



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**PROYECTO DEL EMISOR PLUVIAL HACIA
LA LAGUNA DE PAJARITOS DEL COMPLEJO
PETROQUIMICO MORELOS.**

T E S I S

Que para obtener el título de

INGENIERO CIVIL

p r e s e n t a

JAIME SEGURA ESTRADA

México, D. F.

1986



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

	PAGINA
I. INTRODUCCION.....	1
II. GENERALIDADES.....	11
II.1 Sistemas de alcantarillado.....	12
II.2 Drenaje en zona industrial.....	13
II.3 Tubos de asbesto-cemento.....	19
II.4 Tubos de concreto.....	22
II.5 Aguas Pluviales.....	26
II.6 Métodos para cálculo de Alc. pluvial.	
III. ESTUDIOS PRELIMINARES.....	36
III.1 Objetivo.....	38
III.2 Trazo.....	39
III.3 Ubicación.....	39
III.4 Trabajos de exploración.	40
III.5 Laboratorio.....	41
III.6 Estratigrafía.....	41
III.7 Mecánica de suelos.....	43
IV. SELECCION DE ALTERNATIVAS.....	47
IV.1 Análisis de capacidad hidráulica.....	49
IV.2 Análisis tramo I.....	52
IV.3 Análisis tramo II.....	54
IV.4 Análisis económico.....	56
V. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.....	61
V.1 Terraplen de precarga.....	62
V.2 Materiales.....	65
V.3 Secciones precoladas.....	67
V.4 Montaje.....	67
V.5 Juntas.....	68
VI. CONCLUSIONES.....	70
BIBLIOGRAFIA.	74

CAPITULO I

INTRODUCCION

C A P I T U L O I I N T R O D U C C I O N

La integración de éste trabajo está basado en las futuras instalaciones del Complejo Petroquímico Morelos.

Petroleos Mexicanos para la refinación de hidrocarburos construye este Centro Industrial, que se localiza en el sureste del País y dentro del territorio del estado de Veracruz. La ciudad de Coatzacoalcos fué un punto de apoyo muy importante para la ubicación de la mencionada Petroquímica, ya que de esta manera se facilita la distribución a nivel Nacional e Internacional de los productos derivados del Petróleo.

Para la operación de las Plantas de Proceso, es necesario construir un Sistema de Alcantarillado acorde a sus necesidades, siendo la construcción del Emisor Pluvial un renglón de apoyo muy importante.

Un Emisor es un conducto que nos sirve para transportar las aguas recolectadas en la red de drenaje al sitio de tratamiento o vertido. En el caso que nos ocupa desalojará aguas provenientes de los drenajes existentes, como el accitoso,

químico (estos, previo a su respectivo tratamiento), sanitario y principalmente pluvial. Este último al salir del área de Plantas de Proceso la mayoría de las veces irá acompañado de pequeños derrames tanto aceitoso como químicos que se mezclan con el agua de lluvia, por lo que se consideró como un factor de gran importancia para el diseño del Emisor .

El presente trabajo establece lo llevado a cabo, desde el estudio hasta el proyecto definitivo sobre el Emisor Pluvial de este Centro Industrial.

Se ha incluido parte de un capítulo referente a los drenajes de una zona industrial a manera de analizar las situaciones que originaron las alternativas más adecuadas para la realización de este proyecto. El capítulo se complementa mencionando cual es el punto de partida para obtener algunos de los datos básicos para el diseño de alcantarillas pluviales.

Se ha puesto énfasis al capítulo Estudios Preliminares (Mecánica de Suelos), como base para establecer una solución apropiada de la sección a utilizar como Emisor.

De igual manera se ha incluido parte de un capítulo referente a Seleccionar las Alternativas, desde el punto de

vista de capacidad hidráulica. Se complementa con un análisis económico del costo total de cada una de ellas.

En el último capítulo se menciona los lineamientos generales de la construcción de esta obra.

La Industria Petroquímica comprende la elaboración de todos aquellos productos químicos que se derivan de los hidrocarburos del Petróleo y del gas natural. Esta elaboración nos permite satisfacer un mercado interno en continua expansión, impulsar un desarrollo formal de una tecnología propia consolidar nuestra presencia en el mercado Internacional y - dar un uso racional y justo de nuestro hidrocarburos.

Debido a esta demanda nacional de productos Petroquímicos básicos, las posibilidades de exportación de excedentes y aprovechando la disponibilidad de hidrocarburos provenientes del gas y del crudo que actualmente se explotan en el área productora de Cactus, Chiapas., originó la necesidad de construir un nuevo Centro Petroquímico.

Este Centro Petroquímico se localiza en el Istmo de Tehuantepec, a 12 Km. al Este de la Ciudad de Coatzacoalcos, - Ver. Se Halla a 1 Km. del Complejo de Pajaritos y a 1.5 Km. del Puerto de Pajaritos. Ocupa un área de 380 hectáreas y forma parte del municipio de Coatzacoalcos, Ubicándose en los 4 terrenos que pertenecen a los ejidos Gavilan de Allende y - Pajaritos, Ver.

Cuenta con un sistema local de coordenadas, formadas en base a una mojonera cuyas coordenadas geodésicas se conocen (longitud, latitud, altitud), con la finalidad de optimizar los trabajos topográficos, desde los puntos de vista de economía e ingeniería.

Los hidrocarburos, Etano y fracción Butilenos-Butadienos, serán procesados en este Complejo para obtener los productos petroquímicos Polietileno, Polipropileno, Acetaldehído, entre otros.

El Etano se obtendrá separándolo del gas natural y de los propios líquidos del gas natural que se obtendrán en las Plantas Criogénicas de Cactus, Chiapas. La fracción Butilenos-Butadienos se obtendrá como subproducto de las operaciones de la Planta del Complejo Pajaritos, la Cangrejera y el nuevo Centro Petroquímico Morelos, a su vez podrá recibir la que se obtenga de Poza Rica, Ver., en caso necesario.

El Complejo Industrial Morelos está integrado por las Plantas de Proceso, las Plantas de Servicios Auxiliares y las instalaciones necesarias para los Servicios Administrativos, Laboratorios, Talleres, Almacenes, Bodegas, Almacenamiento, Bombeo y Embarque de los productos.

El Complejo Morelos contará con trece Plantas de Proceso que a continuación se mencionan:

Planta Fraccionadora:

Capacidad: 104,000 Bls/día

Carga: Gases licuables (hidrocarburos)

Función: Enviar materias primas a las Plantas de Etileno y Propileno.

Producto: Naftas ligera y pesada, butano, etano y propano.

Planta de Etileno:

Capacidad: 1,500 Ton/día

Carga: Etano

Función: Enviar materia prima a las Plantas Oxido de Etileno Polietileno, Acetaldehído, Butadieno y Polipropileno.

Producto: Etileno

Subproductos: Hidrógeno, propano, mezcla de butanos, gasolinas y propileno.

Planta Oxido de Etileno:

Capacidad: 600 Ton/día

Carga: Etileno y Oxígeno.

Producto: Oxido de etileno

Usos: Fibras sintéticas (Polyéster y Dacrón), películas, detergentes, anticongelantes, etc.

Planta de Oxígeno:

Capacidad: 1,050 Ton/día

Carga: Aire

Función: Enviar materia prima a la Plantas Oxído de Etileno
y Acetaldehído.

Producto: Oxígeno

Subproducto: Nitrógeno.

Planta de Propileno:

Capacidad: 1,050 Ton/día

Carga: Propano

Función: Enviar materia prima a la Plantas Polipropileno, Al-
cohol Isopropílico, Acrilonitrilo y Polietileno.

Producto: Propileno, grado polímero y grado técnico.

Subproducto: Mezcla isobutanos, gas combustible.

Planta de Polipropileno:

Capacidad: 300 Ton/día

Carga: Propileno

Producto: Polipropileno.

Usos: Fibras de polipropileno, películas, resinas, componen-
tes electrónicos, etc.

Planta de Polietileno:

Capacidad: 300 Ton/día

Carga: Etileno

Producto: Polietileno

Usos: Plásticos, bolsas, cables, juguetes, moldes, etc.

Planta de Butadieno:

Capacidad: 300 Ton/día

Carga: Butano-Butileno

Producto: Butadieno

Subproducto: Butano, mezcla isobutanos y gasolina.

Usos: Para la Industria Hulera.

Planta de Acrilonitrilo:

Capacidad: 150 Ton/día

Carga: Propileno y amoniaco

Producto: Acrilonitrilo.

Usos: En la Industria Hulera, fibras sintéticas, pinturas, medicinas, etc.

Planta de Alcohol Isopropílico:

Capacidad: 225 Ton/día

Carga: Propileno y Agua

Producto: Alcohol isopropílico.

Usos: Aumentar el octanaje de la gasolina, cosméticos, etc.

Planta de Acetaldehído:

Capacidad: 450 Ton/día

Carga: Etileno y oxígeno

Producto: Acetaldehído

Usos: Resinas, perfumería, fibras sintéticas, hule, etc.

Planta de Servicios Auxiliares:

Capacidad: Generación 144,000 KW

Función: Alimentar de energía eléctrica, vapor y agua tratada a la Plantas de Proceso.

Planta de Acido Acrílico y Acroleína:

Capacidad: 36,000 Ton/año

Carga: Oxígeno y Propileno

Producto: Acido Acrílico y Acroleína

Usos: Alimentos balanceados, plásticos, etc.

C A P I T U L O I I

G E N E R A L I D A D E S

C A P I T U L O I I
G E N E R A L I D A D E S

En un Centro Petroquímico es lógico pensar que habrá -- desechos químicos, aceitosos, entre otros, los cuales generaran diferentes tipos de drenaje. Parte de este capítulo menciona los drenajes existentes, ejemplifica de donde provienen estos para después hablar sobre los materiales empleados en los conductos, detallandose por el de concreto, simple y reforzado, por ser el más comúnmente usado. Se complementa mencionando la obtención de algunos datos para el diseño de alcantarillados pluviales.

II. I Sistema de Alcantarillado.

Se define Sistema de Alcantarillado, el conjunto de estructuras, ductos, equipo y accesorios que sirven para recolectar, concentrar, adecuar y alejar, en forma segura y eficiente, los residuos líquidos de una comunidad o zona industrial, sin ocasionar problemas de contaminación al medio ambiente.

Se consideran básicamente divididos en dos grupos principales:

- a).- En zonas o áreas habitacionales.
- b).- En zonas o áreas industriales.

Estos a su vez pueden ser divididos en:

- 1).- Sistema separado.
- 2).- Sistema combinado.
- 3).- Sistema mixto.

Genericamente se puede dividir a los residuos líquidos en: Aguas negras, de desecho industrial y pluviales.

Debido a que el presente trabajo está referido al drenaje de una Zona Industrial, se hablará al respecto a continuación:

II.2 Drenaje en Zona Industrial.

El drenaje en la Zona Industrial se puede clasificar de la siguiente manera:

II.2.1 A).- Por Servicio: Estos drenajes se clasifican en cuatro tipos:

- a).- Drenaje Aceitoso.
 - b).- Drenaje Químico.
 - c).- Drenaje Pluvial.
 - d).- Drenaje Sanitario.
- a).- Drenaje Aceitoso: Este drenaje recolecta y conduce aguas, contaminadas con hidrocarburos, que no son corrosivas, producto de las purgas del equipo de proceso y de los derrames del aceite de lubricación.
- b).- Drenaje Químico: Este drenaje recolecta y conduce aguas contaminadas con productos tóxicos y/o corrosivas, producto de los derrames de piso del área de proceso y de almacenamiento.

- c).- Drenaje Pluvial: Este recolecta y conduce aguas libres de contaminación por hidrocarburos, productos tóxicos, corrosivos, aguas negras o jabonosas, excepto al salir de algunas plantas de proceso el que puede considerarse como drenaje contaminado.
- d).- Drenaje Sanitario: Este drenaje recolecta y conduce - aguas negras procedente áreas administrativas, casas de control y vestidores.

II.2.2 B).- Por Areas.

