

79

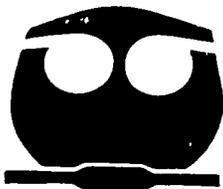


**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

FACULTAD DE QUIMICA

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL PARA UN  
OLEODUCTO (CRUDO BAJO EN VOLATILES) EN SU  
MODALIDAD  
INFORME PRELIMINAR DE RIESGO

**T E S I S**  
**M A N C O M U N A D A**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**I N G E N I E R O Q U I M I C O**  
P R E S E N T A N :  
**V E R O N I C A J O S E M I G U E L**  
**F R A N C I S C O J A V I E R M A R T I N E Z G A R N I C A**



MEXICO, D. F.

2002



**EXAMENES PROFESIONALES  
FACULTAD DE QUIMICA**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

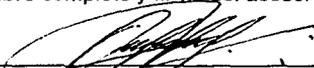
Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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.

**Jurado asignado:**

<b>Presidente</b>	<b>Prof. Arturo López Torres</b>
<b>Vocal</b>	<b>Prof. Rodolfo Torres Barrera</b>
<b>Secretario</b>	<b>Francisco Roberto González Villalobos</b>
<b>1er. Suplente</b>	<b>Landy Irene Ramírez Burgos</b>
<b>2o. Suplente</b>	<b>Alfonso Durán Moreno</b>
<b>Sitio donde se desarrolló el tema</b>	<b>Estudios y Proyectos JM2000, S.A. de C.V.</b>

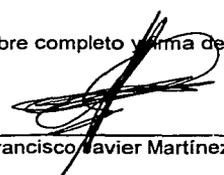
**Nombre completo y firma del asesor del tema**

  
\_\_\_\_\_  
Q.F.B. Francisco Roberto González Villalobos

**Nombre completo y firma del sustentante**

  
\_\_\_\_\_  
Verónica José Miguel

**Nombre completo y firma del sustentante**

  
\_\_\_\_\_  
Francisco Javier Martínez Garnica

**Agradezco a Dios por que me dio la Vida,  
Por que siempre me ha llevado por el camino del bien  
Y por todo el Amor que me da, gracias.**

**Dedico y Agradezco este trabajo a mis padres (Josefina y Artemio) por su  
sabio consejos, por que siempre me ha apoyado en todos los momentos  
buenos y malos de mi vida, y por todo el Amor que siempre me han dado.**

**A mis hermanos: Ernesto, Mónica, Elizabeth y Rosa Maria porque siempre me  
han apoyado y por su cariño. A mi cuñado y cuñada y a mis sobrinos Ricardo,  
Rogelio y David.**

A mi madrina Adelina por que siempre me enseñado que nunca ha que rendirse ante la vida, aun en los momentos más difíciles, por su total apoyo, por su estado de animo siempre alegre y por todo el amor que siempre me ha dado.

A ti Juan que llegaste como un rayo de luz que ilumino mi vida, por todo el apoyo, la ternura, la paz, el cariño, por los momentos inolvidables, por el Danzón y sobre todo por ese gran Amor que me das, gracias Té Amo.

Y en especial quiero agradecer a mi Asesor Francisco Gonzáles, por que gracias a él puede realizar este trabajo, por todo el apoyo que siempre me ha brindado y por sus sabios consejos.

También quiero agradecer a al Ing. Arturo López T. Por sus consejos y apoyo.

A mis Amigos: Elizabeth (por ser la mejor amiga), Nieves (siempre dándome ánimos y saber ser amiga), Francisco Martines, Fernando, Reyna, Javier, Alejandro buitrón, Saúl, Miguel, Jesús, Alejandro<sup>+</sup>, Martín Parra (siempre apoyándome), Susana Hernández, Carlos Elizalde, a la maestra Laura y la maestra Susana por toda la enseñanzas que me han transmitido; al Ing. Eduardo Aspilcueta.

Y en general quiero agradecer a todas las personas que a lo largo de mi vida me han complacido con su compañía.

Aquellos que me han dejado ser, que me han hecho reír; han soportado mis malos ratos; las que han llenado esos espacios de soledad, las que me han hecho soñar, las que colman mis fantasías, las que me impresionan y me inspiran, las que me escuchan y respetan, y sobre todo a las que me muestran su alma, conocimiento y experiencias, su manera de ver la vida, las que me miran y comparten conmigo esas maravillosas experiencias.

## **INDICE**

0.1 ANTECEDENTES	1
0.2 INTRODUCCION.	17
0.3 OBJETIVO.	19
I. DATOS GENERALES.	20
II. DESCRIPCION GENERAL DEL PLAN O PROYECTO.	22
III. ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONOMICO.	30
IV. INTEGRACION DEL PROYECTO A LAS POLITICAS MARCADAS EN EL PROGRAMA NACIONAL DE DESARROLLO URBANO.	52
V. RIESGO.	
V.I. DESCRIPCION DEL SISTEMA DE TRANSPORTE.	57
V.II. ANALISIS Y EVALUACION DE RIESGOS.	82
CONCLUSIONES.	112
RECOMENDACIONES.	114
BIBLIOGRAFIA.	115
ANEXOS.	
PLANOS.	

## 0.1 ANTECEDENTES

## **0.1 ANTECEDENTES.**

El constante crecimiento de los centros urbanos y suburbanos, así como el desarrollo industrial en México, conlleva la necesidad de contar con la infraestructura necesaria, que permita a la población tener los satisfactores básicos tales como: agua potable, luz, así como el gas L.P., que cada vez es más utilizado para uso industrial y doméstico. Por tal motivo, se ha incrementado en el País el consumo de gas L.P. y por consecuencia el establecimiento de centros de almacenamiento para su distribución, mismos que traen consigo una diversidad de impactos en el ambiente circundante durante su operación normal; además, presenta el riesgo que se pudiera provocar por fuga de gas al ambiente, pudiendo alcanzar niveles peligrosos de contaminación en la zona circundante con sus correspondientes efectos en la salud, los bienes y los ecosistemas.

Nuestro País se encuentra ubicado en una región en la que se presentan con significativa probabilidad diferentes fenómenos naturales que conducen o pueden conducir a importantes daños a las gaseras, mismos que pueden dar lugar a fugas y otras fallas.

Entre estos aspectos destacan la alta sismicidad ocasionada por las condiciones tectónicas, sísmológicas y de vulcanismo, así como el alto riesgo de meteoros que traen asociadas precipitaciones torrenciales (huracanes y nortes), así como vientos de muy alta intensidad, etc.

Por lo anteriormente expuesto y con el objeto de prevenir daños de consideración, es necesario desarrollar y aplicar técnicas de análisis de riesgos, así como el establecimiento de políticas de uso del suelo, que eviten la coexistencia de zonas urbanas o ecológicamente sensibles y áreas industriales de alto riesgo, a efecto de prevenir daños de consideración en el caso de presentarse una situación de accidente ambiental; sin embargo, en nuestro país se inicia en forma rutinaria el uso de estos instrumentos que permitirán prevenir accidentes ambientales como los que han sucedido y que han arrojado un saldo de vidas y bienes materiales de consideración, en donde las gaseras no han participado en un evento que involucra daños a terceros en forma directa.

### **0.1.1. ACCIDENTES AMBIENTALES.**

El conocimiento y estudio de los accidentes ambientales que se han presentado implica un gran interés para la identificación de situaciones de riesgo y la evaluación de las medidas preventivas tomadas. En general la información al respecto es dispersa y no comparable, teniéndose, en diversas fuentes de información relaciones de los accidentes que se han presentado en diversos

lugares y bajo ciertas condiciones, sin agregar los accidentes industriales de carácter interno, de los accidentes que incidieron en el ambiente externo.

De la información conseguida y analizada destaca el hecho de que la gran mayoría de los accidentes reportados se han presentado en el transporte de productos de riesgo más que en las instalaciones del proceso, sin embargo, la magnitud de los que han sucedido en las instalaciones rebasa con mucho la magnitud de los accidentes durante el transporte.

Los cuatro tipos de accidentes más frecuentes han sido:

- a) Escape de gases tóxicos de una magnitud tal que crearon una nube letal en un radio de consideración alrededor del punto de escape.
- b) Fuga o derrame de materiales tóxicos (líquidos o sólidos que afectaron áreas de tamaño considerable alrededor del punto de derrame.
- c) Fuga o derrame de productos inflamables que formaron una gran nube que se incendió o explotó.
- d) Explosión de materiales inestables o altamente reactivos.

Desde el punto de vista de los materiales involucrados, en el caso de los tóxicos dominan el amoníaco y el cloro, en el de inflamables y explosivos los hidrocarburos, donde se consideran el gas L.P. y gas natural.

#### **0.1.2. PRINCIPALES ACCIDENTES A NIVEL MUNDIAL.**

Al respecto la tabla 0.1.A. presenta la relación de escapes de cloro más importantes que se han presentado; la tabla 0.1.B. los de amoníaco, la tabla 0.1.C. la relación de explosiones por fugas de gases o vapores donde únicamente 3 fueron causadas por gas L.P. y la tabla 0.1.D. la relación de explosiones de sustancias reactivas.

**TABLA No. 0.1.A.**  
**ESCAPES DE CLORO.**

LUGAR	FECHA	FUENTE DE:
1.-Baton Rouge Louisiana E.U.A.	10-12-76	Tanque de depósito.
2.-Rauma, Finlandia.	05-11-47	Tanque de depósito.
3.-Cornwall, Ont. Canada.	30-12-62	Carro tanque.
4.-Griffith, Indiana E.U.A.	13-03-35	Carro tanque.
5.-La Barre Louisiana E.U.A.	31-01-61	Carro tanque.
6.-St. Auban, Francia.	12-12-26	Tanque de depósito.
7.-Syracuse, N.Y. E.U.A.	10-05-29	Tanque de depósito.
8.-Zarnesti, Rumania.	24-12-39	Tanque de depósito.
9.-Wyandotte, Michigan.	01-09-17	Tanque de depósito.
10.-Chicago, Illinois E.U.A.	04-02-47	Carro tanque.
11.-Niagara Falls, N.Y. E.U.A.	08-02-34	Carro tanque.
12.-Walsum, Alemania Occ.	04-04-52	Tanque de depósito.
13.-Brandtsville, Pennsylvania E.U.A.	28-04-63	Carro tanque.
14.-Mjodolen, Noruega.	24-01-40	Carro tanque.
15.-Freeport, Texas E.U.A.	01-09-49	Tubería.
16.-Lake Charles, Louisiana, E.U.A.	10-03-56	Tubería de conexión.
17.-Johnsonburg, Pennsylvania, E.U.A.	12-11-36	Carro tanque.
18.-Mobile, Alabama E.U.A.	12-07-64	Tubería.

**TABLA 0.1.B.  
 ESCAPES DE AMONIACO**

<b>LUGAR</b>	<b>FECHA</b>	<b>FUENTE DE:</b>
1.-Floral, Arkansas E.U.A.	05-06-71	Tubería.
2.-Enid, Oklahoma E.U.A.	07-05-76	Tubería.
3.-Conway, Kansas E.U.A.	06-12-73	Tubería.
4.-Landskrona, Suecia.	16-01-76	Conexión entre barco y tanque.
5.-Blair, Nebraska E.U.A.	16-11-70	Tanque de depósito.
6.-Crete, Nebraska E.U.A.	18-02-69	Carro tanque.
7.-Belle, West Virginia E.U.A.	21-01-70	Carro Tanque.
8.-Texas City, Texas E.U.A.	03-09-75	Tubería.
9.-Pot Chefstroom, Africa del Sur.	13-07-73	Tanque de depósito.
10.-Houston, Texas E.U.A.	11-05-76	Camión tanque.
11.-Lievin, Francia.	21-08-68	Camión tanque.

**TABLA 0.1.C.  
 ESCAPES REPENTINOS DE GASES O VAPORES INFLAMABLES.**

<b>LUGAR</b>	<b>FECHA</b>	<b>TIPO DE INCIDENTE</b>	<b>MATERIAL INVOLUCRADO</b>
1.-Austin, Texas, E.U.A.	22-02-73	Fuego.	NGL.
2.-Climax, Texas, E.U.A.	29-06-74	Explosión.	Cloruro de vinilo.
3.Decatus, Illinois, E.U.A.	19-07-74	Explosión y fuego.	Isobutano.

continuación tabla 0.1.C.

LUGAR	FECHA	TIPO DE INCIDENTE	MATERIAL INVOLUCRADO
4.-Port Hudson Missouri, E.U.A.	9-12-70	Explosión.	Propano.
5.-East. St. Lois, Illinois, E.U.A.	22-01-72	Explosión.	Propileno propano
6.-Pernis.	20-01-68	Explosión.	Hidrocarburos mezclados.
7.-Fixborough, RU.	01-06-74	Explosión.	Ciclohexano.
8.-Ludwigshafen, Alemania.	28-07-48	Explosión.	Eter Dimetilo.
9.-Meldrin, Georgia, E.U.A.	28-06-59	Fuego.	LPG.
10.-New Berlin N.Y. E.U.A.	25-07-64	Fuego.	LPG.
11.-L.A. California, E.U.A.	18-01-43	Fuego.	Butano.
12.-Beek, Holanda.	07-11-75	Explosión.	Fracción de propileno.
13.-Longview, Texas, E.U.A.	22-02-71	Explosión.	Etileno.
14.-Cleveland, Ohio, E.U.A.	20-10-44	Fuegos y Explosivos.	LPG.
15.-Heame, Texas, E.U.A.	14-05-72	Explosión y fuego.	Petróleo Crudo.
16.-Denver, Texas, E.U.A.	12-05-75	Explosión.	NGL.
17.-Lake Charles, Louisiana, E.A.U.	08-08-67	Explosión.	Isobutano.
18.-San Carlos, España.	11-07-78	Fuego.	Propileno.

continuación tabla 0.1.C.

