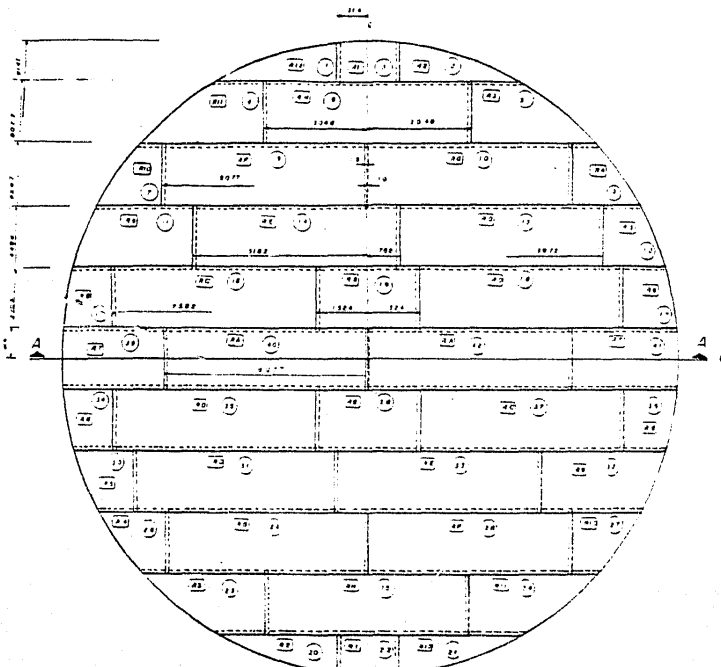
BASE MCA BK1



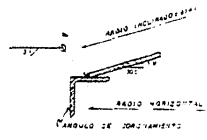
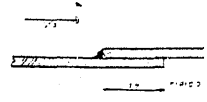
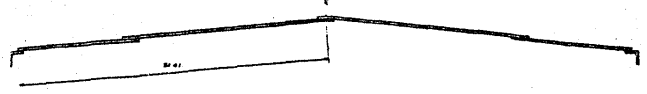
SECCION TIPO DE COLUMNA



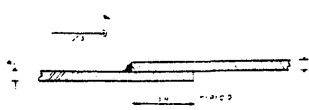
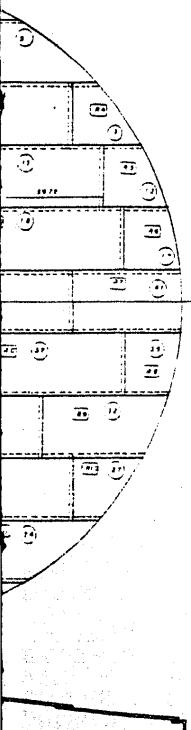
COLUMNAS LATERALES



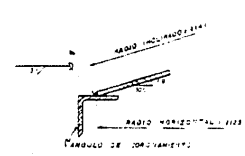
PLANTA DEL TECHO



- SIMBOLOGIA**
- ⊞ WCA DE PLACA
 - ⊞ WCA DE SURENCEJA



TRASLAPAZO TÍPICO EN EL TECHO



DETALLE JUNTA TECHO-DASCO

SIMBOLOGIA
 MCA DE PLACA
 MCA. DE SUCESION DE MONTAJE

LISTA DE MATERIALES

ENCL. Y TALLER	MCA. No. 2215	PERFIL	LARGO	PESO POR M2	AREA	PESO TOTAL
	2	PLACAS 1829x3	8096	37.33	415	337
	2	" 1829x3	3049	"	208	415
	2	" 1829x3	6096	"	418	832
	4	" 1829x3	6096	"	418	1664
	2	" 1829x3	8096	"	418	832
	2	" 1829x3	6096	"	418	832
	2	" 1829x3	6096	"	418	832
	2	PLACAS 1829x3	102	"	79	150
	2	" 1060x3	3474	"	138	276
	2	" 1829x3	3661	"	230	500
	2	" 1829x3	1942	"	133	266
	2	" 1829x3	1810	"	124	248
	2	" 1829x3	1556	"	108	216
	2	" 1829x3	3102	"	212	424
	2	" 1829x3	1556	"	108	216
	2	" 1829x3	3800	"	248	492
	2	" 1829x3	1842	"	133	266
	2	" 1829x3	3661	"	230	500
	2	" 1060x3	3474	"	138	276
SOBRE PESO POR DESCALIBRE						209
PESO TOTAL DEL DIBUJO						11400

UNAM	FAC. DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
	SOUSA MARTINEZ BERNARDO
PLANO No. 10	TARQUE 32 20,000 S.L.
Esc. No. 100-14-01	PLANTA ARMADO DEL TECHO

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

PETROLEROS MEXICANOS.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES DE

PROYECTO Y CONSTRUCCION DE OBRA.

-Norma 2.214.01 Cimentación de Tanques.

2.612.04 Diseño de Tanques Atmosféricos.

3.102.02 Excavación para Edificación y Estructuras.

3.104.02 Cortes.

3.112.01 Elaboración, Transporte, Colocación, Compactación
Acabado y Curado de Concreto.

3.132.01 Preparación de Superficies Aplicación e Inspección
de Recubrimientos para Protección Anticorrosiva.

3.134.01 Colores y Letreros en Instalación Petroleras.

-MECANICA DE SUELOS. TOMO I Y II. Juárez Badillo.Rico Rodríguez.

-A.P.I. Instituto Americano del Petróleo. (American Petroleum
Institute).

Std. 620 " Tanque de Almacenamiento a Baja Presión ".

Std. 650 " Tanques de Acero Soldados para Almacenamiento de Petróleo".

-A.S.M.E. Asociación Americana de Ingenieros Mecánicos. (American
Society of Mechanical Engineers).

Código de Calderas y Recipientes a Presión.

Sección IX "Calificación de Soldadura".