Las áreas son las siguientes:

- 1).- De Proceso: Estas áreas tienen tres tipos de drenaje: Aceitoso, Químico y Sanitario. Los dos primeros dependen de los líquidos que se puedan derramar de las purgas de los equipos, y el tercero de los sanitarios de dicha área.
- 2).- De Almacenamiento: Esta área comprende los tanques de almacenamiento de todo tipo. Estas tendrán un sistema de drenaje doble, ya sea Pluvial- Aceitoso o Pluvial- Químico, con sus respectivas válvulas, con objeto de poder enviar selectivamente las aguas a uno u otro drenaje.
- 3).- De Carga y Descarga: Estas áreas contarán con drenaje Aceitoso, En caso de llenaderas de gases licuados no drenables, el área contará con drenaje Pluvial exclusivamente, y en caso de llenaderas de productos químicos tóxicos y corrosivos, el área contará con drenaje Químico.

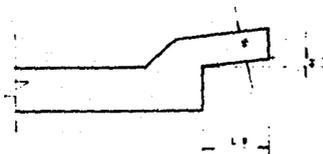
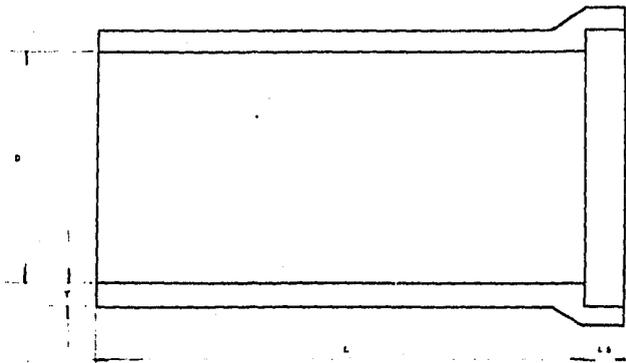
- 4).- Calderas y Tratamiento de Agua: El área de calderas contará con drenaje Aceitoso y/o Pluvial. En áreas de plantas de tratamiento se instalará drenaje Químico o Pluvial, esto es en base al sistema de tratamiento.
- 5).- De Torres de Enfriamiento: Esta área contará con drenaje Aceitoso y Pluvial.
- 6).- De Talleres: Esta área contará con drenaje Pluvial, - Aceitoso y Sanitario.
- 7).- De Laboratorios: Esta área contará con drenaje Químico Pluvial y Sanitario.
- 8).- De Centrales de Bombeo: Esta contará con drenaje Aceitoso y Sanitario.
- 9).- De Subestaciones Eléctricas: Esta dispondrá de drenaje Aceitoso.

II.2.3 C).- Por Identificación.

En esta Clasificación las tuberías de drenaje se identifican de acuerdo a un código de colores y la letra inicial del tipo de drenaje de que se trate. Esto es:

DRENAJE	COLOR	LETRA INICIAL
Aceitoso	Café	A
Químico	Anaranjado	Q
Pluvial	Azul	P
Sanitario	Negro	S

Esta identificación se realiza en los brocales de registro y en los pozos de visita.



UNAM		FACULTAD DE INGENIERIA
TUBO DE ASBESTO CEMENTO		
JAIME SEGURA ESTRADA		
ESC SIN.	ACOT CMS.	ABRIL 1986

II.2.4 Materiales.

Los materiales empleados en los diferentes tipos de tuberías serán según la clase de drenaje de que se trate. Los principales son: Concreto, concreto armado, asbesto-cemento resinas epóxicas, fierro fundido, barro vitrificado, acero , y materiales plásticos como PVC * y PE**

Para el drenaje Aceitoso se emplean tubos de fierro fundido hasta diámetros de 14" , para diámetros mayores se usan de concreto armado recubiertos interiormente con productos epóxicos.

Para el drenaje Químico se emplean tubos de barro vitri-ficado, PVC , fibra de vidrio con resinas epóxicas, concreto con aditivo resistente a los ácidos, PE y fierro fundido re-cubierto con resinas epóxicas.

Para el drenaje pluvial se emplean tubos de fierro fundido, concreto, concreto armado, acero, asbesto-cemento, PVC y-PE.

Para el drenaje Sanitario se emplean tubos de barro vitri-ficado, asbesto-cemento, concreto, concreto armado y dentro de los edificios tubos de fierro fundido, PVC y PE.

* cloruro de polivinilo

** polietileno.

Dímetro Interior (D) cm	Longitud Colocado (L) cm	Dímetro Interior en Boca de Campana (Da) mm	Profundidad de la Campana (Lc) mm	Conicidad Mínima de la Campana % Lc	Espesor de las Paredes (T) mm	Espesor de la Campana (T) mm
10	91	152	38	1:20	14	11
15	91	210	51	1:20	16	12
20	91 ó 122	273	57	1:20	19	14
25	91 ó 122	330	64	1:20	22	17
30	91 ó 122	387	64	1:20	25	19
35	91 ó 122	476	64	1:20	32	24
45	91 ó 122	565	70	1:20	38	29
55	91 ó 122	749	76	1:20	54	41

Dimensiones de Tubos de Concreto sin Reforzar con Extremos Plano y de Campana.

(Tabla 2.1)

Tamaño Nominal (Diámetro interior) D (cm)	Concreto $f'_{cm} = 200 \text{ Kg/cm}^2$			Concreto $f'_{cm} = 250 \text{ Kg/cm}^2$			Concreto $f'_{cm} = 300 \text{ Kg/cm}^2$		
	Espesor de la pared T (mm)	Refuerzo de acero circular, cm^2/m		Espesor de la pared T (mm)	Refuerzo de acero circular, cm^2/m		Espesor de la pared T (mm)	Refuerzo de acero circular, cm^2/m	
		Línea interior	Línea exterior		Línea interior	Línea exterior		Línea interior	Línea exterior
30	43	1.3		51	1.5				
38	48	1.3		57	1.9				
45	63	1.3		64	2.5				
60	76	1.5		76	3.6		76	5.5	
76	89	1.9		89	4.7		89	6.5	
91	102	2.0	3.0	102	3.8	3.8	102	5.9	5.9
107	114	3.4	3.4	114	4.5	4.5	114	7.0	7.0
122	127	4.5	4.5	127	5.3	5.3	127	8.0	8.0
152	152	6.1	6.1	152	7.0	7.0	152	10.6	10.6
183	178	7.4	7.4	178	8.5	8.5	178	12.7	12.7

REQUISITOS PARA TUBOS DE CONCRETO REFORZADO

(Tabla 2.2)

II.3 Tubos de Asbesto-Cemento.

A continuación se mencionan las pruebas a que se someten los tubos de asbesto-cemento con el fin de controlar la calidad de estos.

II.3.1 Prueba Hidrostática.

Tiene por objeto probar la impermeabilidad del tubo contra filtraciones externas e internas. Consiste en lo siguiente: Se cierra el tubo en sus dos extremos con tapones de madera o metal cubiertos con hule, para que el sello sea hermético. A uno de los tapones se le coloca un niple de 19 mm. de diámetro con rondana de hule y tuercas, si el tapón es de madera, o soldado, si es de metal. El niple se conecta, mediante un tubo flexible, a una bomba accionada manualmente o a las tuberías de agua, si la presión es suficiente. La presión, medida por medio de un manómetro se aplicará en la forma siguiente; 3.5 Kg/cm^2 durante cinco segundos para tubos de clase B. 17.5 Kg/cm^2 durante cinco segundos para tubos de clase A. Al cabo de los cuales, los tubos no deben presentar pérdidas ni exudaciones de agua.

La clasificación clase A, obedece según a las presiones internas a las que puedan estar sujetas. La clasificación clase B, obedece según el cociente resultante de dividir las cargas mínimas de ruptura al aplastamiento expresadas en Kg/m , entre el diámetro nominal del tubo expresado en metros.

II.3.2 Prueba de Resistencia a la Flexión.

Esta prueba se efectúa en tubos de clase A en todos los diámetros y en tubos de clase B en diámetros de 150 mm, debido a que en diámetros mayores que éste el momento resistente de la sección es suficiente. Las probetas tienen una longitud de 3.0 m y el claro entre los soportes deberá ser de 2.70 m, las cargas se aplican al tercio del claro.

Los probetas se deberán romper a una carga mayor o igual a la indicada en la tabla 2.3

Diámetro Nominal (mm)	A (Kg)	B (Kg)
50	80	-
60	120	-
75	170	-
100	290	-
125	470	-
150	710	450
200	1450	-

Resistencia Mínima a la Flexión.

(Tabla 2.3).

II.3.3 Prueba de Resistencia al Aplastamiento.

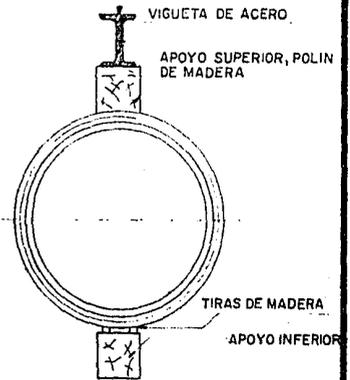
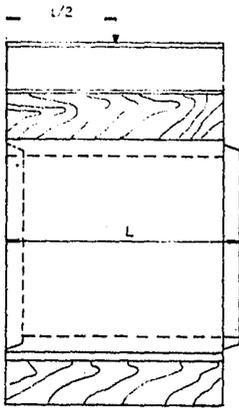
Las probetas deben resistir cargas mayores o iguales a las indicadas en la tabla 2.4

Diámetro Nominal (mm)	A-5 Kg/m	B-6 Kg/m	B-7.5 Kg/m	B-9 Kg/m	B-12 Kg/m.
50	5200				
60	4300				
75	3650				
100	3000				
125	2750				
150	2650			1500	1800
200	2550		1500	1800	2400
250	2700	1500	1875	2250	3000
300	3000	1800	2275	2700	3600
350	3300	2100	2625	3150	4200
400	3650	2400	3000	3600	4800
450	3950	2700	3375	4050	5400
500	4250	3000	3750	4500	6000
600	4900	3600	4500	5400	7200
750	5850	4500	5625	6750	9000
900	6800	5400	6750	8100	10800
1000	-	6000	7500	9000	12000

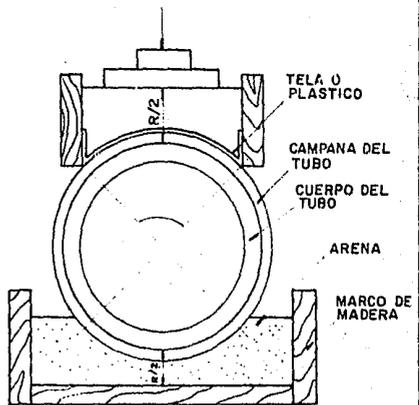
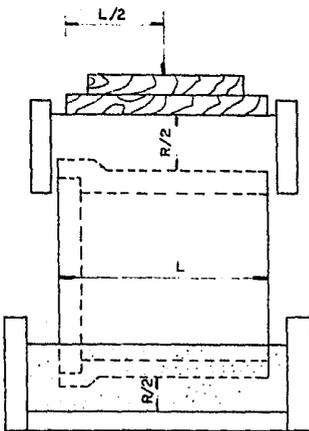
Resistencia Mínima al Aplastamiento.

(Tabla 2.4)

Otras pruebas aplicables a estos tubos son las siguientes: Juntas e Impermeabilidad, Reventamiento, Coeficiente de Escurrimiento y Alcalinidad.



METODO DE APOYO EN TRES ARISTAS



METODO DE APOYO EN ARENA

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	
PRUEBAS DE RESISTENCIA EN TUBOS		
JAIME SEGURA ESTRADA		
ESC. SINF	ACOT	ABRIL 1986

II.4 Tubos de Concreto.

II.4.1 Prueba Hidrostática.

Esta se realiza igual que la de los tubos de asbesto-cemento, excepto en la presión que se le da. La presión aplicada en estos tubos, es la siguiente: 350 gr/cm² durante cinco minutos e inmediatamente después se le aumenta a 700 gr/cm² durante un tiempo de 10 minutos, y por último 1050 gr/cm² durante 15 minutos.

II.4.2 Prueba de Resistencia.