LUGAR	FECHA	TIPO DE INCIDENTE	MATERIAL INVOLUCRADO
19.-Natchitoch Louisiana, E.U.A.	04-03-63	Explosión.	Gas natural desconocido (metano).
20.-Amsterdam, Holanda.	10-08-71	Explosión.	Butadieno.
21.-Amberes, Bélgica.	10-02-75	Explosión.	Etileno.
22.-UMM Said, Qatar.	03-04-77	Explosión y fuego.	NGL.
23.-Petal City, E.U.A.	25-08-74	Explosión.	Butano (LPG).
24.-Planquemine, Louisiana, E.U.A.	03-05-63	Explosión.	Etano etileno.

Cabe indicar que de 24 accidentes, 19 son explosiones que involucran derivados del petróleo.

**TABLA 0.1.D.**  
**INCIDENTES GRAVES CON SUSTANCIAS REACTIVAS.**

LUGAR	FECHA	CIRCUNSTANCIAS	MATERIAL INVOLUCRADO
Oppau.	22-09-21	Explosión de un depósito.	Nitrato de Amonio.
Texas, City. E.U.A.	16/18-04-47	Explotaron dos barcos.	Nitrato de Amonio.
Brest, Francia.	28-04-47	Explotó un barco.	Nitrato de Amonio.
Doc Run, N.Y. E.U.A.	17-05-62	Explotó un tanque de depósito y siguieron varias explosiones.	Oxido de etileno.
Amberes.	04-06-64	Un barco de reflujo explotó y siguió una explosión aérea.	Oxido de etileno.

De esta relación vale la pena destacar como accidentes de gran interés los ocurridos en Seveso, Italia; Mississauga, Canadá; Three Miles, U.S.A. y Bophal, India.

**a) SEVESO, ITALIA.**

El 10 de Julio de 1967 se presentó un proceso exotérmico incontrolable en la reacción de síntesis de triclorofenol en la planta de Givaudan-La Roche ICMESA situada en Meda, 20 Km al Norte de Milán. A la 1:00 p.m., cuando el disco de ruptura de la válvula de seguridad del reactor se rompió, la mezcla líquida se escapó durante 20 minutos a través del orificio del disco, la nube formada se elevó a 50 metros del suelo y se convirtió en una llovizna que cayó sobre un área densamente poblada de cerca de 1,800 ha. denominada Brianza de Seveso. Las plantas, pájaros y animales domésticos del área fueron afectados seriamente y la población de la zona empezó a resentir lesiones dérmicas.

El análisis de las condiciones del accidente permitió identificar al producto dispersado como 2,3,7,8, tetracloro-dibenza p-dioxina (TCDD), con reconocidas propiedades teratogénicas y carcinogénicas. La contaminación de la zona provocó que el 26 de Julio fueran evacuadas 179 personas que vivían en un área de 15 ha., situada al Sureste de la Planta; más tarde, la gravedad de la contaminación hizo necesario evacuar a toda la población (736 personas).

La mayoría de la población afectada sufrió de cloracné desapareciendo los efectos con el tiempo, sin embargo, se presentó un incremento en abortos espontáneos y malformaciones congénitas a los niños de las mujeres embarazadas afectadas por la nube tóxica, de igual forma se detectaron casos de hepatomegalia y enfermedad crónica del hígado en la población expuesta.

**b) MISSISSAUGA, CANADA.**

Cerca de media noche del 10. de Noviembre, un tren de carga con 106 carros se descarriló en el cruce de la carretera Mavis en la Cd. de Mississauga, Ontario, Canadá. El accidente se originó por incendio de la separación de ruedas de otro carro conteniendo tolueno. El descarrilamiento afectó a 24 carros, 22 tipo tanque y dos caja. Los carros 20, 44 a 46 y 49 a 55, contenían propano que al extenderse el incendio explotaron, siendo lanzado por la explosión uno de ellos a más de 1 Km del sitio. El séptimo carro que contenía 90 toneladas de cloro, sufrió una rotura de 2.5 pies de diámetro fugándose el cloro contenido. La emergencia provocó la evacuación de cerca de 250,000 personas por periodos de hasta 5 días.

Los efectos del escape tóxico fueron reducidos por la acción del incendio que provocó fuertes corrientes de convección vertical que elevaron la nube de cloro a alturas donde se diluyó sin mayor problema.

**c) THREE MILES ISLAND, U.S.A.**

El 28 de Marzo de 1979, a las tres de la mañana se interrumpió la circulación de agua en el circuito secundario de enfriamiento de un reactor nuclear del tipo PWR en la planta nucleoelectrónica de Three Miles Island, ubicada cerca de la ciudad de Harrisburg, Penn. U.S.A. Al no enfriarse el circuito primario se incrementó fuertemente su presión y temperatura, abriéndose la válvula de seguridad del presurizador la cual se dañó y se quedó abierta. El agua y vapor desfogados pasaron al tanque de contención; sin embargo se superó la capacidad del mismo, se rompió su disco de ruptura y el agua y vapor contaminados radiactivamente se derramaron en el recinto de contención.

Automáticamente se inyectó agua a presión al núcleo del reactor para enfriarlo pero, por falla humana se cerró el circuito correspondiente. La presión en el reactor disminuyó formándose una burbuja de gas radiactivo cuyo control tardó dos semanas; por el aumento de temperatura parte de las barras de combustible se fundieron. La cantidad de agua y vapor radiactivos producidos fue tan elevada que hubo escapes y vertimientos al exterior.

La población de la zona tuvo que ser evacuada recibiendo sin embargo dosis de radiación que, según las estimaciones oficiales podrían incrementar en número normal de casos de cáncer en la población expuesta entre dos y doscientos adicionales.

**d) BOPHAL, INDIA.**

A las 11 P.M. del 2 de diciembre de 1984 la presión de un tanque conteniendo 45 toneladas de metilisocianato en la planta de Unión Carbide en las afueras de Bophal, empezó a elevarse en forma descontrolada iniciándose una fuga a través de una válvula defectuosa en las primeras horas del día 3. Dadas las condiciones atmosféricas prevalecientes, la nube formada por la fuga durante más de una hora no se dispersó, sino que avanzó sobre la zona urbana. El gas, afectó a la población ocasionando ceguera y muerte.

Alrededor de 3,500 personas fallecieron y más de 150,000 fueron afectadas con diversas secuelas de afectación a los sistemas respiratorio y nervioso. El diagnóstico de diversos síntomas presentados por la población hacen suponer que probablemente el escape de gases incluyó fosgeno y ácido cianhídrico.

### 0.1.3. PRINCIPALES ACCIDENTES A NIVEL NACIONAL.

En general en México, a pesar del incremento constante de las actividades industriales, el número de accidentes ambientales ha sido reducido aunque, en el caso de la explosión de San Juan Ixhuatepec, la magnitud del accidente alcanzó cotas muy altas. La tabla 0.1.E. presenta un resumen de los principales accidentes conocidos; entre ellos es importante destacar el de Poza Rica, Ver., el de Civac, en Morelos, el de Tampico, Tamps., el de Teoloyucan, Edo. de Méx., el de Cerritos, S.L.P., el de Xalostoc, Edo. de Méx. y el de San Juan Ixhuatepec, Méx. Y a reciente fecha el de la Cd. de Guadalajara, Jal.

**TABLA 0.1.E.  
ALGUNOS ACCIDENTES AMBIENTALES.**

FECHA	UBICACION	ACCIDENTE
24-11-50	Poza Rica, Ver.	Fuga de H <sub>2</sub> S.
29-07-75	San Martín, Pue.	Fuga e incendio en poliducto.
6-03-77	CIVAC, Mor.	Explosión de un reactor con emisión de gases. (anh.-acético)
28-01-78	Tampico, Tamps.	Fuga de TiCl <sub>4</sub> .
20-04-78	Tampico, Tamps. El Mante	Fuga de TiCl <sub>4</sub> . Explosión de una caldera.
19-06-78	Puebla, Pue.	Explosión e incendio de cloruro de vinilo.
20-02-79	Teoloyucan, Méx.	Fuga de cloro en plantas.
3-08-81	Cerritos, S.L.P.	Fuga de cloro por descarrilamiento.
10-04-80	Durango, Dgo.	Incendio en planta de explosivos.

continuación tabla 0.1.E.

08-10-80	Xalostoc, Méx.	Fuga de amoníaco en planta.
09-10-80	Tlaxcala, Tlax.	Fuga de amoníaco de carro tanque.
08-121-80	México, D.F.	Emisión masiva de SO <sub>2</sub> de refinería.
06-03-81	México, D.F.	Explosión de 150 tambos de solventes.
21-04-81	Coatzacoalcos, Ver.	Fuga de amoníaco en gasoducto.
22-05-81	Tlanepantla, Méx.	Incendio en planta de aceites.
04-09-81	Netzahuacoyotl, Méx.	Generación de gases tóxicos en residuos.
25-02-82	México, D.F.	Fuga de amoníaco en planta.
19-11-84	San Juan Ixhuatepec, Méx.	Explosión de gas L.P.
18-04-92	Guadalajara, Jal.	Explosión de gasolina.

**a) POZA RICA, VER.**

El 24 de Noviembre de 1950 se tuvieron problemas en la planta recuperadora de ác. sulfhídrico del gas natural, de la refinería de Poza Rica, Ver. La fuga resultante se dispersó a baja altura sobre la zona urbana provocando la intoxicación de 320 personas y la muerte de 22 de ellas.

**b) CIVAC, MOR.**

El 6 de Marzo de 1977, se tuvo una pérdida de energía eléctrica en la planta de productos químicos Esquim, ubicada en la Cd. Industrial del Valle de Cuernavaca. La falta de energía eléctrica provocó el paro del sistema de refrigeración de un reactor, donde se llevaba a cabo la reacción exotérmica de obtención del producto. El calentamiento originó una sobrepresión que hizo explotar al reactor desprendiéndose una nube de diversas sustancias con predominio de anhídrido acético, que se dispersó en la zona. Se presentaron 700 personas intoxicadas que fueron atendidas, sin presentar secuelas posteriores.

**c) TAMPICO, TAMP.**

Una sobrepresión en el sistema de producción de Pigmentos y Productos Químicos provocó venteos masivos de tetracloruro de titanio. La situación de emergencia se presentó el 28 de Enero de 1978 provocando la intoxicación de 40 personas de la población cercana de Altamira y se repitió el 20 de Abril.

**d) TELOYUCAN, MEXICO.**

El 20 de Febrero de 1979 se presentó una fuga masiva de cloro en las instalaciones de la empresa Ciclómeros ubicada en el municipio de Teoloyucan, Edo. de Méx. La fuga se debió a la falla de la válvula de corte del camión tanque, que estaba abasteciendo el cloro al depósito de la empresa. El origen del sobreflujo que debió activar la válvula de corte se tuvo en una falla en la conexión del tanque de la empresa. Se tuvo un saldo de 35 muertos y más de 1000 intoxicados.

**e) CERRITOS, SAN LUIS POTOSI.**

El 3 de Agosto de 1981 se descarriló un tren en la vía San Luis-Tampico a la altura del kilómetro 316. El descarrilamiento se originó por pérdida de frenos en una pendiente, saliéndose de vía 15 carros, conteniendo cloro 13 de ellos. A resultas del descarrilamiento explotó un carro con 35 toneladas de cloro y se dañaron otros tanques presentándose fugas parciales en ellos.

A causa de la dispersión de la nube de cloro se evacuaron 25,000 personas de los poblados cercanos. Se tuvo un saldo de 14 muertos y cerca de 1000 intoxicados.

**f) XALOSTOC, EDO. DE MEX.**

El 8 de Octubre de 1980, alrededor de las 6 de la mañana se presentó una fuga de amoníaco durante el trasvase del producto de un carro pipa habilitado, al tanque de almacenamiento de la compañía Quemia ubicada en Xalostoc. La fuga del producto formó una nube que por las condiciones atmosféricas no se dispersó por lo cual afectó a los trabajadores involucrados y a los transeúntes del área. Se presentaron 8 de funciones y más de 30 intoxicados. La fuga se debió a las pésimas condiciones del equipo y a las defectuosas prácticas de operación de los trabajadores involucrados.

**g) SAN JUAN IXHUATEPEC.**

En la noche del 18 de Noviembre de 1984 y las primeras horas de la madrugada del 19 se presentó una importante fuga de gas L.P. en las instalaciones de la terminal de almacenamiento y distribución de Petróleos Mexicanos en San Juan Ixhuatepec. Alrededor de las 6 a.m., del día 19 se incendió con explosión la nube formada en un radio de 2 Km y generando una serie de explosiones e incendios en los tanques de la propia terminal.

El incendio abarcó varias manzanas de casas-habitación y los fragmentos de algunos tanques fueron lanzados a varios cientos de metros afectando otras construcciones.

El saldo final fue de más de 500 muertos y varios miles de lesionados con diversos grados de quemaduras, así como la destrucción de decenas de casas habitación.

**h) GUADALAJARA, JALISCO.**

En el mes de Abril de 1992 explotó el drenaje de un sector de la ciudad, a causa de una fuga de gasolina del poliducto de PEMEX, misma que se derramó en el drenaje en forma accidental, que al vaporizar y tener contacto con una fuente de ignición, explotó dañando un promedio de 16 manzanas y un gran número de muertos que a la fecha no se establece con exactitud.

**0.1.4. CRITERIOS DE RIESGO AMBIENTAL UTILIZADOS.**

Con el objeto de prevenir daños de consideración, fue necesario retomar y desarrollar diversas técnicas de análisis de riesgo, además del establecimiento de políticas de uso del suelo que eviten la coexistencia de zonas urbanas o ecológicas sensibles y áreas industriales de alto riesgo para efectos de prevenir daños de consideración en caso de presentarse una situación de accidente.

Dado lo anterior, el gobierno estableció un procedimiento de análisis de riesgo ambiental para ser utilizado por las autoridades locales y regionales encargadas de la evaluación ambiental, que permite analizar los proyectos industriales que impliquen almacenamiento, distribución, procesos, etc. en materia de riesgo ambiental en cuanto a su ubicación con los desarrollos urbanos y las áreas ecológicamente sensibles.

El procedimiento ha sido desarrollado de tal forma que es compatible con el esquema metodológico que plantea la legislación en materia de impacto ambiental vigente.

Desde el punto de vista jurídico, la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente funge como marco para regular las actividades altamente riesgosas como la evaluación del impacto ambiental, dentro del cual se considera el análisis de riesgo ambiental, lo que plantea la necesidad de establecer criterios ecológicos, que funcionen como instrumentos para la adecuada planeación y la consecuente toma de decisiones.

La identificación de los componentes de riesgo de una actividad, consiste en revisar la información fisicoquímica, biológica, etc. que representa o no un riesgo específico. En algunos casos resulta suficiente la información disponible sobre la evidencia cualitativa para ser combinada dentro de la determinación de las evidencias formales de peso.

La tecnología crea muchos riesgos, la determinación de cuales de estos son aceptables, es una labor de carácter nacional que abarca muchas áreas de nuestra economía. El costo para la sociedad nacional en la aceptación de los riesgos tecnológicos es grande y se considera desde la angustia sufrida por los que padecen por la información conflictiva a cerca de estos riesgos, hasta los que se involucran en litigios, inversiones, pérdidas costosas, retrasos, etc., que son el resultado de la incapacidad industrial para predecir el riesgo aceptable para el hombre.

De acuerdo con las disposiciones de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente el artículo 28 establece que: La realización de obras o actividades públicas o privadas, que causan desequilibrios ecológicos o rebasan los límites y condiciones señalados en los reglamentos y las normas técnicas ecológicas emitidas por la federación para proteger el ambiente, deberán sujetarse a la autorización previa del Gobierno Federal, por conducto de la Secretaría o las competencias que señala esta Ley, así como el cumplimiento de los requisitos que se les impongan una vez evaluado el impacto ambiental que pudieran originar, sin perjuicio de otras autorizaciones que corresponda otorgar a las autoridades competentes.

Como complemento a lo anterior, en el artículo 32 se indica: para la obtención de la autorización a que se refiere el artículo 28 del presente ordenamiento, los interesados deberán presentar ante la autoridad correspondiente, una manifestación de impacto ambiental. En su caso, dicha

manifestación deberá ir acompañada de un estudio de riesgo de la obra, de sus modificaciones o de las actividades previstas, consistente en las medidas técnicas preventivas y correctivas para mitigar los efectos adversos al equilibrio ecológico durante su ejecución, operación y en caso de accidente.

Con base en lo anterior, se ha establecido un procedimiento para la evaluación de manifestaciones de impacto y riesgo ambiental, mediante el cual se regulan las actividades altamente riesgosas.

Por otra parte considera que la seguridad en toda la industria se ha convertido en un asunto de gran importancia, a medida que éstas son más grandes, eficientes y complejas. El constante incremento de costos de los equipos y de las primas de seguros, así como la responsabilidad que implica el escape fuera de control de la enorme energía contenida, tanto en procesos, almacenamientos y materiales, han concientizado al industrial para el establecimiento de objetivos de prevención de riesgos que son compartidos por todos dentro de la organización.

En la referente a los accidentes industriales como serías afectaciones ambientales, se reducen a tres tipos fundamentales a considerar: explosión, incendio y fuga o derrame de un producto de alta peligrosidad. Esto a su vez depende de tres variables básicas: presión, temperatura y concentración de los diversos materiales presentes, así como de las condiciones de los recipientes, construcción y diseño de los equipos; las características de los accidentes por transportación pueden presentarse por diversas causas, tanto naturales como antropogénicas ya sean accidentales o premeditadas.

Las medidas de prevención y mitigación de riesgos por aplicarse en las diversas instalaciones industriales, pueden clasificarse en:

- a) Medidas propiamente preventivas, cuando su finalidad es reducir los niveles de riesgo originados a valores socialmente aceptables.
- b) Medidas de control cuando el objetivo es reducir los efectos en el ambiente de situaciones accidentales o cuasi accidentales, cuando estas se lleguen a presentar.
- c) Medidas de atención cuando su objetivo es el de reducir los daños a la población y al equilibrio ecológico, cuando el accidente ha tenido lugar.

En este sentido es importante acotar el riesgo total representado por una instalación tanto en proceso como en almacenamiento ya que se conjugan dos aspectos:

- a) El riesgo intrínseco del proceso y almacenamiento, que depende de la naturaleza de los procesos involucrados, de las modalidades energéticas utilizadas y de la vulnerabilidad de los diversos equipos que integran el proceso.
- b) Riesgo de la instalación, potencializado por las características del sitio de su ubicación a partir de los factores ambientales, mismos que puedan incrementar su nivel de riesgo al presentarse eventos naturales que inciden en el accidente o en la propia magnitud de sus efectos (población aledaña, ecosistemas frágiles, etc.).

Del carácter dual del riesgo de un accidente, se crea la necesidad de adoptar medidas preventivas para ambos aspectos, a fin de poder reducir el nivel de riesgo a un valor aceptable o, de ser posible, evitarlo por completo.

Al hablar de riesgo, es necesario establecer para efectos de la prevención de los accidentes con repercusiones ambientales, el concepto de riesgo que involucra dos factores:

- a) La magnitud de los efectos del evento cuantificados en una escala adecuada y medible.
- b) La probabilidad de que se presente el evento correspondiente.

Por otra parte, es necesario definir un nivel de riesgo aceptable, que pueda ser utilizado para la evaluación de proyectos industriales, el establecimiento de este nivel aceptable implica el considerar diversos factores:

- Problemas del sitio de ubicación de la planta.
- Espaciamiento interno escaso y arreglo general inadecuado.
- Estructura fuera de especificaciones.
- Evaluación inadecuada de materiales.
- Problemas del proceso químico.
- Fallas de equipo.
- Falta de programa eficiente de seguridad tanto interno como externo.

Con base en lo anterior, fue necesario retomar, desarrollar y establecer diversas técnicas para el análisis de riesgo ambiental, así como el establecimiento de políticas de uso de suelo para evitar la coexistencia de zonas urbanas o ecológicamente sensibles con industrias de alto riesgo, para efectos de prevenir daños de consideración en el caso de presentarse una emergencia ambiental.

El uso de metodologías para el análisis de riesgo ambiental que estén en práctica en diversos países lo está también en México, el ejemplo más notable de la aplicación del procedimiento de riesgo ambiental usado por el Instituto Nacional de Ecología para actividades con un elevado potencial de riesgo, instrumento mediante el cual se evalúan los proyectos de obra e instalaciones en operación que representan un potencial significativo de afectación a un entorno, dadas las características inherentes a sus procesos y a las sustancias peligrosas que se manejan.

Dentro de la metodología utilizada para el análisis de riesgo, de la industria química y afines podemos mencionar el análisis consecuencial (cálculo de efecto), que tiene el objetivo de determinar las posibles consecuencias (efectos), por fugas, derrames, explosiones, etc., de materiales o energía peligrosos; es un método considerado cuantitativo y se basa en el uso de modelos matemáticos de aplicación rápida que suelen predecir el peor evento, en caso de un accidente. Dichos modelos son teóricos y necesitan su verificación, además de ser sistemas aproximados.

## 0.2 INTRODUCCION.

## **0.2 INTRODUCCION.**

El presente estudio de Riesgo en su modalidad Ductos Terrestres, concerniente a la reubicación de un tramo de 22 km del Oleoducto de 12" de diámetro que proviene de la Estación de Bombeo Cacalilao, en Veracruz, a la Refinería de Cd. Madero, Tamaulipas, es promovido por la Dirección de Exploración y Producción Primaria. Coordinación Región Norte. Unidad Regional de Servicios Técnicos. Subgerencia de Seguridad Industrial y Protección Ambiental PEMEX. A solicitud del Instituto Nacional de Ecología, como requisito para evaluar las afectaciones probables al equilibrio ecológico, al ambiente, a la población y sus bienes, resultado de la construcción y operación del Oleoducto, así como obras paralelas complementarias como: puentes, estaciones de calentamiento, etc., que intervienen en la conducción de petróleo crudo a través de varias localidades suburbanas del municipio de Pueblo Viejo, Veracruz y de Cd. Madero, Tamaulipas.

El documento está dividido en cinco capítulos, además de conclusiones y recomendaciones lo anterior con base a la Guía para la Elaboración del Estudio de Riesgo Modalidad Ductos Terrestres, propuesto por el Instituto Nacional de Ecología y los anexos correspondientes a los probables escenarios de riesgo; su análisis, interpretación y conclusiones de acuerdo con el modelaje del programa S C R I.

El primer capítulo, Datos Generales, contiene los datos y referencias de las instituciones responsables de la ejecución del estudio y sus aportaciones.

En el segundo capítulo, Descripción General del Proyecto, se elabora una descripción de las obras proyectadas y se exponen las acciones que se realizan para el buen funcionamiento del Oleoducto.

El tercer capítulo, Aspectos del Medio Natural y Socioeconómico, presenta la descripción de la situación actual de los medios natural, urbanizado y socioeconómico. En este contexto se detectan las posibles áreas naturales y poblaciones que pueden resultar afectadas en el caso de fallas de la operación del Oleoducto e instalaciones conexas.

El cuarto capítulo, Integración del Proyecto a las Políticas Marcadas en el Plan Nacional de Desarrollo. Inicialmente expone el marco jurídico administrativo que circunscribe a los ambientes natural, urbanizado y socioeconómico.

El quinto capítulo, consiste en la descripción del sistema de transporte en su parte de construcción, verificando aspectos como: agua requerida (cruda y potable), energía y combustibles necesarios, procedimiento y medidas de seguridad contempladas para el manejo de sustancias o materiales peligrosos, equipo requerido, bases de diseño y normas utilizadas para la construcción del ducto, procedimientos de certificación de materiales empleados, límites de tolerancia a la corrosión, recubrimientos a emplear y bases de diseño y ubicación de válvulas de seccionamiento, venteo y control, infraestructura requerida para la instalación u operación del ducto, tales como bombas, trampas, estaciones de regulación o compresión, venteos, hojas de datos de seguridad (MSDS) de las sustancias y/o materiales peligrosos involucrados.

Otro aspecto que se verifica en este capítulo son las condiciones de operación que integra rubros como: condiciones de operación del ducto (flujo, temperaturas y presiones de diseño y operación), estado físico de la(s) sustancia(s) transportada(s) y características de la instrumentación y control.

Asimismo, se incluye en este capítulo el análisis y evaluación de riesgos, en esta sección se exponen los antecedentes de riesgo del proyecto. Se identifican y jerarquizan los eventos más probables de riesgo del proceso de conducción de crudo. Además se realiza un análisis consecuencial (cálculo de efecto), utilizando el modelo SCRI para determinarlos, esto con el fin de sugerir las medidas y zonas de seguridad que pueden interpretarse de las determinaciones numéricas de los modelajes de cada escenario de riesgo.

Finalmente se aborda el aspecto de la generación y manejo de los residuos generados durante la construcción y operación del proyecto.

En este estudio también se incluyen los rubros de conclusiones y recomendaciones en los cuales se plasma un resumen de la situación general que presenta el proyecto, en materia de riesgo ambiental, señalando las desviaciones encontradas y posibles áreas de afectación así como las recomendaciones derivadas del análisis de riesgo efectuado, incluyendo aquellas determinadas en función de la identificación, evaluación e interacciones de riesgo y las medidas y equipos de seguridad y protección con que contará el proyecto, para mitigar, eliminar o reducir los riesgos identificados.

### **0.3 OBJETIVO.**

### **0.3 OBJETIVO.**

El objetivo de este estudio pretende cubrir los siguientes aspectos:

- a) Que PEMEX cumpla con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Impacto y Riesgo ambiental, así como con los procedimientos para la regularización de dichas materias acordadas entre la Paraestatal y la SEMARNAT (por medio del Instituto Nacional de Ecología).
  
- b) Con base a la información obtenida, detectar y jerarquizar los probables riesgos que representa la reubicación del tramo de 22 Km del Oleoducto Cacalilao - Cd. Madero para el medio ambiente, la población y sus bienes; en caso de producirse una fuga y explosión en el gasoducto y/o derrame de crudo, así como en las estaciones de calentamiento.
  
- c) Indicar los programas de trabajo y procedimientos de seguridad y control con que cuenta PEMEX, para prevenir, atender y minimizar los daños que causaría alguna contingencia provocada por la fuga y explosión del gas metano y/o derrame del crudo.