En tubos reforzados la carga se aplica a razón de 3000 Kg por metro de tubo y por minuto y en tubo sin refuerzo a razón de 1000 Kg por minuto y durante el tiempo indispensable para observarla y anotarla; la prueba termina cuando en el tubo aparecen grietas que atraviesen todo su espesor. La resistencia se calcula dividiendo la carga total necesaria para agrietar el tubo, entre la longitud neta interior del mismo.

A continuación se menciona el procedimiento a seguir para la realización de esta prueba por medio de dos métodos: Método de Apoyo en Tres Aristas y Método de Apoyo en Arena.

II.4.3 Método de Apoyo en Tres Aristas.

Se coloca el tubo longitudinalmente sobre dos tiras paralelas de madera, de sección cuadrada de 2.5 X 2.5 cms. fijas a un polín de madera de cuando menos 15 X 15 cms. de sección, separadas entre sí 2.5 cms. por cada 30.5 cms. de - -

diámetro nominal del tubo. El espacio entre las tiras se rellena con mortero yeso-arena, en un espesor de 2.5 cms. colocando el tubo cuando el mortero esté aún en estado plástico. Las esquinas interiores de las tiras estarán redondeadas, - como se indica en la figura de la siguiente página.

El apoyo superior es un polín de madera de 15 X 15 cms. colocado a lo largo del lomo del tubo y asentado sobre una - capa de mortero yeso-arena.

El polín se asienta cuando el mortero esté aún en estado plástico. La carga debe ser vertical y simétrica con respecto al tubo y a los apoyos inferiores, y se aplica a través de una vigueta de acero, colocada sobre el polín superior de apoyo, con la suficiente rigidez para no deformarse.

II.4.4 Método de Apoyo en Arena.

En este método el tubo se apoya, en la parte superior e inferior y simétricamente con el eje vertical, en dos camas de arena de un espesor igual a la mitad del radio del mismo - que cubran un cuarto de su circunferencia. La arena debe ser limpia y contener cuando menos 5% de humedad, deberá pasar la malla No.4. La del apoyo inferior estará suelta cuando se coloque el tubo. La superficie de la arena del apoyo superior se nivelará con rasero y se cubrirá con una capa rígida de - madera dura o algún otro material resistente que transmita la carga uniformemente, la cual se aplicará en el centro de esta placa, de preferencia a través de un apoyo esférico o de dos rodillos en ángulo recto. La carga puede aplicarse por medio de una máquina de prueba o bien colocando peso sobre una pla-

taforma que descansa sobre la placa de apoyo, aplicando los pesos en forma simétrica con relación a los ejes longitudinal y transversal del tubo.

La plataforma no deberá estar en contacto con el marco de la cama de arena y a su vez los marcos superior e inferior no estarán en contacto con el tubo. No deberá haber fugas de arena entre el marco y el tubo.

La carga de ruptura de los tubos sin refuerzo, sometidos a la prueba de resistencia, no será menor de la indicada en la tabla 2.5

Diametro Interior (cm)	Método de Apoyo en Tres Aristas (Kg/m)	Método de Apoyo en Arena (Kg/m)
10	1490	2230
15	1640	2450
20	1930	2900
25	2080	3130
30	2230	3350
38	2600	3900
45	2970	4460
60	3570	5360

Carga Mínima de Ruptura. Tubos de Concreto sin Refuerzo

(Tabla 2.5)

En la prueba de resistencia para tubos reforzados, se consideran como cargas críticas las que producen una grieta de 0,25 mm y una grieta considerada de ruptura la que atravieza el espesor del tubo. Los valores de estas cargas no serán menores que las indicadas en la tabla 2.6

Diámetro Interior (cm)	Concreto $f'c=200$		Concreto $f'c=250$		Concreto $f'c=300$	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
30	2679	4019	3350	5200		
38	2977	4466	3900	6050		
45	3275	4912	4450	6700		
60	3572	5357	4450	7450	5950	8950
76	4018	6027	5000	8550	7450	11150
91	4464	6697	6050	9800	8950	13400
107	4762	7143	7050	10950	10400	15600
122	5060	7590	8050	11900	11900	17850
152	5963	8929	8959	14900	13400	22300
183	6698	10047	9800	17850	14750	26800

Cargas Mínimas para Tubos de Concreto Reforzado.

(Método de Apoyo en Tres Aristas *).

(Tabla 2.6)

- (1) Carga en Kg/m que produce una grieta de 0.25 mm.
- (2) Carga en Kg/m que produce la ruptura del tubo.
- (*) Las cargas mínimas en la prueba de resistencia por el Método de Apoyo en Arena, serán una y media veces las indicadas en la tabla.

II.5 Aguas Pluviales.

La humedad siempre está presente en la atmósfera, aún en los días sin nubes, sin embargo para que ocurra la precipitación se requiere de algún mecanismo(temperatura) que enfríe el aire lo suficiente para que se origine la condensación y el crecimiento de las pequeñas gotas. Los enfriamientos de grandes masas, necesarios para que se produzcan cantidades significativas de precipitación, se logran cuando ascienden las masas de aire. La precipitación incluye toda el agua que cae de la atmósfera a la superficie terrestre. Hay dos clases de información relativas a precipitaciones pluviales y escurrimientos:

- a).- Registros de agua colectada en periodos fijos(días, meses, semanas o años).
- b).- Registros de intensidades y duraciones de lluvia o avenidas individuales.

II.5.1 Intensidades de Lluvia: El estudio de las intensidades de lluvia y escurrimientos máximos de avenidas es el punto de partida para el diseño de alcantarillados pluviales, combinados y sus obras accesorias. Para el diseño de alcantarillados pluviales es necesario investigar la forma de ocurrencia de las lluvias. El dato de altura total llovida no es importante, si no se relaciona con su integración en el tiempo. La rapidez de variación de la altura de lluvia con respecto al tiempo se llama intensidad.

Luego $h / t = i$

Sus unidades comunes son $\frac{\text{cm ó mm}}{\text{hr}}$

Los valores de las intensidades de una lluvia dada, se obtienen a partir de los datos suministrados por un pluviógrafo.

II.5.2 Pluviógrafos.

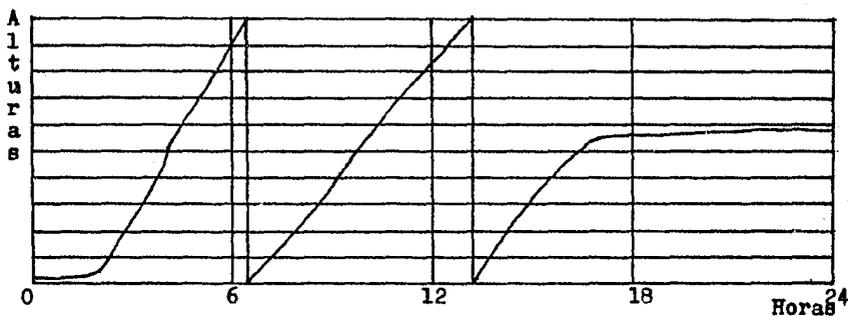
Es un aparato que sirve para conocer la distribución de la (s) tormenta (s) y la intensidad. Existen tres tipos de pluviógrafos:

- 1).- De Flotador: Es el más comúnmente usado. Consiste de un dispositivo similar a un pluviómetro. En el recipiente donde descarga el embudo tiene un flotador que se conecta a una varilla vertical que tiene una plumilla que marca sobre una gráfica que gira en un dispositivo con mecanismo de reloj. Cuando se llena el depósito se vacía automáticamente por un sifón.
- 2).- De Pesada o Resorte: Consiste de un recipiente colocado sobre una báscula. El resorte calibrado actúa una plumilla que incide en una gráfica movida por un mecanismo de reloj. Se vacía también por un sifón.
- 3).- Basculante: El agua es recolectada por un embudo que la transporta a unos recipientes basculantes, los cuales se voltean cuando están llenos, descargando su contenido, de tal forma que mientras uno se llena el otro no recibe agua. El movimiento alterno cierra circuitos eléctricos que mandan una señal que se registra en una gráfica mo-

vida por un mecanismo de reloj.

II.5.3 Pluviogramas.

La gráfica trazada en un pluviógrafo se llama pluviograma. En los dos primeros tipos es una línea continua, como se ilustra en la figura siguiente:



La línea vertical indica el vaciado del recipiente por el sifón. En el tercer tipo, la gráfica es escalonada.

A partir de los pluviogramas se obtienen las intensidades máximas, ya que son las que tienen influencia en el diseño, empleando para ello dos métodos; Método Analítico y Método Gráfico.

Método Analítico.- Puede ilustrarse como sigue:

a).- Para intervalos de 5 en 5 minutos y múltiplos de 5 en los tiempos grandes, obtener las alturas acumuladas y las parciales.

b).- Obtener las máximas alturas para los tiempos elegidos como se indicó más arriba. Las alturas serán siempre formadas con combinaciones de valores consecutivos.

Método Gráfico.- Los valores de las alturas máximas es más fácil encontrarlos con una plantilla transparente. Generalmente son suministrados por los fabricantes de pluviógrafos, pero si no se dispone de ellas se pueden construir con material transparente. Las paralelas al eje de los tiempos se conservan, trazando sólo las verticales que corresponden a los tiempos seleccionados.

Colocando la plantilla sobre el pluviograma resulta sencillo encontrar el valor de las máximas alturas que corresponden a cada tiempo.

II.5.4 Frecuencia de Lluvias Intensas.

Calculadas las intensidades máximas para cada lluvia, nos interesa conocer la frecuencia de estas, para obtenerlas se pueden usar varios métodos de análisis: Método de Graficación Directa y el Método Probabilístico.

Del análisis estadístico de los pluviogramas se obtienen curvas de intensidades máximas para una frecuencia dada (periodo de retorno) . Estas curvas se pueden ajustar a ecuaciones cada una de ellas y para ello existe el Método Promedio, el Método Gráfico y el Método de Míni-

mos Cuadrados..

II.5.5 Elección de la Frecuencia para el Diseño.

La frecuencia promedio usada para el diseño determinará el grado de protección que proporcione el sistema de alcantarillado. El rango de frecuencia varía aproximadamente como sigue:

- 1).- En áreas residenciales: 2 a 15 años, con 5 años como la más comúnmente usada.
- 2).- En zonas comerciales y zonas de alto valor: 10 a 50 años dependiendo de la justificación económica.
- 3).- Para obras de protección de avenidas: 50 años o más.

II.6 Métodos para Cálculo de Alcantarillado Pluvial.

El cálculo de una red de alcantarillado se basa fundamentalmente en la ecuación $Q=C A i$, la cual nos indica, el caudal que es necesario desalojar es igual al producto del área por la intensidad máxima de lluvia, estando disminuido dicho producto por un coeficiente (C) llamado coeficiente de escurrimiento. Esta fórmula no se puede tomar en cuenta para calcular la capacidad de los conductos porque no considera el fenómeno de concentración de las aguas. O sea, no toda el agua que cae al mismo tiempo sobre una superficie se concentra en el conducto que nos sirve de Emisor, si no que, el Emisor dará salida en primer plano a las aguas que están cayendo cerca de él, después dará salida a las que vienen de lugares más alejados:

si la lluvia persiste pasará el volumen máximo que está en función del tiempo de duración de la lluvia y del tiempo de concentración.

Existen varios métodos basados en el párrafo anterior que determinan el gasto a desalojar y que debe tomarse en cuenta para el cálculo de los conductos.

II.6.1 Método Racional.

Consiste en emplear una fórmula que indica que el gasto es igual a un porcentaje de la precipitación pluvial - multiplicada por el área tributaria, y se expresa así:

$$Q = 27.78 CiA$$

siendo:

Q= gasto en litros por segundo.

C= coeficiente de escurrimiento.

i= intensidad de la precipitación en cm/hora.

A= área a drenar en hectáreas.

Esta fórmula está basada en ciertas hipótesis como:

- a).- La proporción del elemento resultante, de cualquier intensidad de lluvia, es un máximo cuando esa intensidad de lluvia dura al menos tanto como el tiempo de - concentración.
- b).- El máximo escurrimiento resultante de esa intensidad de lluvia con duración igual o mayor que el tiempo de concentración es una fracción de esa precipitación; O sea que se supone una relación lineal entre Q e i, - dando como consecuencia que Q sea igual a cero cuando

i sea igual a cero.

c).- El coeficiente de escurrimiento es el mismo para todas las lluvias en una cuenca dada y para lluvias de diversas frecuencias.

d).- La relación entre máxima descarga y tamaño del área de drenaje es la misma que la relación entre duración e intensidad de precipitación.