**I. DATOS GENERALES.**

## **I.-DATOS GENERALES.**

### **I.1.- Nombre de la Empresa u Organismo.**

La dirección de Exploración y Producción Primaria. Gerencia de Seguridad Industrial y Protección al Ambiente. Petróleos Mexicanos (PEMEX). Zona Norte Poza Rica, Veracruz, es la institución promotora de la realización del presente Estudio de Informe Preliminar de Riesgo de reposición del oleoducto de 12" de diámetro y 22 Km. de longitud, entre Estación Cacalilao y la Refinería de Ciudad Madero, Tamaulipas, de acuerdo con los lineamientos del Instituto Nacional de Ecología.

### **I.2.- Registro Federal de Causantes de la Empresa.**

PME-380607P-35.

### **I.3.- Objeto de la Empresa u Organismo.**

Exploración, explotación, procesamiento, transporte y comercialización del petróleo y sus derivados.

### **I.4.- Cámara o Asociación a la que pertenece.**

Ninguna.

### **I.4.1.-Fecha y Número de Registro de la Cámara o Asociación.**

No procede.

### **I.5.- Instrumento jurídico mediante el cual se constituyó la empresa (escritura pública, decreto de creación, etc.).**

Por medio del Decreto Presidencial del 18 de Marzo de 1939.

### **I.6.- Departamento proponente.**

Dirección de Exploración y Producción Primaria. Coordinación Región Norte. Unidad Regional de Servicios Técnicos. Superintendencia General del Distrito de Altamira.

Ing. Roberto Reyes Colín Miranda. Coordinador Región Norte.

Ing. Ramón M. de A. Vasto Sabido. Jefe Unidad Regional de Servicios Técnicos.

Ing. José Fco. Gómez Garay. Superintendente General Distrito Altamira.

**I.6.1.- Domicilio para oír y recibir notificaciones.**

<b>Estado:</b>	Veracruz	<b>Ciudad:</b>	Poza Rica
<b>Municipio:</b>	Poza Rica	<b>Localidad:</b>	Poza Rica
<b>Código Postal:</b>	93370	<b>Tel:</b>	(91-782) 205-10.

**I.6.2.- Nombre completo y puesto de la persona responsable de la instalación o proyecto (Representante Legal). Anexar comprobantes que identifiquen la capacidad jurídica del responsable de la Empresa, suficientes para suscribir el presente documento.**

La investidura y cargos de las personas de la dirección de Exploración y Producción Primaria. Gerencia de Seguridad Industrial y Protección al Ambiente. Petróleos Mexicanos (PEMEX). Zona Norte Poza Rica, Veracruz avalan la realización del presente estudio.

**I.7.- Nombre y dirección de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo.**

Razón Social: ESTUDIOS Y PROYECTOS JM 2000, S.A. de C.V.

Registro Federal de Contribuyentes: EPJ970217177

Domicilio para oír y recibir notificaciones:

José Revueltas 247 Desp. 4, Col. Villa de Cortés. C.P. 03530

Tels. 55 79 27 27 y 55 79 38 41

**I.7.1.- Nombre completo, puesto y firma de la persona responsable de la elaboración del estudio.**

La investidura y cargos de las personas responsables avalan la realización del presente estudio.

**II. DESCRIPCION GENERAL DEL  
PLAN O PROYECTO.**

## **II.- DESCRIPCION GENERAL DEL PLAN O PROYECTO.**

### **II.1.-NOMBRE DEL PROYECTO.**

Construcción Oleoducto de 12" de diámetro Cacalilao - Refinería Madero, nuevo trazo por 22 Km  
El proyecto consiste básicamente en la construcción del Oleoducto de 12" de diámetro y gasoducto de 3" de diámetro y reubicación de 2 estaciones de calentamiento de Cacalilao - Cd. Madero tramo Puente El Prieto - Cd. Madero.

En la actualidad el oleoducto de 12" de diámetro Cacalilao - Refinería Madero fue construido para transportar el crudo de los sectores de: Ebano, Méndez, Pánuco y Cacalilao, el número de fugas que ha acumulado dicho oleoducto hasta la fecha es aproximadamente de 157 y a medida de que pasa el tiempo se ha venido incrementando, lo más alarmante es que las últimas fugas han ocurrido en zonas densamente pobladas en Tampico y Cd. Madero, Tamaulipas, donde el trazo se encuentra alojado en avenidas con alto flujo de tránsito por lo que cada fuga de crudo ocasiona trastornos de vialidad, pánico a la población y daño de medio ambiente.

Con el propósito de solucionar los constantes problemas que se han suscitado por fugas ocasionales que son más constantes en un tramo de 14 Km aproximadamente, zona por donde el oleoducto cruza las áreas urbanas de una creciente densidad habitacional, PEMEX decidió reubicar el oleoducto Cacalilao - Refinería Cd. Madero para evitar pasar por zonas de alta densidad de población.

#### **II.1.1.- Planes de crecimiento futuro.**

No se tiene contemplado ningún proyecto de crecimiento de dicha obra.

#### **II.1.2.-Fecha estimada de operaciones (únicamente para ductos en operación).**

No aplica.

#### **II.1.3.- Fecha estimada de inicio de operaciones del proyecto.**

Enero de 1998

**II.1.4.- Describir la instalación o proyecto, indicando alcance e instalaciones que lo conforman, origen, destino, número de líneas, diámetro, longitud, servicio, capacidad proyecta, inversión y vida útil.**

El proyecto consiste en la reubicación de 22 Km de Oleoducto de 12" de diámetro enterrado en la mayor parte de su trayecto a una profundidad promedio de 1.5 m

Los calentadores que se construirán en Matillas y Anáhuac, serán alimentados por el gasoducto de 3" de diámetro, que transportará gas dulce del troncal que viene de Cactus, Tabasco. El gas fluirá de la margen derecha del Río Pánuco hacia el Puente El Prieto. El poder calorífico del gas es cercano a los 1100 Btu/pie cúbico.

Cabe indicar que en cada estación de calentamiento se instalarán válvulas de seccionamiento y trampas de diablo de envío.

La tubería a utilizar tendrá las características siguientes:

- a) **Oleoducto:** Tubería de 12" de diámetro y 344 mm de espesor, especificación API-5L-Grado B, sin costura y extremos biselados.
- b) **Línea de gas:** Tubería de 3" de diámetro y 216 mm de espesor, especificación API-5L-Grado B, sin costura y extremos Biselados.

Las características químicas y fisicoquímicas del crudo a transportar son:

- Densidad 0.989 de 11 API°
- Viscosidad cinemática a 37 °C es de 15400 SSV (34 stokes).
- Presión en su origen 35 Kg./cm<sup>2</sup>.
- Presión destino final 4 Kg./cm<sup>2</sup>.

El crudo es calentado en las estaciones mencionadas, mismas que estarán separadas entre sí una distancia de 10 Km aproximadamente y una temperatura de operación en el ducto entre 60°C y 90°C; la cantidad a transportar de crudo es de 6000 Bis/día, cabe indicar que el crudo llegará a la estación de calentamiento a 60°C y saldrá de ella a 90°C, ésta acción se realiza con el propósito de darle fluidez al crudo.

El costo aproximado de la obra sin considerar materiales es de diez millones de pesos.

El proyecto está planeado para una vida útil de 20 Años.

**II.1.5.-En el caso de ductos en operación, señalar cual es su antigüedad y vida útil.**

No aplica.

**II.2.- UBICACION DEL PROYECTO.**

El proyecto se ubica en el Estado de Veracruz, municipio de Pueblo Viejo pasando por las localidades de las Matillas, Congregación Anáhuac, Mata Redonda, Congregación Hidalgo, Col. California, Col. Benito Juárez, Col. Lindavista y el Ejido Primero de Mayo y el Estado de Tamaulipas, municipio de Cd. Madero, principalmente Refinería de Cd. Madero.

**II.2.1.- Incluir un mapa de la región legible a escala adecuada, indicativo de la trayectoria y ubicación del ducto, así como coordenadas y colindancias.**

Las coordenadas utilizadas son las denominadas Aguila y también se indican las coordenadas geográficas para una mejor ubicación del ámbito geográfico al inicio y al final, del proyecto:

Al extremo Suroeste inicia en el puente "El Prieto", Mpio. Pueblo Viejo a 97°57' Longitud O y a 22°12'27" Latitud N. (Ver Plano 1)

**Aguila:** X = 7,784.22      Y = 279,153.45

Al extremo Noroeste finaliza en la Refinería de Cd. Madero a.

97°48'36" Longitud O y a 22°15'54" Latitud N.

**Aguila:** X = 90,944.09      Y = 285,770.87

**II.2.2.- Adjuntar planos de trazo y perfil del ducto, donde se incluya información sobre especificaciones y profundidad del ducto, condiciones de operación, cruzamientos, usos del suelo, clase o localización del sitio, señalamientos, otros.**

El proyecto se inicia a la altura del puente llamado El Prieto, en esta área se colinda con la vía del ferrocarril pasando sobre el Río Pánuco, al Norte con la carretera Tamos-Tampico y áreas pantanosas al Sur, el Oleoducto corre de Este a Oeste paralelo a la carretera Estatal que va del puente El Prieto al puente Anáhuac en una franja de tierra pantanosa inundable donde la tubería

irá lastrada. Además colinda al norte con el Río Pánuco y al sur con Laguna de Pueblo Viejo. Respetando el derecho de vía de la carretera el cual es de 20 m. pasando por dos campos de construcción de plataformas, uno ubicado en las Matillas y otro en congregación Anáhuac.

Posteriormente el ducto entra a la Col. Anáhuac por la calle de nombre Encino hasta llegar al canal de Pueblo Viejo, donde cruzará por un puente que se construirá para tal fin. Dicho oleoducto continuará por la calle 16 de Septiembre de la Col. Benito Juárez, es importante indicar que todo el recorrido hasta este punto es atravesando zonas suburbanas de baja densidad poblacional y donde no existe infraestructura urbana contando únicamente con energía eléctrica, el 80% de las casas de la comunidad son de madera.

Es importante mencionar que el derecho de vía para el oleoducto de estas zonas será de 12 m. por lo que habrá la necesidad de reubicar algunos asentamientos, situación ya negociada con los dueños de los lotes y acordada con el presidente municipal.

El ducto continuará su recorrido al noreste hasta llegar a la cota de 50 m. snm donde se construirá la estación de calentamiento Anáhuac. En este recorrido se contemplan en el entorno pastizales sin ningún uso. El ducto se continúa hasta llegar a la carretera federal Tuxpan-Tampico pasando entre la Col. Lindavista y el Ejido Primero de Mayo, Mata Redonda y Congregación Hidalgo; este recorrido ocupa un derecho de vía utilizado por PEMEX hasta llegar al margen derecho del Río Pánuco. En este último tramo se transcurre por una zona suburbana donde no se observa infraestructura alguna, a excepción de energía eléctrica y casas habitación que en un 85% están construidas con madera.

En esta margen del Río en terrenos de PEMEX se instalarán válvulas de seccionamiento de 12" de diámetro y 300 LBS. y trampa de envío de diablos. Asimismo se efectuará la interconexión del gasoducto de 48" diámetro del que viene de Cactus, Tabasco, con el de 3" de diámetro que suministrará gas a las estaciones de calentamiento. El cual se interconectará con el Gasoducto de 6" de diámetro en la cota 0+000.00 del nuevo trazo para dirigirse a la planta central.

El Oleoducto cruzará el Río Pánuco 5m. de bajo del lecho del Río perforando como si fuera un pozo direccional.

En la margen izquierda del Río Pánuco por donde saldrá el ducto, ya municipio de Cd. Madero se construirá una estación con válvulas de seccionamiento de 12" de diámetro y 300 LBS. y trampas de recibo de diablos.

El Oleoducto será superficial y pasará por terrenos de la terminal marítima de Cd. Madero sobre un rack de tuberías ya existente; cruzará la avenida Ferrocarril de forma aérea a 8 metros de altura y entrará a los terrenos de la Refinería pasando por el costado de una gasera y por el límite de los terrenos de la refinería, mismos que están separados por una barda de tabique rojo de 2.5 metros de altura de una zona de campos deportivos, hasta llegar a la avenida Alvaro Obregón cruzando por debajo para entrar nuevamente a los terrenos de la refinería Cd. Madero en los patios de almacenamiento (de los quinientos) hasta llegar a su destino la casa de bombas número 23. Asimismo se señala que al oeste del patio de almacenamiento se ubica la zona urbana de Cd. Madero. (Ver plano 2). Es importante indicar que el recorrido del oleoducto desde la margen izquierda del Río Pánuco ya no va acompañado del gasoducto de 3" de diámetro.

Finalmente se puede concluir que el uso actual del suelo por el que se asentará el trazo del Oleoducto de 12" de diámetro, en orden de mayor a menor porcentaje de área a utilizar será:

Zona Pantanosa: 57%  
Zona Industrial: 19%  
Zona de Pastizales sin uso: 9%  
Zona Suburbana: 14.6%  
Zona Subfluvial: 0.4%

**II.2.2.1.- Incluir una tabla indicativa de cruzamiento con ríos, carreteras, ductos, lagos, otros; señalando kilometraje de ubicación.**

El proyecto consiste en la reubicación de 22 Km. de Oleoducto de 12" de diámetro el cual cruzará diferentes áreas, entre las cuales podemos mencionar:

- Cruce aéreo en el Puente El Prieto. (15 Kms)
- Cruce aéreo en el Canal de Pueblo Viejo. (11.66 Kms)
- Cruce por tuneleo y encamisado de los caminos y cruces siguientes:

- Carretera Estatal puente El Prieto (11 Kms)
- Carretera Estatal puente El Prieto-Congregación Anáhuac. (10.8 kms)
- Carretera Estatal Congregación Anáhuac-Pueblo Viejo. (8 Kms)
- Carretera Federal Tuxpan-Tampico. (1.5 Kms)
- Cruce subfluvial del Río Pánuco. (1 Km)

### **II.2.3.- Descripción de acceso (marítimos, terrestres y/o aéreos).**

Para llegar al área donde será tendido el oleoducto de 12" de diámetro Cacalilao - Ref. Madero en su tramo Puente El Prieto - Ref. Madero se llega tomando la carretera Tampico - Valles - México, que en su inicio corre por el costado izquierdo del Río Pánuco, hasta llegar al puente El Prieto que es donde inicia el nuevo trazo del oleoducto, se pasa el puente y se toma la carretera estatal puente El Prieto - Puente Anáhuac. El oleoducto correrá paralelo a dicha carretera hasta entrar por la calle Encino cruzando toda la Col. Anáhuac, esta calle es de terracería hasta cruzar el canal Pueblo Viejo por un puente que se construirá, continuando por la calle 16 de Septiembre de la Col. Benito Juárez, a la cual se llega cruzando el puente Anáhuac y tomando la carretera a la colonia Cd. Cuahutémoc hasta llegar a la calle 16 de Septiembre.

Posteriormente se va por la carretera a la colonia Cd. Cuahutémoc y se toma la carretera Tuxpan - Tampico, rumbo al ejido Primero de Mayo donde se desvía al camino nacional que llega hasta el margen derecho del Río Pánuco.

El Oleoducto cruzará el Río Pánuco pasando 5 metros por de bajo de su lecho, saliendo por la margen izquierda del Río ya en el municipio de Cd. Madero, Tamaulipas; en terrenos de la terminal marítima Madero y la refinería en las áreas de la gasera y de los tanques de almacenamiento pasando a un costado de campos deportivos y de la zona urbana de Cd. Madero teniendo como principales vías de acceso las avenidas de Ferrocarril y de Alvaro Obregón.

La infraestructura actual para el desarrollo del proyecto consiste principalmente en los caminos de acceso para llegar a los diferentes puntos por donde pasará el Oleoducto y Gasoducto, mismos que se indican:

- El Puente "El Prieto".
- Carretera Estatal Congregación Anáhuac-Pueblo Viejo.
- Carretera Federal Tuxpan-Tampico.
- Avenidas Ferrocarril y Alvaro Obregón.

Dentro de la infraestructura proyectada se contempla la construcción del puente para el cruzamiento aéreo del canal de la Laguna Pueblo Viejo y el cruce subterráneo de los siguientes caminos:

- Carretera Estatal Puente El Prieto-Congregación Anáhuac.
- Carretera Estatal Congregación Anáhuac-Pueblo Viejo.
- Carretera Federal Tuxpan-Tampico.

Además se reubicaron dos estaciones de calentamiento mismas que contarán con su línea de gas para alimentarlas que se tenderá junto al Oleoducto.

Finalmente cabe indicar que se realizarán obras para proporcionar protección catódica a las tuberías, dicha protección se hará construyendo e instalando una subestación eléctrica.

**II.3.- Especificar las autorizaciones oficiales con que cuentan para realizar la actividad en estudio (Permisos de Comisión Nacional del Agua (CNA), permiso de uso del suelo, permiso de construcción, autorización en materia de impacto ambiental, contratos de arrendamiento, permisos de propietarios, etc.). Anexar comprobantes.**

Las zonas por donde pasará el oleoducto son propiedad privada de PEMEX, ya que indemnizó a sus propietarios para obtenerlas. En las áreas suburbanas por donde pasará el oleoducto, PEMEX gestionó la autorización de los municipios para obtener el derecho de vía y en algunos tramos se utilizarán los derechos de vía que tiene en uso actualmente.

Por consiguiente cuenta, con licencia de uso de suelo proporcionada por SEMARNAT y licencia de funcionamiento proporcionada por los municipios de Pueblo Viejo, Ver. y Cd. Madero, Tamaulipas.

Las zonas por donde pasará el oleoducto y que son propiedad de PEMEX, han sido adquiridas bajo gestiones de indemnización legal a los propietarios. Con respecto a las áreas suburbanas por donde pasara el oleoducto, PEMEX obtuvo autorización de los municipios para obtener el derecho de vía y en algunos tramos utilizará los derechos de vía que tiene en uso.

**III. ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL  
Y SOCIOECONOMICO.**

### **III.- ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONOMICO.**

**III.1.- Descripción de los sitios o áreas seleccionadas para la ubicación del ducto, considerando el entorno natural, incluyendo información relevante sobre intemperismos, flora, fauna, hidrología, asentamientos residenciales, comerciales o industriales, cruces, etc. En una franja de 200 metros, paralela a la trayectoria del ducto.**

#### **Zona donde hay hacinamiento.**

El derecho de vía del Oleoducto correspondiente al municipio Pueblo Viejo, Ver. cruza por las colonias Anáhuac, Benito Juárez, California, Lindavista, Ejido Primero de Mayo y Congregación de M. Hidalgo. El trazado del Oleoducto recorre por los sitios marginales de las colonias antes mencionadas hacia la ribera del Río Pánuco, mismas que presentan en todos los casos, bajas densidades de habitantes donde actualmente el desarrollo urbano, apenas cuenta con lotificación y electrificación incipientes.

El derecho de vía del Oleoducto correspondiente a Cd. Madero, Tamaulipas, recorre terrenos de la terminal marítima Madero, pasa por campos deportivos de la Refinería y cruza la avenida Alvaro Obregón, recorriendo el área marginal de la zona urbana de Cd. Madero, por lo que no hay posibilidades de afectación a los habitantes.

#### **Zona donde hay cercano un recurso acuático (lago, río, etc.).**

Se encuentra entre el Río Pánuco y la laguna de Pueblo Viejo, en el estado de Veracruz

El ducto de Cacalilao a la Refinería Madero se encuentra en la Región Hidrológica del Río Pánuco (RH 26), la cual pertenece a la vertiente del Golfo y está constituida por las Cuencas de los Ríos Pánuco (A), Tamesí (B) y Tamuín (C).

La obra se encuentra en la cuenca del Río Pánuco muy cerca de la Cuenca del Río Tamesí, en su tramo desde Ciudad Perseverancia a la Refinería Madero. La distancia promedio entre el ducto y el Río es de 100 m., presenta un intervalo de 20 m. en los puntos más cercanos y de 180 m. en los más alejados. La laguna de Pueblo Viejo presenta una distancia promedio del ducto a ésta de 40 m. a lo largo de un tramo aproximado de 840 m.

Al Este de la cuenca se encuentran las siguientes lagunas, Laguna de Pueblo Viejo, Laguna Chila de carácter intermitente, la Laguna Montecillos al Sur de la anterior, también de carácter intermitente.

Considerando que la precipitación fluctúa entre los 800 y 1500 mm. y un coeficiente promedio de escurrimiento del 10 al 20 %, es importante evaluar en función de las distancias y de la baja probabilidad de derrame de crudo, si es significativa la contaminación a éstos cuerpos de agua por acarreo de aceite o por lixiviación de compuestos del petróleo.

#### **Zona de atracción turística.**

La Cd. de Tampico cuenta con amplias posibilidades de diversión y esparcimiento. Como atractivos naturales esta la laguna del Chairel, en una de cuyas márgenes existen instalaciones deportivas y clubes náuticos. El río Tamesí y el Pánuco invitan a navegar por la laguna de Chairel y la de Pueblo Viejo, y aún hacer el inmenso recorrido hacia Tuxpan, por la laguna de Tamiahua. En el estado de Veracruz, municipio que forma parte del área de influencia regional de este estudio. Al norte del puerto se halla la playa de Miramar. El recorrido por la ciudad y la visita a sus zonas arqueológicas, así como a sus monumentos y plazas también representan un atractivo.

Las actividades turísticas antes descritas, no son afectadas por algún impacto negativo posible, relacionado con la operación del Oleoducto.

#### **Zona de recreo (parques, escuelas u hospitales).**

Debido a que el derecho de vía del Oleoducto recorre sitios suburbanos de bajo desarrollo, por lo tanto no existen en la cercanía instalaciones de servicios a la comunidad.

#### **Zona que se reservan o debieran reservarse para hábitat de fauna silvestre.**

Las poblaciones de mamíferos en las inmediaciones de la zona del proyecto se hayan muy disminuidas y seleccionadas, lo cual significa una muy baja diversidad y una subrepresentación de la fauna original. Destacan dos mamíferos acuáticos: el manatí *Trichechus manatus* del cual el último registro conocido es la osamenta de un ejemplar adulto capturado en la Laguna del Chairel, y conservado en conocido restaurante de Tampico.

El descubrimiento de este registro se debe a personal de Biología de la Universidad del Noreste en la misma Ciudad.

El otro mamífero es la nutria de río llamada tropical o centroamericana *Lutra longicaudis*; se distribuye en todo el sistema lagunar pero especialmente en las Lagunas de Chila y Champayán, mismas que están bastante al norte respecto a la zona del ducto. La nutria es una especie representada en el escudo de la Ciudad de Tampico; el nombre de la ciudad proviene del huasteco y significa "lugar de perros de aguas". La diversidad es baja por el grado de perturbación.

En la zona se encuentran aves de residencia permanente y un componente numeroso de aves de carácter migratorio, para las cuales las extensas zonas de humedales representan sitios de protección en grado variable según las actuales afectaciones producidas por el hombre.

Esta es una zona con una alta diversidad de especies de aves, debido a que los humedales dulceacuícolas y salobres presentes, constituyen refugios importantes para un fuerte componente de aves migratorias acuáticas.

En la zona son escasas las especies sujetas a la caza regulada, y en cambio se da un proceso de caza furtiva. La nutria es víctima de este tipo de cacería, y el resto es sobre especies menores. En la zona del ducto se aplican las zonas cinérgicas No. 4 del Estado de Tamaulipas y No. 1 del Estado de Veracruz.

Los fenómenos de desplazamiento de la fauna silvestre que pueden conducir a la extinción regional de los organismos y a la baja diversidad de la biota; no tienen relación exclusiva y unilateral con la actividad industrial en cuestión, sino con el concepto general de desarrollo del ser humano y el uso irracional de los recursos.

### **Zona de ecosistemas excepcionales.**

Considerando este rubro desde el punto de vista de los tipos de vegetación. El área del proyecto corresponde a un ecosistema perteneciente a la planicie costera del Golfo de México, que coincide con la desembocadura del Río Pánuco, y por ello en la zona se encuentra un sistema lagunar desarrollado, formado por cuerpos de agua dulce, estuarios, canales

artificiales y áreas de inundación. Al menos el 25 % del área de interés, corresponde a zonas urbanas o suburbanas, y el resto son llanuras que actualmente presentan un elevado grado de transformación a partir de la vegetación original: potreros sabanoides, matorrales inducidos y vegetación de cultivo; todos de tipo antropogénico y derivados de la actividad ganadera, frutícola, de industria y habitación. El común denominador es la baja diversidad biótica, comparativamente con las comunidades vegetacionales de esta zona de Tamaulipas y Veracruz.

Considerando el tipo de clima cálido subhúmedo, la escasa altura sobre el nivel del mar, y la presencia de numerosos humedales, es de esperarse que la vegetación original que se desarrolló fue de bosque (selva) tropical baja espinosa y caducifolia, en los sitios altos y de suelos secos; en esteros y sitios de encharcamiento, se espera el desarrollo de popales-tulares; en los alrededores de humedales salobres se espera el desarrollo de manglares; y en suelos salitrosos semisecos, el desarrollo de pastizales halófitos.

El bosque tropical bajo espinoso aún prevalece en algunos sitios alrededor de Tampico no impactados por actividades humanas: posee un estrato arbóreo bajo (arbolillos ramificados desde la base) y arbustos, cuya altura no sobrepasa los 10 metros y con una cobertura de entre 65 y 90 %. Un estrato algo más bajo pero francamente arbustivo, se compone de una rica variedad de especies espinosas cuya cobertura es tal que normalmente no deja establecerse al estrato herbáceo. Aunque la utilidad silvícola de esta comunidad es limitada, la alta fertilidad de sus suelos ha promovido su transformación, mediante roza y quema, a potreros para ganado cebú y cultivos de alta productividad como la caña de azúcar.

#### **Zona de especies acuáticas.**

Puesto que el ducto está circundado por cuerpos de agua, destacan las especies acuáticas por su interés comercial: en primer lugar las jaibas que son tradicionales en Tampico y son pescadas en forma artesanal en amplias secciones del sistema fluvio-lagunar. También son explotadas diversas especies de peces destacando los róbalo, la lobina, los pargos, la lisa y los bagres. Entre los crustáceos se explotan además de la jaiba ya mencionada, la acamaya, los langostinos, y camarones en las zonas de influencia salobre. De los informes que se tienen cuando abundó el manatí, no se conoce que existiera tradición de consumo. El impacto negativo plausible, poco probable, relacionado con acarreo de crudo y contaminación a los

cuerpos de agua, verbigracia, la Laguna de Pueblo Viejo, podría ser detectado en caso de que causaran toxicidad a especies de consumo humano como el ostión, sobre todo en sus estados larvarios.

**Zona de centros culturales, religiosos o históricos del país.**

No.

**Zona de parajes para fines educativos (por ejemplo: zonas ricas en características geológicas o arqueológicas).**

No.