Como puede observarse, este método no toma en cuenta ni las variaciones de la intensidad de la lluvia en el área durante todo el tiempo, ni tampoco el efecto de almacenamiento en la cuenca a drenar, ya que supone que la descarga es igual a la precipitación pluvial menos toda la retención de la cuenca. Esta limitado en cuanto a su superficie analizada (± 500 ha).

Si la intensidad (i) la expresamos en mm/hora en una hectárea se tendrá:

$$1 \text{ ha} \times 1 \text{ mm} = 10,000 \times 0.001 = 10 \text{ m}^3$$

$$1 \text{ ha} \times 1 \frac{\text{mm}}{\text{hr}} = \frac{10 \text{ m}^3}{\text{hr}} = \frac{10,000}{60 \times 60} = \frac{10,000}{3,600} = 2.77 \text{ lt/seg.}$$

II.6.2 Método Empírico.(fórmulas empíricas).

Este método , como su nombre lo indica, se basa en experiencias hechas en los Estados Unidos y Europa. Las fórmulas para el cálculo del gasto en este procedimiento requieren el conocimiento de la precipitación pluvial, del área a drenar, de su topografía, y de la clase de suelo de-

dicha área. Los tres últimos datos se pueden determinar en el momento en que se necesiten, más no así la precipitación pluvial la cual es necesario conocer su valor máximo en un número bastante grande de años.

Son de la forma :

$$Q = K C A^x i S^y.$$

en la que:

Q= gasto en lt/seg.

A= número de hectáreas tributarias.

i= precipitación pluvial en cm/hora.

S= pendiente del terreno en metros por kilómetro.

K= 27.78

C= depende de la clase de terreno que forma la cuenca.

A continuación se mencionan algunas fórmulas:

Fórmula de Bürkli-Ziegler:

$$Q = K C A^{3/4} i S^{1/4}$$

Fórmula de Mo Math:

$$Q = 21.8 C A i S^{1/4} A^{-1/4}$$

En estos dos métodos lo que se obtiene es el gasto o volumen de agua que llega al conducto, y por lo tanto es necesario calcular el área hidráulica del conducto para dar paso a ese gasto.

Otros conceptos que también intervienen en el cálculo del alcantarillado pluvial, son los siguientes:

Tiempo de Concentración (t).- Es el tiempo que, teóricamente, tardaría la gota más alejada que cae en el área de captación, en llegar al punto de concentración. El tiempo de concentración en cualquier punto de una conducción para aguas de lluvia, es una combinación del tiempo de penetración (ingreso) y el tiempo de escurrimiento dentro de la conducción.

Tiempo de Ingreso (ti).- Es el tiempo que tarda la gota más alejada, que cae en el área de captación, en escurrir superficialmente hasta una alcantarilla. Se puede considerar de un modo aproximado varía de 5-30 minutos, tomando por lo general 10 minutos en zonas industriales y 15 en zonas residenciales.

Tiempo de Escurrimiento (te).- Es el tiempo que tardaría la gota de agua en escurrir dentro de la tubería hasta llegar al punto de concentración. Se admite que es el cociente de la longitud de conducción y la velocidad del líquido en ella.

En base a los datos pluviográficos llevados al análisis estadístico, con el fin de obtener las intensidades máximas, y eligiendo la curva intensidad-duración-frecuencia apropiada para el diseño, con un periodo de retorno menor a 10 años se obtuvieron los gastos pluviales a desalojar de esta área, empleando para ello el Método Racional.

Obtenidos estos gastos se calcularon los diámetros de los conductos empleando para ello la hidráulica de alcantarillado. Para esto se consideró no sobrepasar las pendientes máximas y mínimas recomendadas para cada tubo en particular. La pendiente máxima es para dar una velocidad máxima del orden de 3 m/seg, considerando que trabaje a tubo lleno, con un rango de flexibilidad hasta de 3.6 m/seg. Esta consideración tiene como función evitar que la velocidad perjudique (erosione) interiormente a los tubos. La pendiente mínima es con el fin de generar una velocidad mínima del orden de 0.6 m/seg, a tubo lleno, con la finalidad de evitar (reducir) el azolve pretendiendo que el sistema sea autolimpiable. Cuando el fin es desalojar agua pluviales, que es nuestro caso, es conveniente considerar una velocidad mínima del orden de 0.75 m/seg, debido a que el agua arrastra granos de arena grava, cascajo, etc.

C A P I T U L O I I I

E S T U D I O S P R E L I M I N A R E S

C A P I T U L O I I I
E S T U D I O S P R E L I M I N A R E S

El proyecto del Emisor Hacia la Laguna de Pajaritos - parte de considerar que existe una línea que limita el área de escurrimiento hacia dos puntos opuestos. O sea, debido a la existencia de este parteaguas se tienen dos puntos obligados para ser utilizados como desfogue de los drenajes de este Centro Industrial. También se tomó en cuenta la superficie de aportación, aproximadamente 380 ha. totalmente urbanizadas, y el vertir hacia un solo punto el drenaje se acumularían grandes volúmenes de agua lo que traería como consecuencia utilizar como Emisor una estructura demasiada gran de de sección transversal.

Como se dijo anteriormente, en esta Zona Industrial existen cuatro tipos de drenajes: Químico, Aceitoso, Pluvial y Sanitario. A las aguas de este último se les da un tratamiento por medio de trampas de grasas y fosas sépticas para después conectarse al drenaje Pluvial.

Las aguas provenientes del drenaje Químico y Aceitoso, producto de los derrames de las purgas de los equipos, descargarán a una planta de tratamiento de efluentes, que consiste en un sistema de neutralización, de oxidación, de incineración y un sistema de tratamiento aceitoso, para después integrarse al Emisor Pluvial.

Debido a que las aguas que circularán sobre el Emisor contendrán desechos aceitosos, sustancias capaces de producir gases tóxicos, sustancias inflamables, etc., por cuestiones de seguridad se descartó la alternativa de utilizar un canal abierto como Emisor.

Este capítulo se enfoca hacia una ubicación y un trazo ya definidos, debido a que el haber definido otra ubicación, y por lo tanto otro trazo, implicaba invadir el área proyectada a futuro por PEMEX para la ampliación de sus Plantas y muelles.

El recorrido del Emisor Pluvial se ilustra en el plano No. 1

III.1 Objetivo.

El principal objetivo que persigue la construcción de este Emisor es transportar en forma segura y eficiente fuera de esta Zona Industrial el agua producto de la precipitación, principalmente, recolectada por la red de drenaje Pluvial. El Emisor desalojará las aguas negras y jabonosas provenientes de lavabos y regaderas de los baños de casas de cambio y edificios administrativos, previo a su respectivo tratamiento por medio de trampas de grasas y fosas sépticas. También desalojará el volumen de agua provenientes del tratamiento de los efluentes.

III.2 Trazo.

La longitud total del Emisor es de 928 metros, dividido en dos tramos; los primeros 376 metros correspondiente al primer tramo atravesará una zona de rellenos arcillosos recientes, alcanzando su superficie la elevación $N + 9.2$. En la longitud restante, tramo II, el Emisor descansará sobre rellenos de materiales provenientes del dragado de la Laguna localizándose su punto más alto ($N + 4.5$) en las proximidades del cadenamamiento Km 0 + 390, y el más bajo ($N + 1.0$) en las proximidades de la Laguna. El nivel promedio de este último tramo es de 3.8. Todos estos niveles referidos al nivel medio de mareas (N M M).

Es importante mencionar que PEMEX ocupará el área comprendida entre el Complejo Petroquímico Morelos y la Laguna de Pajaritos, para la expansión de sus Plantas y muelles por lo que se tiene el proyecto de elevar el nivel del terreno hasta la cota $N + 6.00$.

III.3 Ubicación.

El Emisor está situado al poniente del área de urbanización de este Complejo. El primer tramo está comprendido sobre la coordenada E- 322, entre las coordenadas N-1604 y N- 1980. El segundo tramo está comprendido sobre la coordenada N-1604 entre las coordenadas E-322 y W-230, que corresponde a la descarga del Emisor en la Laguna. Estas coordenadas estan referidas al sistema local de construcción del Complejo Pajaritos, Veracruz.

III.4 Trabajos de Exploración.

Con el fin de conocer las propiedades estratigráficas del subsuelo del área de proyecto, se efectuaron tres sondeos profundos tipo mixto cuya localización se muestra en el plano No. 1 . En el muestreo se alternó la obtención de muestras inalteradas mediante tubo Shelby con la recuperación de muestras alteradas mediante el muestreador de "media caña" usado durante la prueba de la penetración estándar.

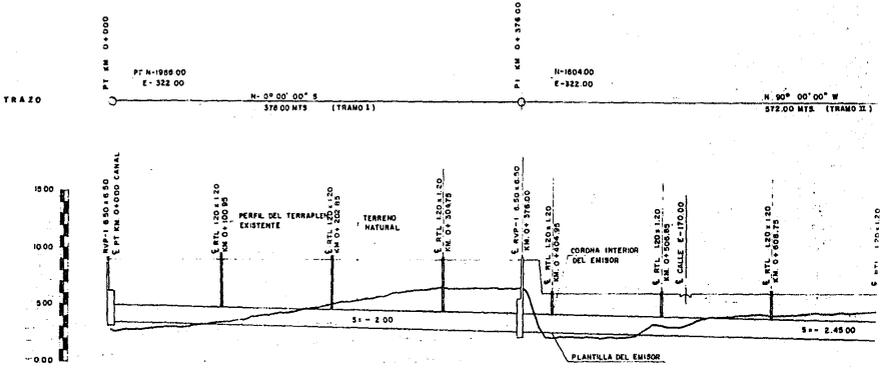
Las características de estos sondeos se resumen en la tabla III.1

Sondeo	Localización		Nivel del Brocal	Prof. del Sondeo, m	Prof. del N.A.F, m
	Norte	Este			
6901	1800	326	+9.18	17.4	5.60
6902	1648	322	+4.47	12.4	0.75
6903	1600	W-250	+1.14	30.4	0.70

Tabla III.1

CORONA INT.	ELEVACIONES
PLANTILLA	
TERRENO	
KILOMETRAJE	

0+00 270.457
0+10 271.365 187
0+20 270.379 489
0+30 269.378 482
0+40 271.371 481
0+50 274.378 478
0+60 278.372 472
0+70 281.378 468
0+80 284.378 464
0+90 282.370 460
1+00 281.378 458
1+10 280.378 456
1+20 280.378 456
1+30 280.378 456
1+40 280.378 456
1+50 280.378 456
1+60 280.378 456
1+70 280.378 456
1+80 280.378 456
1+90 280.378 456
2+00 280.378 456
2+10 280.378 456
2+20 280.378 456
2+30 280.378 456
2+40 280.378 456
2+50 280.378 456
2+60 280.378 456
2+70 280.378 456
2+80 280.378 456
2+90 280.378 456
3+00 280.378 456
3+10 280.378 456
3+20 280.378 456
3+30 280.378 456
3+40 280.378 456
3+50 280.378 456
3+60 280.378 456
3+70 280.378 456
3+80 280.378 456
3+90 280.378 456
4+00 280.378 456
4+10 280.378 456
4+20 280.378 456
4+30 280.378 456
4+40 280.378 456
4+50 280.378 456
4+60 280.378 456
4+70 280.378 456
4+80 280.378 456
4+90 280.378 456
5+00 280.378 456



III.5 Laboratorio.

A todas las muestras así obtenidas se les determinaron sus propiedades índices y se les clasificó de acuerdo al criterio del SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) Además, a las muestras inalteradas se les sometió a ensayos de compresión simple y triaxial para determinar la resistencia al corte; y a ensayos de consolidación unidimensional para conocer su compresibilidad.

III.6 Estratigrafía.

Con los resultados de campo y laboratorio se construyeron perfiles individuales y cortes estratigráficos que sirvieron de apoyo para la descripción estratigráfica siguiente:

Se distinguen dos zonas: La baja, que corresponde al tramo II en la cual se detectan estratos compresibles variables - entre 8.0 m y 15.0 m; y la alta (tramo I) cuyo subsuelo cuenta con espesores de material compresible menores a 7.0 m.

Zona Baja: Entre 0.0 m y 2.0 m o 3.0 m de profundidad, se localiza una capa de rellenos constituida por arena de médano y/o limos de compacidad suelta, la cual subyace un estrato de arcilla gris oscuro de contenido de agua variable entre 40% y 80 %. Su consistencia varía de blanda a muy blanda en los 13.0 m iniciales, y media en los 2.0 m finales. Esta arcilla es atravesada a diversas profundidades por lentes de arena y limo en estado suelto.

A continuación y hasta 24.0 m de profundidad se encuentra un limo poco arenoso oscuro contaminado con pedacería de madera. El contenido de agua varía de 140% a 200% y su densidad de sólidos es de 2.0; no obstante estos valores, su consistencia aparentemente varía de media a rígida pues el número de golpes registrado durante la prueba de penetración osciló de 10 a 20. Este valor sin embargo deberá ser tomado como reserva pues es muy probable que la presencia de madera haya alterado significativamente los resultados de la prueba.

En seguida y con un espesor de 8.0 m cuando menos, se detectó un depósito arenoso gris de compactación variable de media a muy densa.

Zona Alta: De 0.0 m a 7.0 m de profundidad existe una arcilla café y rojiza de contenido de agua promedio igual a 40% y de consistencia blanda. Estos materiales corresponden a una zona de rellenos artificiales, que por su consistencia se deduce se colocaron a volteo, excepto en la superficie donde al aparecer si se siguió un control en el proceso de compactación. Al final del estrato con 1.0 m de espesor se encuentra una arena arcillosa suelta.

Entre 7.0 m y 9.0 m de profundidad se manifiesta una capa dura constituida por arcillas y arenas limosas de color gris oscuro. Estos materiales descansan sobre un limo gris oscuro de consistencia media de 2.0 m de espesor.

Por último de 11.0 m a 17.4 m (profundidad máxima - explorada) se deposita una arcilla gris verdoso, en estado cementado.

III.7 Mecánica de Suelos.

La plantilla del Emisor en su punto de partida tendrá la elevación $N + 3.47$ debido a que la tubería del extremo-final del colector llega con esa cota. Tomando en cuenta lo anterior y lo expuesto en el subcapítulo anterior será necesario para el tendido del Emisor, efectuar excavaciones de 7.00 m de profundidad entre los cadenamientos $K m 0 + 000$ y $Km 0 + 376$ (tramo I). En el tramo II se harán excavaciones del orden de 4.50 m pues se supone que toda esta área - será rellena hasta alcanzar la elevación $N + 6.00$.

En el primer tramo el problema se circunscribe al análisis de la estabilidad de taludes; y en el segundo, además a estimar la magnitud y evolución de hundimientos que bajo el Emisor se presenten producto de la acción del peso de los rellenos.

III.7.1 Estabilidad de Taludes.

El análisis para diferentes círculos de fallas siguiendo el criterio de Fellenius se efectuó considerando el cuerpo de los mismos constituido por suelos fundamentalmente cohesivos; se tomó en cuenta también la acción de una sobrecarga actuando en la corona y la eventualidad sísmica.

A lo largo del tramo se encontró que los taludes deberán tener una inclinación de 1:1.

Ya se dijo líneas arriba que había excavaciones de 7.0 m en el tramo I; mientras que en el tramo restante será de 4.50 m siempre y cuando la zona por donde el Emisor atraviere sea previamente rellena. En otras palabras la construcción del drenaje debe hacerse posterior a la colocación del relleno; este procedimiento es, incluso, el más correcto pues permitirá que gran parte de los hundimientos inducidos por el relleno, se desarrollen antes de la colocación del sistema de drenaje. De esta manera los hundimientos que sufra durante la vida útil serán tolerables.

En la figura III.2 se grafica la evolución de hundimientos en función de la acción del relleno el cual se considera puede construirse en tres meses. En esta figura se aprecia también una sobrecarga recomendada con el objeto de acelerar el proceso de consolidación a lo largo del eje del Emisor en el tramo II.

Según se desprende de la gráfica, el inicio de la construcción del Emisor deberá efectuarse, en el tramo II, en un lapso no menor de siete meses después de colocado el relleno, tiempo en el cual se espera se haya desarrollado el 70% de consolidación.

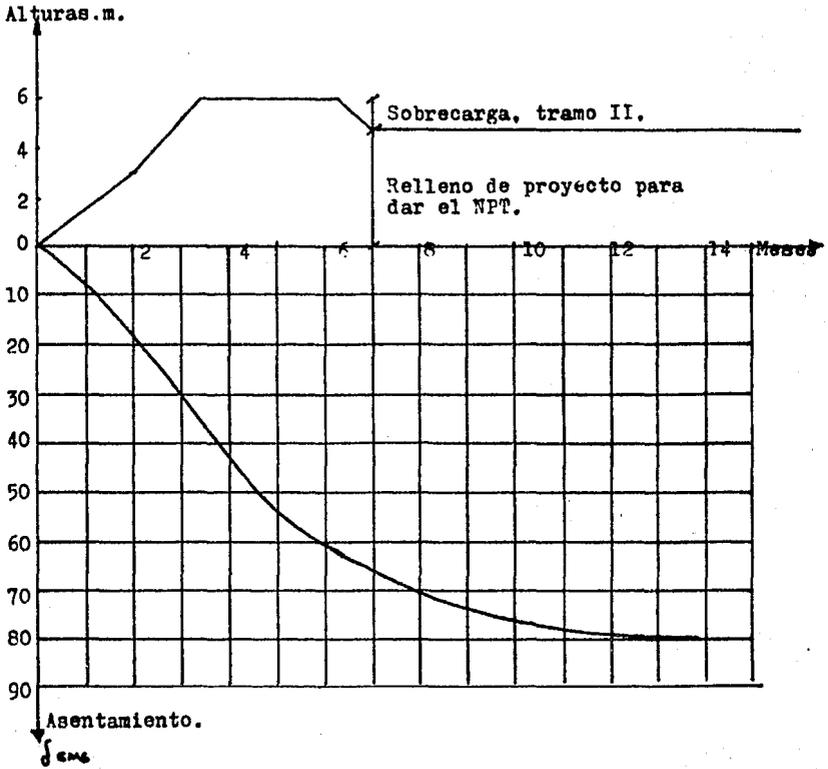


Fig. III.2 Evolución de Asentamientos.

CAPITULO IV

SELECCION DE ALTERNATIVAS

CAPITULO IV

SELECCION DE ALTERNATIVAS

Del capítulo anterior se define que la estructura a emplear como Emisor sean cajones de concreto reforzado, pasando a segundo término tubos del mismo material.

Parte de este capítulo analiza ambas alternativas desde el punto de vista de capacidad hidráulica, como un punto importante en la elección definitiva de una de las alternativas.

Después de haber determinado las alternativas a emplear como Emisor, fueron analizadas minuciosamente considerando las características físicas de cada una de ellas. Los lineamientos considerados en este análisis, entre otros, fueron: Factibilidad, Adaptabilidad y Capacidad. Estos se explican brevemente a continuación.

Adaptabilidad.- Cada alternativa se analizó con respecto a la adaptabilidad al lugar, considerando que alguna de estas es más apropiada que otra en lo que respecta a las condiciones del lugar.

Factibilidad.- Cada alternativa se examinó según la posibilidad de realizarse, tomando en cuenta las afectaciones de terrenos y construcciones. Se evitó que de alguna manera fuera afectada el área comprendida entre el Complejo Petro-

químico Morelos y la Laguna de Pajaritos para la expansión de Plantas y muelles, de PEMEX.

Capacidad.- Un análisis de capacidad se realizó para cada alternativa con el propósito de determinar los conductos adecuados para desalojar eficientemente los volúmenes de agua máximos suministrados.

IV.1 Análisis de Capacidad Hidráulica.

Los conductos de aguas pluviales, que son conductos cerrados, se proyectan para escurrimiento en canal abierto, debido a que el escurrimiento en el conducto se supone que mantendrá una superficie libre la mayor parte del tiempo. - Además, el régimen hidráulico en alcantarillado se considera uniforme y permanente.

En un flujo uniforme, las relaciones básicas se indican mediante la conocida fórmula de Manning:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \dots\dots\dots (1)$$

En la que:

V= velocidad promedio en metros por segundo.

n= coeficiente de rugosidad de Manning.

R= radio hidráulico en metros (área de la sección transversal entre perímetro mojado).

S= pendiente del canal en metros por metro.

Debido a su simplicidad de forma y a los resultados satisfactorios que arroja para aplicaciones prácticas, la fórmula Manning se ha hecho la más usada de todas las fórmulas

de flujo uniforme para calculos de escurrimientos en canal abierto.

Por otro lado, apoyandose en las ecuaciones de hidráulica, para todo escurrimiento el caudal Q en una sección del conducto se expresa por:

$$Q = V A \dots\dots\dots(2)$$

En la que:

Q= descarga en metros cúbicos por segundo.

A= área de la sección transversal del flujo en metros cuadrados.

Por lo tanto, incluyendo el valor V de Manning en la ecuación anterior, se tiene:

$$Q = A \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Despejando:

$$\frac{Q n}{S^{1/2}} = A R^{2/3} \dots\dots\dots(3)$$

La expresión anterior se ha llamado el factor de sección para cálculos de flujo uniforme. La parte izquierda de la ecuación contiene los valores de n, Q, y S; la parte derecha depende solamente de la geometría del área mojada. Así, muestra que, para una condición dada de n, Q, y S, existe sólo una profundidad posible para mantener un flujo uniforme, provisto que el valor de $A R^{2/3}$ siempre crece con el aumento en la profundidad, lo cual es cierto en la mayoría de los casos.

En el caso del conducto cerrado teniendo un techo gradualmente cerrándose el valor de $A R^{2/3}$ primeramente aumentará con la profundidad y luego disminuirá con la profundidad cuando se alcance la profundidad total, ya que un valor máximo de $A R^{2/3}$ normalmente ocurre en tal conducto a una profundidad ligeramente menor que la profundidad total. Para propósitos prácticos puede asumirse que la descarga máxima de un conducto circular ocurre con la máxima profundidad, ya que la profundidad para máxima descarga es tan cercana al techo que existe siempre una posibilidad de pequeños remansos que incrementan esta profundidad más cerca y eventualmente igualan a la profundidad total.

Para iniciar el análisis de capacidad hidráulica, tanto del cajón como del tubo, nos basamos en las ecuaciones anteriores y en los diámetros de las tuberías de dos colectores que llegan al inicio del Emisor, pues es necesario conocer el volumen máximo de agua que fluirá sobre éste.

Uno de los colectores llega al inicio del Emisor con un diámetro de 213 cm, pendiente de 0.0022; si consideramos un coeficiente de rugosidad (n) igual a 0.013, podemos calcular el promedio de la velocidad y de ahí el gasto o volumen de agua máximo que aportará este tubo al tramo I.

De (1):

$$V = \frac{1}{0.013} \left(\frac{2.13}{4} \right)^{2/3} (0.0022)^{1/2} = 2.4 \text{ m/seg.}$$

Sustituyendo el valor anterior en la ecuación (2), queda:

$$Q = \frac{3.1416(2.13)^2}{4} (2.4) = 8.5 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

El otro colector termina con un diámetro de 152 cm, pendiente del tubo de 0.0035; si realizamos lo mismo que al tubo anterior, se tiene:

$$V = 2.4 \text{ m/seg.} ; Q = 4.3 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Sumando ambos gastos para obtener el volumen máximo de agua que escurrirá sobre el tramo I, queda:

$$Qt = 12.9 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

IV.2 Análisis Tramo I.

IV.2.1 Tubo.

Tomamos como base el gasto anterior, con el fin de encontrar el diámetro adecuado de la tubería en este tramo.