**Zona de pesquerías comerciales.**

En relación con la captura de especies de importancia pesquera en la Laguna de Pueblo Viejo, la producción pesquera es cooperativista y de subsistencia. Estas actividades no presentan ningún tipo de afectación por la actividad industrial referida en este estudio.

**III.1.1.-Incluir planos de la región, indicativos de la ubicación de las zonas vulnerables o puntos de interés (asentamientos humanos, áreas naturales protegidas, zonas de reserva ecológica, cuerpos de agua, etc.); señalando claramente, tanto en el plano como en una tabla, los distanciamientos a las mismas, así como la densidad demográfica de las zonas habitadas cercanas al trazo del proyecto.**

Ver plano No. 3.

**III.1.2.-¿Los sitios o áreas que conforman la trayectoria del ducto se encuentran en zonas susceptibles a:**

(No) Terremotos (sismicidad)?.

(No) Corrimientos de tierra?.

(No) Derrumbamientos o hundimientos?.

(Si) Inundaciones (historial de 10 años, promedio anual de precipitación pluvial)?.

(No) Pérdidas de suelo debido a la erosión?.

(No) Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimientos y erosión?.

(No) Riesgos radiológicos?.

(Si) Huracanes?.

Sismicidad: en un listado, que considera desde el año de 1568 hasta 1997, solo fueron detectados dos terremotos ocurridos en Orizaba Veracruz; como el sitio más cercano del estado, ubicado aproximadamente 400 km al Sur de Cacalilao. Por otra parte, el Ing. López Ramos considera toda esta región de Tampico como parte de la zona asísmica lo que significa que los temblores son casi desconocidos o que se llegan a sentir muy ligeramente, los que ocurren en el Océano Pacífico o Eje Neovolcánico.

Deslizamientos y derrumbes de tierra: en la estructura sedimentaria del Pánuco-Ebano, existe un sistema de fallas con orientación NNE-SSW siguiendo la falla de Menudillo.

Se piensa que la anterior no tiene conexión con los esfuerzos tectónicos que levantaron la Sierra Madre Oriental, más bien pudo deberse a un ajuste de bloques dentro de su basamento, provocado por esfuerzos componentes casi verticales. Los planos de falla tienen inclinación de más de 60°.

Asimismo, fueron identificadas siete pequeñas fallas dispersas por el área de influencia del oleoducto.

En el sitio donde estará el proyecto por ser plano no es posible que ocurran derrumbes. En la zona de estudio la roca predominante es sedimentaria, las rocas ígneas más cercanas se encuentran aproximadamente a 60 km al NW del sitio, en la Sierra de Tamaulipas. Estos fenómenos geológicos no han constituido riesgo a las instalaciones petroleras, debido al fuerte amortiguamiento de la cuenca sedimentaria con respecto a la distancia con el eje Neovolcánico y los movimientos tectónicos que presenta.

Actividad erosiva predominante: para conocer la actividad erosiva que prevalece en el sitio se desarrolló la técnica de erosión laminar para Tampico, Tamps., y de esta manera poder distinguir entre la erosión hídrica y la eólica. Los resultados obtenidos se anotan a continuación:

### EROSIÓN HIDRICA LAMINAR.

Este tipo de erosión resultó ser de 1.756 Ton/Ha/año, clasificándose como Ligera porque el desgaste es menor a 10 Ton/Ha/año.

### EROSIÓN EÓLICA LAMINAR.

En este tipo de erosión, resultó ser de 33.630 Ton/Ha/año, correspondiéndole una clasificación moderada, porque se encuentra en el renglón de entre 10 y 50 Ton/Ha/año.

### ZONAS CON RIESGO DE INUNDACION.

El factor inundación que presenta la región es significativo, característico de la planicie Costera. Los suelos están formados de materia fina lo que propicia la acumulación del agua, estas zonas inundables se encuentran principalmente cerca de la costa y se deben tanto a las mareas como al desbordamiento de ríos y lagunas producto de avenidas.

Al este de la cuenca se encuentran zonas de inundación, cuatro en las proximidades de los ríos Tópila y Pánuco, al Este de la Laguna Montecillos se presenta una zona pequeña, en la parte central de la cuenca se registra la presencia de zonas inundables, en los alrededores de las Lagunas Cerro Pez, Tanchicuín y Las Olas.

### PERIODOS DE SEQUIA.

La temporada de estiaje en ambas estaciones corresponde al mes de marzo como el más seco. En cuanto al registro de sequía anual, en ambas estaciones, los años 1959, 1964, 1967 y 1972 son de los años más secos que se han tenido en 30 años de registro.

Las variaciones pluviales, datos anuales, mensuales y lluvia máxima en 24 horas; se presentan en tablas No. III.C. y III.D.

### NUBOSIDAD.

La estación de Pánuco presenta 74.21 días al año con cielo medio nublado y 61.87 días al año con cielo cubierto totalmente por nubes. En el observatorio de Tampico, se tienen registrados 164.28 días al año con cielo medio nublado y 112.19 días al año con cielo cubierto totalmente por nubes.

## INSOLACION.

Las estaciones mencionadas no tienen este dato, sin embargo se puede inferir con el registro de días despejados. Pánuco presenta 229.14 días despejados durante el año, y considerando una radiación solar de 12 horas sobre el sitio se tiene una insolación de 2,749.7 horas de insolación al año.

Para el caso de Tampico, se obtienen 1,063.9 horas de insolación al año, como resultado de 88.66 días despejados con una radiación solar de 12 horas al día.

### **III.1.3.- Describir detalladamente las características climáticas entorno a la instalación o proyecto, con base en el comportamiento histórico de los últimos 10 años (temperatura máxima, mínima y promedio; dirección y velocidad del viento; humedad relativa; precipitación pluvial).**

Climatología: el análisis climatológico de este proyecto, se llevó a cabo con datos del Servicio Meteorológico Nacional (S.M.N.). Para tal efecto, se escogieron dos estaciones como base para este estudio: La estación de Pánuco, Ver. situada a 5 km al sur de Cacalilao, siendo la más cercana a dicha población, la cual es el lugar donde inicia el ducto; la segunda estación corresponde al Observatorio de Tampico, donde se localiza la refinería y finaliza el tramo, motivo de este proyecto.

Las coordenadas geográficas de dichas estaciones son las siguientes:

- Estación Pánuco: Latitud 22°03'N - Longitud 98°10' W Altitud 60 mts.
- Observatorio Tampico: Latitud 22°14'N - Longitud 97°52'W Altitud 40 mts.

## TIPO DE CLIMA.

De acuerdo con la clasificación de García (1973), la estación de Pánuco corresponde al clima Aw"o (w)(e), clima cálido subhúmedo con lluvias fuertes durante el verano precipitaciones ligeras durante el invierno. En Tampico el clima correspondiente es cálido subhúmedo con lluvias fuertes durante el verano y ligeras durante el invierno cuyo símbolo es Aw"1(e). Cabe mencionar que Tampico es ligeramente más húmedo que Pánuco y para ambos la oscilación térmica se encuentra entre el rango de 7 °C a 14 °C.

## TEMPERATURA.

Estación Pánuco y Tampico. Se reportan en las siguientes tablas (No. III.A. y No. III.B.) las temperaturas promedio mensuales, máxima extrema, mínima extrema °C.

**TEMPERATURAS ESTACION PANUCO, VER. TABLA No.III.A.**

MES/AÑO	MEDIA MENSUAL	MAXIMA EXTREMA	MINIMA EXTREMA
Enero	18.5	36.5	1.0 11/62
Febrero	20.2	38.0	4.0
Marzo	22.5	39.0	8.0
Abril	24.9	39.5	6.0
Mayo	27.6	39.0	12.5
Junio	28.2	40.0	14.0
Julio	27.7	39.5	17.0
Agosto	27.7	39.5	17.0
Septiembre	26.3	38.5	6.1
Octubre	24.7	40.0	10.0
Noviembre	22.3	38.0	4.1
Diciembre	20.1	35.5	2.0
Anual	24.2	40.0	1.0 11/01/62

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional

**TEMPERATURAS ESTACION TAMPICO, TAMPS. TABLA No.III.B.**

MES/AÑO	MEDIA MENSUAL	MAXIMA EXTREMA	MINIMA EXTREMA
Enero	18.6	38.9	0.0 <i>varios</i>
Febrero	19.9	35.5	0.7
Marzo	22.3	42.3	5.4
Abril	24.9	42.7 29/53	10.0
Mayo	29.8	40.7	10.6
Junio	28.2	37.0	16.7
Julio	28.1	39.0	16.9
Agosto	28.9	38.8	14.0
Septiembre	27.5	34.5	10.3
Octubre	25.7	34.5	5.0
Noviembre	22.3	35.0	3.7
Diciembre	19.8	32.5	2.9
Anual	24.6	42.7 29/04/53	0.0 <i>varios</i>

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional

De acuerdo con los resultados anteriores, se tienen las siguientes diferencias entre estaciones:

- Existe un desnivel de Pánuco hacia la ciudad de Tampico de 48 metros.
- Las temperaturas promedio resultaron casi iguales, siendo el mes de junio el más caluroso para la estación Pánuco, mientras que en el puerto es agosto.
- Las temperaturas máximas extremas son más regulares en Pánuco, aunque en Tampico se registra el dato máximo.
- En cuanto a las temperaturas mínimas extremas, es Tampico el que registra las más bajas, sobre todo en el mes de enero.

**HUMEDAD RELATIVA.**

La estación de Pánuco por ser Termo-pluviométrica no cuenta con datos de humedad. A continuación se muestran los datos correspondientes al observatorio de Tampico, mismos que se presentan como promedio mensual de 30 años de observación.

La humedad relativa presenta sus valores más bajos durante octubre y noviembre; con 79%, le siguen marzo, julio, agosto y diciembre con 80%, enero, febrero, mayo y septiembre tiene 81%, y corresponden los valores más altos a abril y junio con 82%.

#### PRECIPITACION.

Los datos de precipitación en milímetros, para ambas estaciones, con un período de observación de 30 años, se presentan a continuación:

**PRECIPITACION EN PANUCO, VER. TABLA III.C.**

MES/AÑO	ACÚMULADA	MAXIMA EXTREMA	MINIMA EXTREMA	MAXIMA (24HORAS)
Enero	27.0	71.0	3.5	32.0
Febrero	17.3	75.0	2.0	50.0
Marzo	7.9	50.0	1.0	38.0
Abril	27.9	92.0	1.0	77.5
Mayo	40.0	87.5	1.0	87.0
Junio	144.4	415.0	6.5	180.0
Julio	134.0	439.0	14.5	157.5
Agosto	119.1	400.0	16.0	139.0
Septiembre	219.2	957.5 1955	6.0	216.0 23/67
Octubre	116.2	753.5	5.0	160.0
Noviembre	41.1	243.5	3.0	85.5
Diciembre	27.6	96.0	4.0	50.0
Anual	921.7	957.5 9/55	1.0 varios	216.0 varios

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional

**PRECIPITACION EN TAMPICO, TAMP. TABLA No. III.D.**

MES/AÑO	ACUMULADA	MAXIMA EXTREMA	MINIMA EXTREMA	MAXIMA (24HORAS)
Enero	27.2	100.2	0.6	83.5
Febrero	18.5	65.8	0.5	40.0
Marzo	15.2	62.8	0.2 1946	40.6
Abril	22.3	79.0	0.9	79.0
Mayo	51.8	130.4	1.0	94.0
Junio	194.3	345.9	0.5	91.5
Julio	135.0	336.8	12.0	91.0
Agosto	161.1	432.4	18.6	150.2
Septiembre	266.0	914.9 1955	44.0	201.0 09/67
Octubre	132.3	407.5	2.0	136.2
Noviembre	47.6	354.8	2.6	195.6
Diciembre	24.8	97.3	0.8	58.7
Anual	1096.1	914.9 9/55	0.2 3/46	201.0 23/9/67

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional

Nota: En las columnas de los datos extremos, enseguida del número mayor se anota el año de ocurrencia, dato que se repite en la anotación anual.

**FRECUENCIA DE LA PRECIPITACION.**

En la tabla No. III.E. se muestra la ocurrencia de lluvias en mm y su porcentaje durante el verano, estación cuando la precipitación es mayor.

**OCURRENCIA DE LLUVIAS EN mm. TABLA No.III.E.**

ESTACIONES	VERANO %		RESTO DEL AÑO %	
PANUCO	445.0	48.3	476.7	51.7
TAMPICO	480.7	48.8	505.2	51.2

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional

Los meses lluviosos, en ambas estaciones corresponde al periodo comprendido de junio a octubre, presentándose lluvias ligeras durante la temporada invernal.

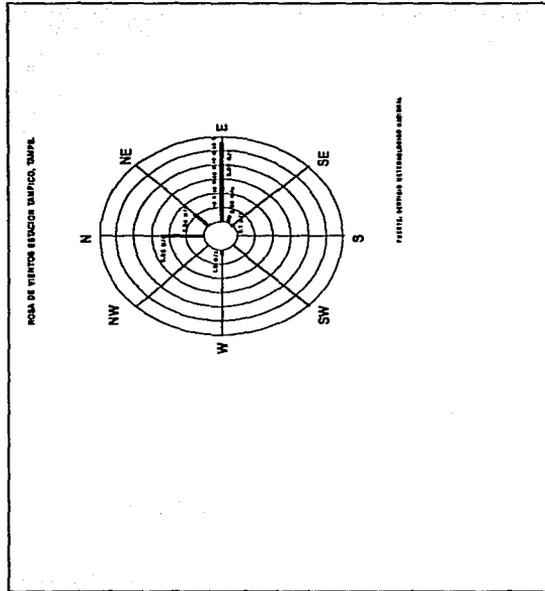
Comparando ambas estaciones; Tampico es ligeramente más lluvioso que Pánuco, sin embargo este último tiene un valor mayor de máxima extrema.