De la ecuación (3), despejando la pendiente, queda:

$$S = \left(\frac{Q n}{A R^{2/3}} \right)^2 \dots\dots\dots(4)$$

Lo anterior es debido a que si se conoce n y S en una sección del conducto puede haber sólo una descarga para mantener un flujo uniforme a través de la sección provisto que $A R^{2/3}$ siempre aumenta con el aumento de la profundidad.

Se propusieron diferentes diámetros para encontrar los elementos geométricos, y se sustituyeron en la ecuación anterior con el fin de encontrar una pendiente adecuada y de ahí una velocidad permisible, encontrándose que para el diámetro de 254 cm se obtienen una pendiente $S = - 2.00$ y una velocidad de 2.57 m/seg. Si este diámetro se ajusta al inmediato comercial, se emplearía en el tramo I, el tubo de 2.44 mts.

Cabe mencionar que este análisis está considerado en base a la cota de plantilla de los colectores (3.47) que llegan al inicio de este tramo, la cual la tomamos como cota de plantilla inicial del Emisor.

IV.2.2 Cajón.

Se propuso dos cajones de concreto armado tipo A y tipo B, con las dimensiones indicadas en las figuras de las siguientes páginas de tal manera sea estructuralmente rígido. La pendiente que tendrá será la misma del análisis anterior. El tirante normal (altura de agua) máximo será de 1.4 mts. Los elementos hidráulicos, para el cajón A, son:

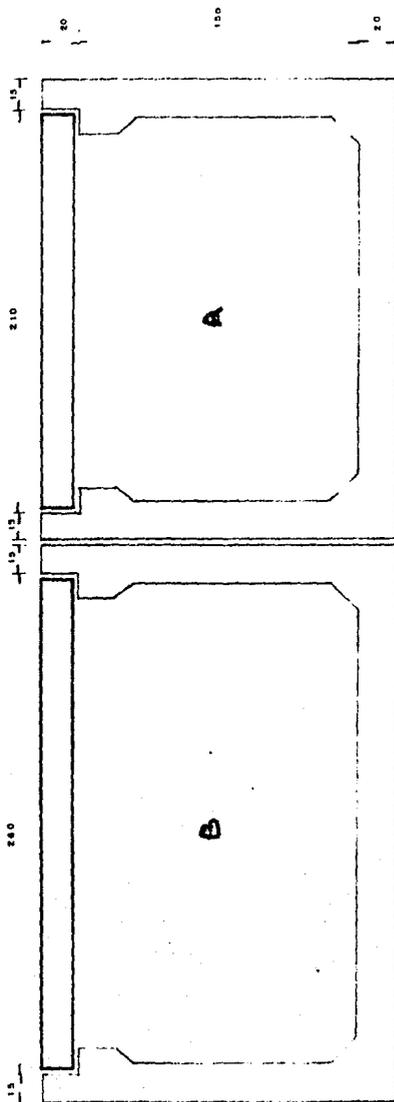
$$\text{Area} = 3.5 \text{ m}^2$$

$$\text{Perímetro mojado} = 5.3 \text{ m}$$

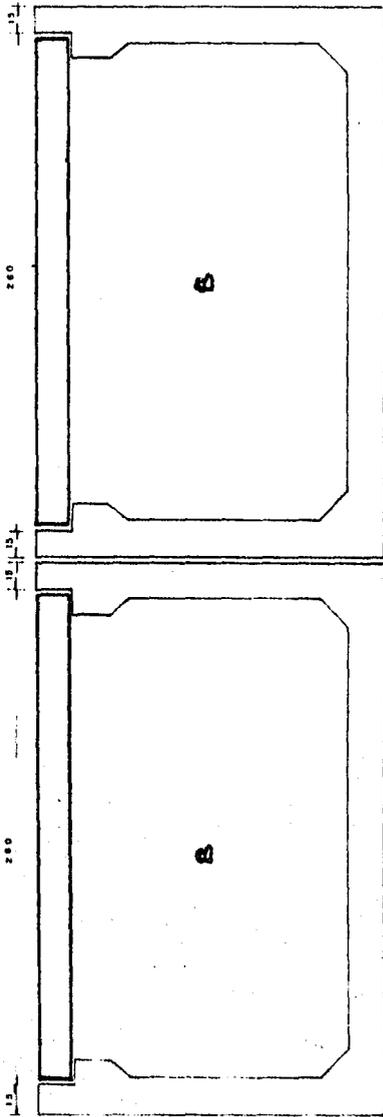
$$\text{Radio hidráulico} = 0.66 \text{ m}$$

Sustituyendo el valor anterior en la ecuación (3), se tiene:

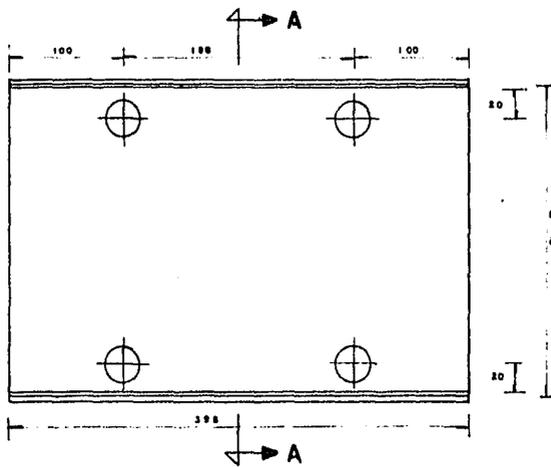
$$V = 2.6 \text{ m/seg.}$$



UNAM		FACULTAD DE INGENIERIA
SECCION TIPICO CAJONES TRAMO I		
JAIME SEGURA ESTRADA		
ESC 1:25	ACOT CMS	ABRIL 1986

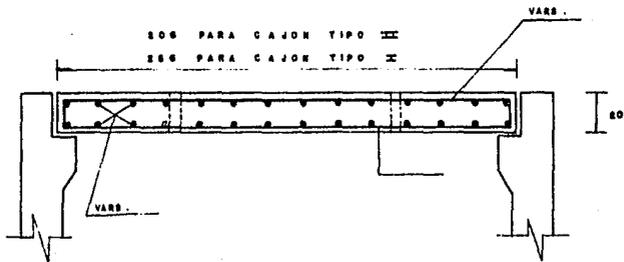


UNAM		FACULTAD DE INGENIERIA	
SECCION TIPICO CAJONES TRAMO II			
JAIME SEGURA ESTRADA			
ESC 1:25	ACOT CMS.	ABRIL 1986	



208 PARA TIPO II
 256 PARA TIPO III

PLANTA



CORTE A-A

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	
LOSA TAPA PRECOLADA		
JAIME SEGURA ESTRADA		
ESC. SIN	ACOT. CMS.	ABRIL 1986

De la ecuación (2), queda:

$$Q = 3.5 (2.6) = 9.1 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Realizando lo mismo pero ahora , para el cajón B:

$$V = 2.4 \text{ m/seg}; Q = 6.8 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

El volumen de agua máxima que circulará sobre los dos cajones, con las condiciones establecidas, es:

$$Q = 15.9 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

IV.3 Análisis Tramo II.

Como se observa en el plano No. 1, en este tramo se considerará un gasto o volumen de agua adicional al que nos aporta los dos colectores en el inicio del Emisor. Este volumen de agua adicional es producto de un riachuelo que se conectó al Emisor.

Considerando un coeficiente de rugosidad igual que para todos los análisis anteriores, podemos calcular la velocidad y después el volumen de agua máximo que este tubo aportará, esto es:

$$V = 1/0.013 (1.83/4)^{2/3} (0.0039)^{1/2} = 2.8 \text{ m/seg.}$$

$$Q = 3.1416(1.83)^2/4 (2.8) = 7.5 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Para obtener el volumen de agua máximo que escurrirá sobre el tramo II, se le suma al anterior el que escurrirá sobre el tramo I, quedando:

$$Q = 20.4 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

IV.3.1 Tubo.

En este tramo la cota de plantilla inicial a considerar será con la que se llegó en el cálculo del tramo I (2.70)

En este análisis se propusieron diferentes diámetros, con el fin de hallar los elementos hidráulicos, los cuales se sustituyeron en la ecuación (4), encontrándose que del diámetro de 2.9 m se obtenía buenas condiciones hidráulicas. La pendiente (S) es igual a 0.0024, la velocidad de 3.10m/seg y la cota de plantilla final de 1.32. Si este diámetro lo ajustamos al inmediato comercial, sería igual a 3.05 m.

IV.3.2 Cajón.

En este análisis se propuso dos cajones tipo B, con las dimensiones indicadas en las figuras anteriores, el cual es estructuralmente rígido. La pendiente a dar será la misma del cálculo anterior y el tirante normal máximo de 1.4 mts.

Encontrando los elementos hidráulicos y sustituyendolos en la ecuación (1), queda:

$$V = 2.9 \text{ m/seg.}$$

Sustituyendo este valor en la ecuación (2), se llega:

$$Q = 10.2 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Por lo tanto, el gasto máximo que circulará por los dos cajones es de $20.4 \text{ m}^3/\text{seg.}$

Todo lo anterior lo podemos resumir así: En el tramo I, en función del volumen de agua que aportan los colectores, se emplearía una tubería de concreto reforzado con diámetro de 244 cm. Como cajón se elegirían dos secciones, una con dimensiones de

250 cm de base por 150 cm de altura, la otra con 200 cm de base por 150 cm de altura (medidas interiores).

Sobre el tramo II se emplearía tubería de 305 cm de diámetro. Como cajón, dos secciones de 250 cm de base por 150 cm de altura cada una.

IV.4 Análisis Económico .

Las inversiones que se requieren para llevar a cabo un proyecto determinado constituyen elementos importantes en la selección de alternativas. El análisis económico juega un papel importante en la determinación y jerarquización de las inversiones. Para realizar el análisis económico de las alternativas debe estimarse el costo de construcción como uno de los conceptos de mayor peso en la selección de alternativas. Los presupuestos de obra pueden ser elaborados rápidamente mediante la aplicación de los costos unitarios representativos a cantidades aproximadas de obra, haciéndolo en forma de un arreglo tabular como el que se muestra en las siguientes tablas para su fácil entendimiento.

Concepto	Cantidad	Unidad	.E.U.	Total
Trazo y Niv.	14375	m ³	21.00	301,875
Despalme	7322	m ³	32.68	239,282
Préstamo de banco	64628	m ³	101.99	6'591,409
1er. Km	84016	m ³	85.94	7'220,335
Acarreos: Km. Subsc.	18775	m ³ -Km	32.75	614,881
Form.y comp.de Te- rraplones.	79838	m ³	53.47	4'268,937
Corte en rebaje de corona.	24505	m ³	143.94	3'512,546
Exc. en zanja con maquinaria:				
de 0-2 mts. mat."A"	17435	m ³	113.94	1'986,543
de 2.01-4 m.mat."A"	12830	m ³	127.61	1'637,236
de 4.01-en adel."A"	8260	m ³	151.96	1'255,189
de 0-2 mts. mat."B"	11620	m ³	200.22	2'326,556
de 2.01-4 m.mat."B"	8550	m ³	224.29	1'917,679
de 4.01-en adel."B"	5510	m ³	280.37	1'544,838
Relleno manual	15615	m ³	344.05	5'372,340
Relleno para cama de arena.	7220	m ³	1841.85	13'298,157
Concreto (elabora- ción y vaciado):				
f'c= 100 Kg/cm ²	595	m ³	7803.10	4'642,844
f'c= 200 " / "	3621	m ³	7750.00	28'062,750
Cimbrados:				
En cajones preco- lados	13440	m ²	1635.81	21'985,286
En tapas preco- ladas.	1235	m ²	906.16	1'119,107
En junta de cons- trucción.	1148	m ²	1603.30	1'840,588
En registros y - lumbreras.	810	m ²	1299.39	1'052,505

Concepto	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Acero (habilitado y colocado).	527	tons.	92224.88	48'422,118
Juntas de PVC.	470	m	1096.26	515,242
" de CELOTEX	105	m ²	1411.29	148,185
Sellado de Junta: con AERGLASTIC.	4930	m	201.28	992,310
con PLASTIJOINT.	445	m	201.28	89,569
Fabric. y coloc. de Herrerajes	33950	Kg.	275.77	9'362,831
Impermeabilización	10830	m ²	156.05	1'690,021
Acarreo y montaje de las estructuras: de 1 a 5 tons.	2360	tons.	1547.81	3'652,831
de 5.01 a 15	5420	"	1131.83	6'134,518
Aplicación Aditivo	1245	m ²	994.30	1'237,903
Fabricación e instala ción de tubo 3" Ø	8375	Kg	276.07	2'312,086
Bombeo	400	hrs.	221.48	88,592
Fabricación de pilo tes de Concreto arm.	261	m	4046.67	1'056,180
Hincado de pilotes	261	m	5559.29	1'450,974
Suma total =				\$ 187'943,810

PRESUPUESTO DE OBRA DE LOS CAJONES

(Tabla 4.1)

Concepto	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Trazo y nivelación	13360	m ²	21.00	280,560
Despalme	7322	m ³	32.68	239,282
Préstamo de banco	59968	m ³	101.99	6'116,136
Acarreos:				
1er.Km.	77957	m ³	85.94	6'699,624
Km.Subsc.	6654	m ³ -Km	32.75	217,918
Formación y Comp.de Terraplenes.	87358	m ³	53.47	4'671,032
Corte en rebaje de corona.	24505	m ³	143.34	3'512,546
Exc.en zanja con maq:				
de 0-2 m. mat."A"	16138	m ³	113.94	1'838,763
de 2.01-4 m. "A"	11534	m ³	127.61	1'471,853
de 4.01-en adel.	5498	m ³	151.96	835,436
de 0-2 m. mat."B"	10758	m ³	200.22	2'153,966
de 2.01-4 m. "B"	7689	m ³	224.29	1'724,565
de 4.01-en adel.	3666	m ³	280.37	1'027,836
Relleno manual comp.	25563	m ³	344.05	8'794,950
Relleno para cama de arena.	2560	m ³	1841.85	4'715,136
Concreto f'c=200Kg/cm ²	199	m ³	7750.00	1'542,250
Cimbrados	974	m ²	1299.39	1'265,605
Acero (hab. y coloc.)	34	tons.	92224.88	3'105,298
Suminist.e inst. tubo de concreto armado:				
de 244 cm Ø	369	m	52239.75	19'276,467
de 305 cm Ø	544	m	158060.85	85'985,102
			Suma total = \$	155'474,375

PRESUPUESTO DE OBRA DE LOS TUBOS

(Tabla 4.2)

Después de este análisis y considerando las características del terreno, se seleccionó que la estructura a emplear como Emisor sea la sección cajón, aunque represente un gasto inicial superior al segundo. Esta decisión fué debida en gran parte al estudio de mecánica de suelos, el cual dice que sobre la línea de trazo se presentarán asentamiento de consideración después de colocada la estructura, los cuales, como se dijo anteriormente, son producidos en gran parte por la acción del peso de los rellenos generales del área, y al emplear el cajón de concreto-reforzado este distribuirá en mayor área las cargas, además por su características físicas en los posibles asentamientos trabajará como una sola unidad.

CAPITULO V

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

C A P I T U L O V
P R O C E D I M I E N T O C O N S T R U C T I V O

V.1 Terraplén de Precarga.

Debido a que en esta zona (Terminales, Servicios Auxiliares y Almacenes), a excepción de la franja de rellenos recientes (tramo I), se tiene el proyecto de elevar el nivel del terreno hasta la cota $N + 6.0$ y además, de que este terreno se compone de arcillas muy blandas, como primer paso se construyó un terraplén de 2.2 m de altura sobre el N T N ($N + 3.8$), en esta zona denominada tramo II.

Previo al tendido del terraplén, se despalmó la capa vegetal hasta 40 cm de profundidad.

El material del relleno del terraplén de precarga constituido por arcillas provenientes de cortes de los bancos del Complejo, se tendió en capas de 30 cms. y se compactó al 85% de la prueba Próctor Estándar, aceptandose una desviación de $\pm 2\%$.

Para la compactación se usó un rodillo pata de cabra con un peso de 8 tons., de manera que la presión de contacto mínima en el vástago sea de 17 Kg/cm^2 , con longitud de pata mínima de 35 cms. También se usó rodillo neumático (Duo - Páctor) con peso de 14 tons., 2.54 Kg/cm^2 de presión inflado de las llantas y una velocidad del rodillo de 4.0 Km/hora.

Terminada la colocación del relleno se prosiguió con el tendido de la sobrecarga (1.8 m de altura), a lo largo del recorrido del Emisor en el tramo II.

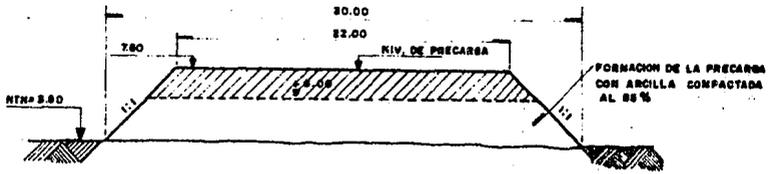
La corona del terraplén, incluída la precarga, fué de - 26.81 m y los taludes tuvieron una relación de 1:1. La altura total de este terraplén fué de 4.0 mts. sobre el nivel del terreno natural a lo largo de la línea de trazo.

Se previó que el tiempo de duración en la construcción del terraplén fuera de 3 meses como máximo; además del tiempo que permanezca el terraplén de precarga gravitando completamente sobre el terreno fuera de 7 meses (estudio mecánica de suelos) desde su inicio de formación.

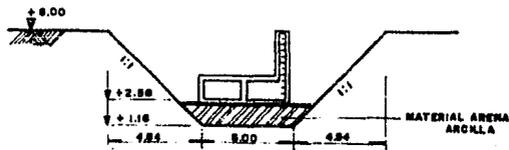
Se colocaron testigos superficiales a partir del nivel del terreno natural (nivel de despalme), hasta la parte superior de la precarga. Estos estuvieron localizados en la línea del centro del eje del Emisor en una separación longitudinal a cada 25.0 mts.

Se estableció un banco de nivel profundo para llevar a cabo los perfiles y así obtener la información de las deformaciones que presente la precarga.

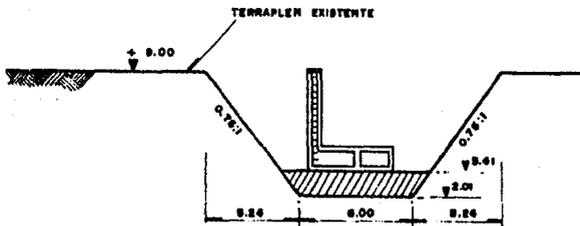
Transcurridos los siete meses contados a partir del inicio de los rellenos generales, se procedió a retirar la sobrecarga hasta el nivel superior del terraplén (N + 6.0 mts), en toda su longitud y posteriormente se procedió a efectuar la excavación hasta abajo del nivel de plantilla del Emisor.



PRECARGA (TRAMO II)



TRAMO I



TRAMO II

UNAM FACULTAD DE INGENIERIA

PRECARGA Y CARGA

JAIME SEGURA ESTRADA

ESC. SIN

ACOT. CM.

ABRIL 1986

A lo largo del trazo del tramo I, no fué necesario la construcción de un terreplén de precarga debido a que se tenía enrasado por arriba del nivel N + 9.50.

V.1.1 Excavación para tendido del Emisor.

Para el tendido de precolados se excavó dentro del terreplén hasta una profundidad de 1.50 mts. por abajo de los niveles de arrastre.

V.1.2 Cama para Tendido de Precolados.

Llegando al fondo de la excavación se tendió una cama de 1.20 m de espesor de material arena de médano-arcilla, para poder trabajar en condiciones favorables, compactadas en capas de 30 cms. al 85% de la prueba Próctor Estándar.

Sobre el relleno referido en el párrafo anterior se tendió una plantilla de concreto simple, con resistencia $f'c=100 \text{ Kg/cm}^2$ a los 28 días de edad, y de 10 cms de espesor.

El avance de la excavación fué realizada en el sentido oriente-poniente en el tramo II y posteriormente de norte-sur en el tramo I. Es importante resaltar que la excavación del tramo I fué ejecutada posteriormente al tramo II.

Una vez colocada la plantilla, la cual servirá para dar la pendiente requerida al Emisor, se desplantaron los cajones prefabricados siguiendo el mismo sentido de ejecución de la excavación.

V.1.5 Rellenos Finales.

Los rellenos finales no se ejecutaron hasta que el cajón precolado fué probado, inspeccionado y recibido.

La primera parte del relleno consistió de material granular, libre de materia orgánica colocado hasta una altura de 0.90 mts. por encima del nivel de tapa de los precolados compactado en forma manual en capas de 20 cms. hasta alcanzar el 85% de la prueba Próctor.

Posteriormente, se completaron los rellenos con material producto de la excavación compactado con maquinaria en capas de 30 cms. al 85% de la prueba Próctor hasta dar los niveles de proyecto.

V.2 Materiales.

Para la ejecución del proyecto del Emisor se emplearon los siguientes materiales:

1.- Concreto hidráulico.

Para la elaboración de los concretos empleados en la construcción de plantillas, precolados, juntas y registros se siguieron las siguientes especificaciones:

Cemento ASTM - C - 150

Agregados ASTM- A -15

Las resistencias mínimas a la ruptura que reportaron los colados de concreto a los 28 días de edad, fueron las siguientes:

$f'c = 100 \text{ Kg/cm}^2$ en plantillas.

$f'c = 200 \text{ Kg/cm}^2$ en elementos precolados, juntas y registros.

2.- Acero de Refuerzo.

El acero de refuerzo que se empleó en la construcción de elementos precolados, juntas y registros, fué varilla - corrugada con resistencia mínima a la fluencia de 4,200 Kg/cm².

3.- Acero Grado Estructural.

El acero empleado en perfiles metálicos que se usó en la construcción de elementos precolados fué grado estructural con una resistencia mínima a la fluencia de 2,530 Kg/cm².

4.- Soldaduras.

Las soldaduras fueron realizadas con electrodos de la serie E-60, ejecutadas en cordones y fondeo en general.

5.- Rellenos.

Los rellenos fueron con materiales procedentes de los bancos del Complejo libres de materia orgánica y con humedad controlada para su correcta compactación. Los rellenos empleados son los siguientes:

Arena de médano con arcilla en la construcción de la cama para tendido de precolados.

Arcilla para la construcción del terraplén de precarga.

6.- Aditivos.

Se emplearon aditivos para concreto con diferentes propósitos, estos se indicarán más adelante conforme sean requeridos.

7.- Varios.

En las juntas de deflexión se empleó banda flexible de P.V.C.

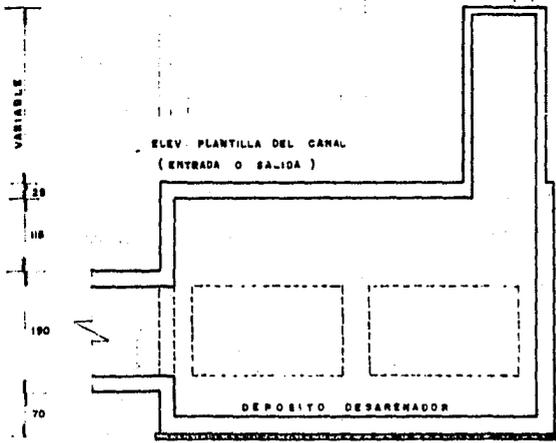
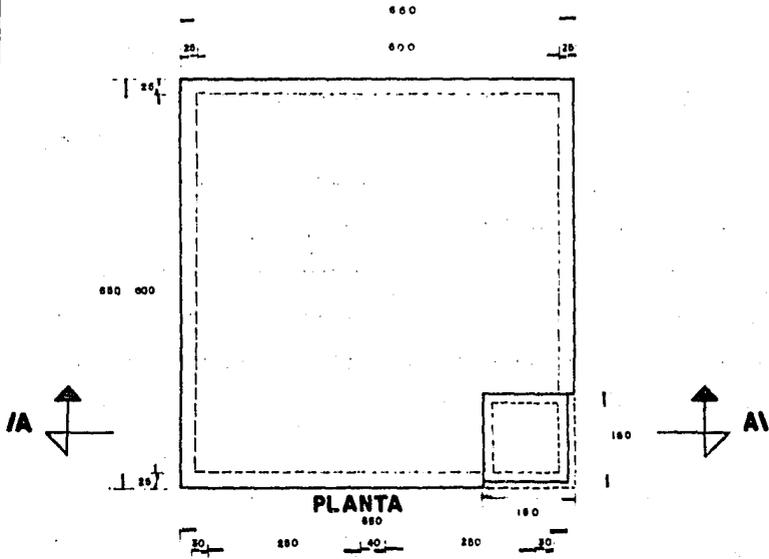
V.3 Secciones Precoladas.