#### VIENTO.

Para el análisis de los vientos se utilizaron datos de 1981 a 1995 de Tampico, proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional. Cabe mencionar que los años 1985, 86, 87 y 95 tienen información incompleta y por lo tanto se utilizaron sólo los datos existentes.

#### ROSA DE VIENTOS.

Los vientos más frecuentes provienen del Este y los más intensos del Norte, con un promedio de 5 m/s, sin embargo se tienen registros de vientos hasta de 11 m/s en esta dirección. Los detalles de la rosa de vientos se pueden observar en la siguiente figura.



	DATOS	% FREC.	INT. m/s
N	25	25.25	5.06
NE	10	10.10	2.54
E	57	57.57	3.86
SE	1	1.01	6.1
S	---	---	---
SW	---	---	---
W	2	2.02	1.8
NW	4	4.04	3.93
NW	4	4.04	3.93

#### ALTURA DE LA CAPA DE MEZCLADO DE AIRE.

En el puerto de Tampico no se efectúa radiosondeo por parte del S.M.N., por lo tanto no se tienen datos precisos de la altura en metros, y considerando que el alcance vertical en el que ocurre el mezclado varía diariamente y de una estación del año a otra, también con las características topográficas y climáticas del sitio, es sumamente difícil saber la altura de capa de mezcla en este puerto; sin embargo se estima que por ser puerto tiene unas alturas de mezcla parecidas a cualquier puerto, como puede ser, en Manzanillo, Col. en el que durante el mes de septiembre se presenta alturas que van de los 1100 a 1500 m y en el mes de octubre oscilan entre los 1100 hasta los 1800 m.

Si se toman estos valores con la reserva pertinente debido a que se trata de un puerto ubicado en la Costa del Pacífico, y las condiciones climatológicas son diferentes, podemos suponer que las alturas de mezclado sean similares en Tampico.

#### CALIDAD DEL AIRE.

El aire de Pánuco no se ve fuertemente afectado (ver tabla No. III.F.), sin embargo, Tampico está siendo contaminado por diversas fuentes fijas y móviles, mismas que se muestran en la tabla No. III.G.

**CONTAMINANTES ATMOSFERICOS EN PANUCO, VER. TABLA No. III.F.**

FUENTE	CONTAMINANTES	OBSERVACIONES
Industria Azucarera	Humos y gases de combustión	Equipo de proceso (calderas, hornos, etc).
Vehiculos	CO, NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub>	Motores para gasolina, diesel y gas

Tomado de: SEDUE (1980) diagnóstico de la región del Puerto Industrial del área de Tampico.

**CALIDAD DEL AIRE, CONTAMINANTES ATMOSFERICOS EN TAMPICO, TAMPS. TABLA No.III.G.**

<b>FUENTE</b>	<b>CONTAMINANTES</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Termoeléctrica de CFE	CO, SO <sub>x</sub> , PST.	Solo controlan polvos de cal
Electrogeneradora de CFE*	NO <sub>x</sub> , CO	Trabaja con gas
Refinería de PEMEX	SO <sub>2</sub> , trozos de coke	
Química del Mar	PST a base de Oxidos de Magnesio	
Pigmentos y Derivados Químicos	CO <sub>x</sub> , Tetracloruro de Titanio	Controlan con un depurador de gases
Hules Mexicanos	CO, PST de negro de humo	Controlan con quemador de gases
NovaQuim	NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub>	
Petrocel	Substancias orgánicas volátiles	Controlan con un quemador de gas
Productos Lince	Humos del asfalto y gases de Combustión	Controlan con un incinerador y quemadores de gas
Promociones Industriales Mexicanas	Vapores de barniz	Controlan con un condensador de reflujo
Jabonera de Tampico	Humos de caldera	
Cementos Anáhuac *	PST de cal	
Vehículos Automotores	CO, NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub>	Motores para gasolina, gas y diesel
Acción del viento en dunas *	PST de tolvaneras	En áreas de Tampico - Ciudad Madero
Estero del Río Pánuco *	Olor de hidrocarburos	
Laguna del carpintero *	Olor a H <sub>2</sub> SO y metano	Son dañinos para la salud

TOMADO DE: SEDUE (1985), región de influencia de los distritos de control de la contaminación en la desembocadura del Río Pánuco.

\* SEDUE (1980), diagnóstico de la región del puerto industrial del área de Tampico.

## INTEMPERISMOS SEVEROS:

### FRECUENCIA DE NEVADAS.

En las dos estaciones de observación (Pánuco-Tampico) no han ocurrido nevadas durante 30 años de observación.

### FRECUENCIA DE HELADAS.

Sólo se registra un día con helada que ocurre en el mes de enero, en el puerto de Tampico. En la estación de Pánuco, durante 28 años de registro, se tienen heladas en 0.17 días durante el año, principalmente en diciembre, enero y febrero.

### FRECUENCIA DE GRANIZADAS

En relación con las granizadas, en la estación Tampico, éstas ocurren durante 0.18 días al año, principalmente durante los meses de febrero, abril, mayo, julio, noviembre y diciembre. En Pánuco ocurren 0.10 días al año con granizo, durante los meses de enero y abril.

### FRECUENCIA DE HURACANES

Para el desarrollo de este apartado, se utilizó información del S.M.N. en el período de 1921-2000. Se detectó que han entrado por Tampico o tocado estas tierras 12 huracanes; principalmente durante el mes de agosto y octubre. Entre los más fuertes se encuentra el que ocurrió en junio de 1929 y el de septiembre-octubre de 1966.

En las tablas No. III.H. y No. III.I. se hace una relación del huracán, el nivel de intensidad que llevaba al entrar o cruzar el puerto de Tampico.

HURACANES QUE HAN ENTRADO O CRUZADO TAMPICO, TAMPS. TABLA III.H.

No.	AÑO	MES	METEORO	DESCRIPCIÓN
1	1921	Septiembre	Huracán	Ordinario
2	1922	Junio	Huracán	Ordinario
3	1924	Septiembre	Huracán	Fuerte: Cruzó la Península de Yucatán, entró al país, salió al Océano Pacífico, se fortaleció y regreso al Golfo de México.
4	1927	Junio	Huracán	Ordinario
5	1928	Septiembre	Huracán	Muy fuerte: Su trayectoria fue idéntica a la del huracán de 1924
6	1933	Septiembre	Huracán	Muy fuerte: Cruzó la Península de Yucatán, entró al sur de Tampico y salió por Mazatlán hacia el Océano Pacifico.
7	1936	Junio	Huracán	Ordinario
8	1938	Agosto	Huracán	Muy fuerte: Su trayectoria es muy parecida al de 1933, pero éste cruzó el Golfo de Cortes y la Aseen de Baja California, paso al norte de la Paz y salió al Océano Pacifico.
9	1950	Octubre	Huracán	Ordinario
10	1956	Julio	Huracán Ana	Ordinario
11	1983	Agosto	Huracán Barry	Ordinario
12	1988	Septiembre	Huracán Gilberto	Muy fuerte: A su paso destruyo Cancún, Q.R., Inundó grandes regiones de Veracruz y Tamaulipas, se debilito en la Sierra Madre Oriental, inundo Monterrey y se fue hacia E.U.A.

**HURACANES QUE HAN ENTRADO O CRUZADO TAMPICO, TAMPS. TABLA III.H.**

No.	AÑO	MES	METEORO	DESCRIPCIÓN
13	1999	Agosto	Huracán Bret	Muy fuerte: Inundó grandes regiones de Veracruz y Tamaulipas y se fue hacia E.U.A.
14	2000	Octubre	Huracán Keith	Ordinario

FUENTE: Servicio Meteorológico Nacional, trayectorias de huracanes de 1921-2000.

**HURACANES QUE HAN PASADO A MENOS DE 200 KM DE TAMPICO. TABLA No.III.I.**

No.	AÑO	MES	METEORO	DESCRIPCIÓN
1	1923	Octubre	Huracán	Ordinario
2	1924	Agosto	Huracán	Fuerte: Cruzo el país y regreso al Golfo de México
3	1928	Agosto	Huracán	Ordinario
4	1929	Junio	Huracán	Muy fuerte: Cruzo Centro América, entro al país por Oaxaca, salió por Tampico y entro a E.U.A. Cerca de Corpus Cristi, Texas.
5	1936	Agosto	Huracán	Ordinario
6	1942	Agosto	Huracán	Ordinario
7	1947	Octubre	Huracán	Ordinario
8	1951	Agosto	Huracán	Ordinario
9	1955	Septiembre	Huracán Hilda	Ordinario
10	1966	Sep - Oct	Huracán Inés	Muy fuerte: Destruyó el Puerto de Tampico, porque nada lo debilito.
11	1999	Agosto-Sept.	Huracán Bret	Muy fuerte: Inundó Veracruz y Tamaulipas.

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, trayectorias de Huracanes de 1921-2000

**III.4.- Indicar el deterioro esperado en la flora y fauna por la realización de la instalación o proyecto, principalmente en aquellas especies en peligro de extinción.**

En el siguiente cuadro se presentan algunas especies de vertebrados amenazadas de extinción de acuerdo con los criterios de las instituciones conservacionistas que se presentan en la siguiente tabla. No obstante, esta situación obedece principalmente al descontrol de la caza oficial y furtiva.

De las especies citadas en el cuadro, cabe mencionar que de acuerdo con los investigadores de la Universidad del Noreste, se considera que localmente el manatí se extinguió.

**ESPECIES AMENAZADAS, RARAS O EN PELIGRO DE EXTINCION**

ESPECIE	SEDUE	UICN	USES A	OFV/PG
<b>MAMIFEROS</b>				
<i>Lutra longicaudis</i>	E	V	E	
<i>Trichechus manatus</i>	PE	V	E	
<b>AVES</b>				
<i>Podiceps nigricollis</i>	E			
<i>Mycteria americana</i>		E		
<i>Buteo regalis</i>				XW
<i>Falco peregrinus</i>	E	V	E	
<i>Falco columbarius</i>				XW
<i>Laterallus jamaicensis</i>	R			
<i>Grus canadensis</i>		R	E	XW
<i>Amazona autumnalis</i>	PE			
<i>Dendroica petechia</i>		E	E	
<i>Carpodacus mexicanus</i>	PE			

ESPECIE	SEDUE	UICN	USES A	OFV/PG
<b>RECTILES</b>				
<i>Crocodylus moreletii</i>	PE	E	E	
<i>Crocodylus acutus</i>	E	E	E	
<b>PECES</b>				
<i>Ictalurus australis</i>		R		
<i>I. mexicanus</i>		R		
<i>Poecilia latipunctata</i>	R			

EXPLICACION: (E) ESPECIES EN PELIGRO DE EXTINCION, (R) ESPECIES RARAS, (V) ESPECIES VULNERABLES, (PE) ESPECIES BAJO PROTECCION ESPECIAL, Y (XW) ESPECIES QUE SOLO INVERNAN EN MEXICO. FUENTES: SEDUE= CRITERIO CT-CERN-001-91; UICN= UNION INTERNACIONAL PARA LA PROTECCION DE LA NATURALEZA; USESA= UNITED STATES ENDANGERED SPECIES ACT; OFV/PG= OSCAR FLORES VILLELA Y PATRICIA GEREZ, 1988.

#### **Especies Endémicas.**

Se consideran endémicas de México las siguientes especies de reptiles: *Xenosaurus platyceps*, *Thamnophis mendax*.

#### **Vegetación endémica o en peligro de extinción.**

Ninguna de las especies vegetales del lugar se encuentra bajo el status de amenazada, rara o en peligro de extinción. Sólo cabe mencionar nuevamente que la zona se encuentra altamente perturbada y sólo quedan algunos restos de lo que fue el bosque tropical bajo espinoso.

**III.5.- Indicar los criterios que definieron la ubicación y trayectoria del ducto. ¿Se evaluaron otros sitios alternativos para determinar el trazo del ducto?.**

No se evaluaron otros sitios alternativos. Pero por otra parte se analizan las repercusiones en el territorio que comprende el área de estudio, como consecuencia de la realización de las obras petroleras.

Los instrumentos para la regulación de los usos del suelo que serán considerados en este estudio, son básicamente el ordenamiento ecológico del territorio y la normatividad aplicable en materia de contaminación ambiental, incluyendo leyes, reglamentos y normas correspondientes.

En primer lugar, el Plan Nacional de Desarrollo como instrumento rector de la planeación económica del país establece, en el ámbito de la conservación, ampliación y explotación racional de los recursos escasos del país, incluyendo desde la extracción hasta el uso de los hidrocarburos, que se debe impulsar el aprovechamiento de este vital recurso, considerando un uso racional y a la vez respetuoso de la calidad y conservación del medio ambiente, en congruencia con los avances tecnológicos.

Por otra parte, el fomento al desarrollo regional, se orienta a la búsqueda de opciones más viables de mejoramiento de infraestructura, promoción de zonas industriales, equipamiento, vivienda y servicios. Las obras objeto de este estudio quedan enmarcadas en tales propósitos. El ordenamiento ecológico territorial es el instrumento de planeación que establece la legislación vigente para lograr un aprovechamiento sostenido de los recursos naturales, sin menoscabo de la integridad de los mismos. Para ello se busca el impulso a las actividades productivas mediante el uso adecuado del suelo con base en su vocación natural y considerando siempre la variable ambiental.