Para la conducción de los volúmenes del gasto pluvial a desalojar se emplearon secciones rectangulares precoladas de concreto reforzado con las siguientes dimensiones: Sección tipo A; de 2.00 m X 1.50 m de ancho y alto respectivamente (medidas interiores), el espesor de las paredes es de 0.20 mts.; sección tipo B, de 2.50 m de ancho X 1.50 m de alto, el espesor de las paredes de 0.20 m. En ambas secciones el largo del cajón es de 3.65 m.

El tramo I está formado por una sección tipo A y una sección tipo B. El tramo II está formado por dos secciones tipo B.

V.4 Montaje.

La colocación de los cajones de concreto se realizó de tal manera que en ningún caso se tuviera una desviación mayor de 10 (diez) milímetros en la alineación o nivel de proyecto. Como se dijo anteriormente, la losa inferior de los cajones descansará en toda su longitud sobre una plantilla de concreto simple de 10 cms. de espesor, la cual ya tendrá el nivel deseado, además no se permitió colocar los cajones sobre piedras, madera o soportes de otra característica.



CORTE A - A

UNAM		FACULTAD DE INGENIERIA
REGISTRO DE VISITA RVP-1		
JAIME SEGURA ESTRADA		
ESC. 1:75	ACOT. CMS.	ABRIL 1986

La junta de la losa tapa de los cajones se selló con un material bituminoso premoldeado, siguiendo las especificaciones del fabricante.

V.5 Juntas.

Para el ensamble de los elementos precolados, se distinguen dos tipos de juntas, de colado y de deflexión.

V.5.1 Juntas de Colado.

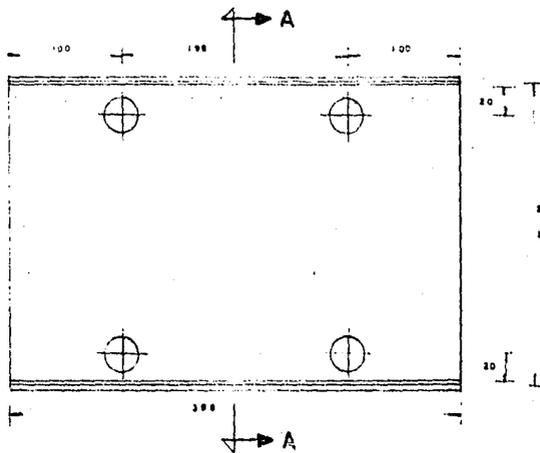
Las juntas de colado unirán, por medio del traslape de las varillas que sobresalen de los precolados (barbas) y de la conexión por soldadura de los perfiles estructurales previamente ahogados en la sección de concreto.

El concreto empleado en el colado de las juntas, llevó un aditivo expansor de volumen, dosificado de acuerdo al catálogo del fabricante.

Las caras de los precolados que quedaron en contacto con los colados, se picaron, cepillaron, humedecieron y llevaron una aplicación a dos manos de un aditivo adhesivo tipo epóxico, con el fin de unir concreto nuevo con concreto existente, aplicado según las indicaciones del catálogo del fabricante.

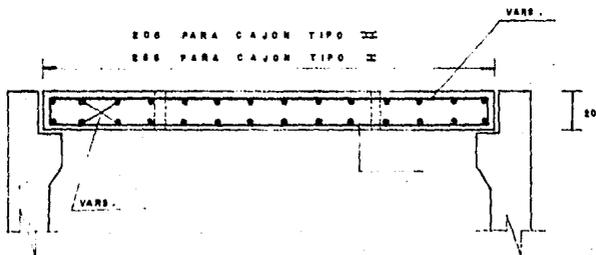
V.5.2 Juntas de Deflexión.

Las juntas de deflexión, irán provistas de una banda ojillada de P.V.C. que garantice la impermeabilidad de la misma.



200 PARA TIPO II
 250 PARA TIPO I

PLANTA



CORTE A-A

UNAM

FACULTAD DE
 INGENIERIA

LOSA TAPA
 PRECOLADA

JAIME SEGURA ESTRADA

ESC. SIN

ACOT. CMS.

ABRIL 1986

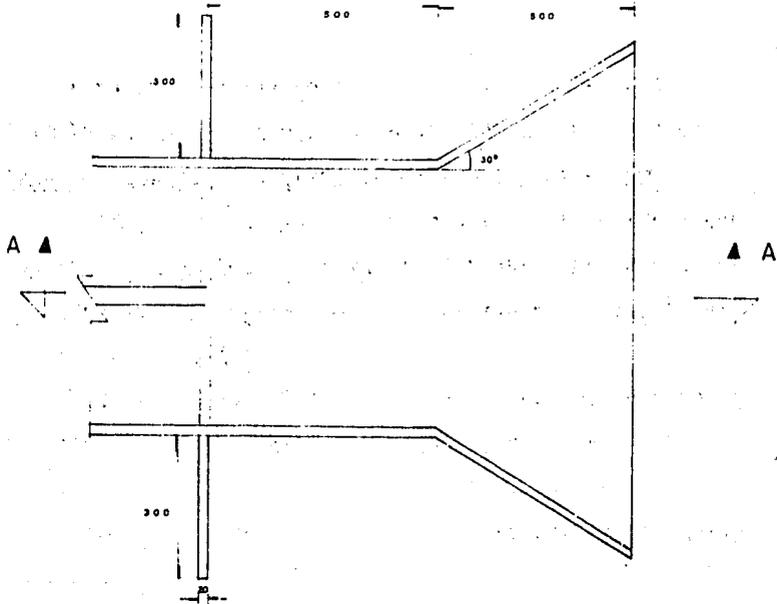
Para preveer las posibles rotaciones que pueda sufrir la línea del Emisor, se protegió la junta con una banda de material compresible de 2.5 cms de espesor.

Previo a la colocación del concreto se verificó que las varillas empleadas de pasajuntas quedaran debidamente engrasadas y empapeladas, con el fin de evitar su adherencia al concreto.

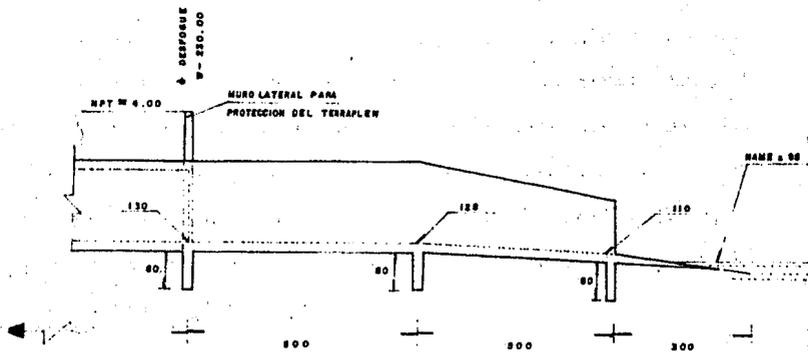
Posteriormente al fraguado del concreto, se desprendió por la cara interior de la junta, una tira de 2 cm de espesor de la banda de material compresible, misma que se sustituyó por un sellador de tipo bituminoso premoldeado según catálogo del fabricante.

La junta de deflexión sustituyó a una de colado cada 24 metros en todo el recorrido del Emisor.

En ambos tipos de juntas, una vez fraguado el concreto, por el interior, se protegió con un recubrimiento de asfalto oxidado. Antes de aplicar el recubrimiento se previó que el interior del cajón estuviera perfectamente limpio y seco poniendo especial cuidado en no aplicarlo en el perímetro transversal y el acero de refuerzo para poder hacer el junteo correctamente.



PLANTA



SECCION A - A

UNAM FACULTAD DE INGENIERIA		
DESFOQUE DEL EMISOR		
JAIME SEGURA ESTRADA		
ESC. 1:100	ACOT. CM.	ABRIL 1986

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

C A P I T U L O V I
C O N C L U S I O N E S

Las operaciones de proceso y servicios auxiliares son un común denominador en todas las instalaciones de Petroquímica, pero la naturaleza de sus aguas residuales depende de las características específicas del proceso particular de la carga y de la edad de la planta. El agua de lluvia recolectada en las áreas de proceso es una fuente muy real de contaminación y su contribución a la contaminación total depende de la limpieza de las instalaciones, de las condiciones climatológicas del área, características de los diques, la curvatura del área y todas las características físicas que pueden determinar que el agua de lluvia sea limpia o contaminada.

Otros puntos importantes que contribuyen a la contaminación total es la gran variedad de descargas de agua contaminada que son difíciles de categorizar. Este es el caso de situaciones tales como la limpieza de tanque, derrames de producto, descargas de sustancias a causa de roturas de líneas, operaciones de limpiezas y descarga de productos fuera de especificación. La contaminación debida a las fuentes mencionadas puede ser reducida por medio de la aplicación de un control estricto en campo.

Ultimamente se le ha dado mucha importancia al agua de lluvia recolectada en áreas de producción industrial en el desarrollo de programas para el abatimiento de la contaminación, particularmente por la política de definición y control de las dependencias gubernamentales reguladoras.

El agua de lluvia es intermitente e impredecible desde los puntos de vista cuantitativo y cualitativo. El flujo y el grado de contaminación no solo varían con respecto al tiempo durante el curso de la tormenta, sino que también depende del área individual del Complejo en la que sea recolectada, ya que cada área tiene sus propias características geométricas, las cuales afectan el patrón de flujo.

El tratamiento directo de agua de lluvias, la cual representa un volumen grande e intermitente, no es práctico - basado en consideraciones económicas. Por lo tanto técnicas tales como el almacenamiento y/o segregación seguidas de una alimentación controlada al sistema de tratamiento deberán ser investigadas. La investigación de flujos de agua resultantes de tormenta deberá ser orientada a evaluar los siguientes aspectos relevantes:

- 1).- volumen recolectado probable.
- 2).- características de calidad.
- 3).- flujos pico.

Una vez que el volumen y calidad del agua de lluvias contaminada ha sido establecido, un programa definitivo - para su manejo y tratamiento puede ser formulado.

Este Centro Industrial aún no llega a la primera etapa de operación, cuando esto ocurra se considera que tendrá lo necesario para un desarrollo exitoso.

Tomando en cuenta que la región de Coatzacoalcos, es una zona con una gran precipitación que recibe durante el año y por las condiciones críticas del terreno se concluye que la solución propuesta para el Emisor es totalmente adecuada, y como toda obra que ha sido bien planeada, diseñada y construida, cumpliendo con lo especificado en proyecto, el Emisor Pluvial está cumpliendo con su objetivo.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- MEMORIA DESCRIPTIVA DEL COMPLEJO PETROQUIMICO MORELOS.
- 2.- NORMAS DE PROYECTO PARA OBRAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO.
Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas.
- 3.- HIDROLOGIA.
Springall Rolando.
Instituto de Ingeniería, UNAM.
- 4.- APUNTES DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO.
Facultad de Ingeniería, UNAM.
- 5.- ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS.
Babbit, Harold Eaton.
- 6.- HIDRAULICA DE LOS CANALES ABIERTOS.
Ven te Chow.
- 7.- VIAS DE COMUNICACION.
Crespo Villalaz, Carlos.
- 8.- PROYECTO DEL COLECTOR DE ALIVIO A LA PLANTA DE BOMBEO No. 8 DEL
GRAN CANAL.
Tesis Profesional.
Leonardo Arturo Caloca G. 1979.
- 9.- ABASTECIMIENTO DE AGUA AL COMPLEJO PETROQUIMICO LA CANGREJERA,
VER.
Tesis Profesional.
Ciro Auruto Soto. J. 1981.