En el área analizada, dentro de la zona Tampico-Ciudad Madero, se han realizado algunos estudios de planeación ecológica y desarrollo urbano que establecen pautas específicas en materia de usos del suelo.

Por lo que respecta al estado de Veracruz, existe actualmente una gran dispersión espacial de la población en la zona de estudio. En Pánuco y Pueblo Viejo se registraron decrementos poblacionales en los últimos años, atribuibles a las emigraciones hacia polos de atracción cercanos como Tampico y Cd. Madero. Con las obras previstas en su territorio se espera el arraigo de sus habitantes e inclusive un cierto grado de inmigración proveniente de los municipios aledaños, lo que, en principio, estabilizará su población y, en el futuro podrían incrementarse las tasas de crecimiento.

**IV. INTEGRACION DEL PROYECTO A  
LAS POLITICAS MARCADAS EN  
EL PROGRAMA NACIONAL DE  
DESARROLLO URBANO.**

#### **IV. INTEGRACION DEL PROYECTO A LAS POLITICAS MARCADAS EN EL PROGRAMA NACIONAL DE DESARROLLO URBANO.**

**IV.1 Señalar como están asociadas las actividades del ducto o proyecto, a las políticas del Programa de Desarrollo Urbano Local, que tengan vinculación directa con las mismas. Anexar el plano del referido Programa de Desarrollo Urbano de la zona donde se localiza la instalación o proyecto.**

Para toda la zona de estudio, en el ámbito federal, es aplicable la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, publicada en el Diario Oficial de la Federación del 28 de enero de 1988, la cual entró en vigor el 1º de marzo del mismo año, haciendo referencia a los conceptos de evaluación del riesgo ambiental, mismos que establecen la identificación del daño potencial que una obra o actividad representaría para la población, sus bienes y el ambiente, durante su ejecución, operación normal y en el caso de que se presente un accidente, así como las medidas de seguridad u operación tendientes a evitar, mitigar, minimizar o controlar dichos daños.

Con base a este ordenamiento, la evaluación de Riesgo Ambiental del proyecto petrolero que se analiza, cae dentro de la esfera de la federación, siendo regulado por el artículo 28, inciso II, el cual señala que corresponderá al Gobierno Federal evaluar el impacto ambiental que pudieran originar la industria del petróleo, **petroquímica**, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica.

Además de los siguiente preceptos, también incluidos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

#### ***CAPITULO II***

#### ***Distribución de Competencias y Coordinación.***

#### ***Artículo 5***

***Son facultades de la Federación:***

#### *Fracción VI*

La regulación y el control de las actividades consideradas como altamente riesgosas, y de la generación, manejo y disposición final de materiales y residuos peligrosos para el ambiente o los ecosistemas, así como para la preservación de los recursos naturales, de conformidad con esta Ley, otros ordenamientos aplicables y sus disposiciones reglamentarias.

#### *Fracción VII*

La participación en la prevención y el control de emergencias y contingencias ambientales, conforme a las políticas y programas de protección civil que al efecto se establezcan.

#### *Fracción X*

La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes.

#### *Sección IV*

##### *Regulación Ambiental de los Asentamientos Humanos*

#### *Artículo 23*

Para contribuir al logro de los objetivos de la política ambiental, la planeación del desarrollo urbano y la vivienda, además de cumplir con lo dispuesto en el artículo 27 constitucional en materia de asentamientos humanos, considerará los siguientes criterios:

#### *Fracción VIII*

En la determinación de Áreas para actividades altamente riesgosas, se establecerán las zonas intermedias de salvaguardia en las que no se permitirán los usos habitacionales, comerciales u otros que pongan en riesgo a la población.

#### *CAPITULO V*

##### *Actividades consideradas como altamente riesgosas.*

#### *Artículo 145*

La secretaría promoverá que en la determinación de los usos de suelo se especifiquen las zonas en las que se permita el establecimiento de industrias, comercios o servicios considerados

riesgosos por la gravedad de los efectos que puedan generar en los ecosistemas o en el ambiente, tomando en consideración:

*Fracción I*

Las condiciones topográficas, meteorológicas, climatológicas, geológicas y sísmicas de las zonas.

*Fracción II*

Su proximidad a centros de población, previendo las tendencias de expansión del respectivo asentamiento y la creación de nuevos asentamientos.

*Fracción III*

Los impactos que tendrían un posible evento extraordinario en la industria, comercio o servicio de que se trate, sobre los centros de población y sobre los recursos naturales.

*Fracción IV*

La compatibilidad con otras actividades de las zonas.

*Fracción V*

La infraestructura existente y necesaria para la atención de emergencias ecológicas.

*Fracción VI*

La infraestructura para la dotación de servicios básicos.

*Artículo 146*

La secretaria, previa opinión de las Secretarías de Energía, de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Gobernación y del Trabajo y Previsión Social, conforme al reglamento que para tal efecto se expida, establecerá la clasificación de las actividades que deben considerarse altamente riesgosas en virtud de las características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas para el equilibrio ecológico o al ambiente, de los materiales que se generen o manejen en los establecimientos industriales, comerciales o de servicios, considerando, además, los volúmenes de manejo y la ubicación del establecimiento.

#### *Artículo 147*

La realización de actividades industriales, comerciales o de servicios altamente riesgosas, se llevaran a cabo con apego a lo dispuesto por esta ley, las disposiciones reglamentarias que de ella emanen y las normas oficiales mexicanas a que se refiere el artículo anterior. Quienes realicen actividades altamente riesgosas, en los términos del reglamento correspondiente, deberán formular y presentar a la secretaria un estudio de riesgo ambiental, así como someter a la aprobación de dicha dependencia y de las secretarías de gobernación, de energía, de comercio y fomento industrial, de salud y del trabajo y previsión social, los programas para la prevención de accidentes en la realización de tales actividades, que puedan causar graves desequilibrios ecológicos.

#### *Artículo 148*

Quando para garantizar la seguridad de los vecinos de una industria que lleve a cabo actividades altamente riesgosas, sea necesario establecer una zona intermedia de salvaguardia, el gobierno federal, podrá mediante declaratoria, establecer restricciones a los usos urbanos que pudieran ocasionar riesgos para la población. La secretaria promoverá ante las autoridades locales competentes, que los planes o programas de desarrollo urbano establezcan que en dichas zonas no se permitirán los usos habitacionales, comerciales u otros que pongan en riesgo a la población.

Finalmente es importante indicar que el presente proyecto cumple con las directrices establecidas en El Plan Nacional de Desarrollo actual, el cual establece entre sus rubros principales el apartado de Política Ambiental para un Crecimiento Sustentable que, en materia de regulación ambiental, la estrategia se centrará en consolidar e integrar la normatividad y en garantizar su cumplimiento. Asimismo, define lineamientos para frenar las tendencias de deterioro ecológico, inducir un ordenamiento del territorio nacional, tomando en cuenta que el desarrollo sea compatible con las aptitudes y capacidades ambientales de cada región; aprovechar de manera plena y sustentable los recursos naturales, como condición básica para la superación de la pobreza; y cuidar el ambiente y los recursos naturales a partir de una reorientación de los patrones de consumo y un efectivo cumplimiento de las leyes.

El Plan define que el factor de promoción en la regulación ambiental esta dado por un sistema de incentivos que, a través de normas e instrumentos económicos, alienten a productores y consumidores a tomar decisiones que apoyen la protección del ambiente y el desarrollo

sustentable. El uso de instrumentos económicos, señala, evitará que quienes provoquen daños ambientales, trasladen su costo a los demás productores y a los consumidores y permitirá, además, que quienes protejan el ambiente y los recursos naturales reciban estímulos permanentes.

Igualmente establece que este conjunto de políticas y acciones estarán permeadas por una estrategia de descentralización en materia de gestión ambiental y de recursos naturales. Su finalidad es fortalecer la capacidad de gestión local, particularmente la de los municipios, siendo un componente importante de esta política la inducción de nuevas formas de planeación regional para el aprovechamiento sustentable de los recursos.

El Plan Nacional de Desarrollo puntualiza claramente que las políticas y acciones en materia de medio ambiente y recursos naturales, se sustentarán también en nuevos esquemas de corresponsabilidad y participación social, mejorando la información a la sociedad y fortaleciendo las actuales formas de involucramiento ciudadano en esta política pública.

**V. RIESGO.**

## **V. RIESGO.**

### **V.I. DESCRIPCION DEL SISTEMA DE TRANSPORTE.**

**V.I.1. Para la etapa de construcción; indicar agua requerida (cruda y potable), energía y combustibles necesarios (solo aplica para proyectos).**

#### **Requerimiento de agua y energía.**

Se requiere únicamente de un volumen aproximado de agua de 60 m<sup>3</sup> para la etapa de construcción. Pero sin embargo, se utilizará agua durante la fase de pruebas hidrostáticas de las tuberías. Las tuberías se probarán hidrostáticamente durante 24 horas, se conectará la tubería de descarga de la bomba al cople instalado en el tapón para llenado de la tubería. PEMEX proveerá el agua de una distancia no mayor de 150 m. a una presión de 70 kg/cm<sup>2</sup>.

El agua disponible puede ser bombeada de algún cuerpo cercano, los trabajos de conducción, prueba hidrostática y desmantelamiento son eventuales; el agua desechada no contiene ningún tipo de contaminante por lo que puede ser dispuesta sin riesgo en los medios natural y urbano.

#### **Electricidad.**

PEMEX presenta las especificaciones a los contratistas para la construcción de acometido en Alta Tensión y Subestación Eléctrica de 34.5 kv. Los trabajos se realizarán en km 31+088, 46+545, 42+135.48 del Oleoducto Cacalilao-Refinería Madero, localizado en la Col. Bermúdez en el Municipio de Cacalilao, Ver. El contratista suministrará todos los materiales especificados hasta el lugar de la obra. Los conductores de alimentación de corriente alterna y los de salida de corriente directa, la conexión de corriente directa del rectificador a la cama anódica, etc. Se realizarán en conjunto y bajo supervisión de PEMEX de acuerdo con las especificaciones de la Comisión Federal de Electricidad y las Normas de D.G.E.

En términos generales las características eléctricas de la instalación son las siguientes:

- Voltaje nominal de entrada 110-220 VCA.
- Fases 1.
- Frecuencia 60 Hz.
- Voltaje de salida 100 VCD, corriente de salida 150 Amp.
- Eficiencia mínima de 90%.
- Juegos de Taps fino de 2 en 2 hasta 10 VCA.
- Juegos de Taps burdos de 10 en 10 hasta los 90 VCA.

- Conectores para cable calibre 2 (AWG), (MCM) en la alimentación y para calibre 1/0 (AWG), (MCM) en la salida del rectificador.
- El rectificador operará satisfactoriamente y sin alterar sus características eléctricas desde una temperatura de 0°C hasta 45°C en el ambiente, así como una temperatura de trabajo de 60°C.
- Voltímetro con rango de 0 a 120 VCD.
- Amperímetro con rango de 0 a 150 Amp.

Todos los equipos e instalaciones deberán cumplir con la Norma PEMEX 2.251.01.

#### **Combustibles.**

En el inciso V.1.5., se caracteriza al gas metano utilizado como combustible en las estaciones de calentamiento de acuerdo con sus propiedades fisicoquímicas, condiciones de manejo y probabilidad de riesgo al ambiente.

**V.I.2. Describir el procedimiento y medidas de seguridad contempladas para el manejo de sustancias o materiales peligrosos durante las diferentes etapas de construcción del ducto, así como equipo requerido por etapa del proyecto.**

#### **Seguridad.**

En lo que toca a normas de seguridad, PEMEX ha desarrollado un marco normativo interno compatible con las normas internacionales para la industria petrolera y diversos programas y planes de mantenimiento y emergencia. Entre éstas destacan las siguientes:

**AVIII-1.-** Requisitos mínimos de seguridad para el diseño, construcción, operación, mantenimiento e inspección de tuberías de transporte.

**AVII-8.-** Materiales para tuberías de proceso que manejan hidrocarburos y diversos productos, con diferentes condiciones de operación.

**BI-1.-** Aplicación y uso de protección catódica en tuberías enterradas y sumergidas.

Asimismo, con el propósito de estandarizar y regular las actividades referentes al diseño y ejecución de obra civil, mecánica y eléctrica en plantas e instalaciones, así como determinar la calidad de los materiales utilizados, Petróleos Mexicanos cuenta con un total de 181 procedimientos y normas específicas.

### Materiales y equipos

Para la ejecución de la obra PEMEX, ha establecido las bases para la presentación de propuestas técnico-económicas por parte de contratistas. Tomando como referencia estas bases, se establecen 3 etapas proyectadas y los respectivos alcances de las que consta la obra de reinstalación del Oleoducto. A partir de lo anterior se indican las unidades y cantidades de materiales y equipos que cada etapa requiere.

TABLA No. V.I.A.

No. De Unidades	Descripción	Periodo de Utilización
	<u>Equipo durante la obra</u>	
1	- Camioneta Pick-up 3/4 de ton.	60 días
2	- Camión 3 ton.	30 días
1	- Grúa 12 ton.	60 días
1	- Tracto Camión.	30 días
1	- Caldera.	45 días
3	- Bandas de bajado.	60 días
1	- Camión pipa 9000 lts.	15 días
2	- Lote herramienta manual.	60 días
1	- Compresor portátil de 365 p.c.m., presión normal de 7.03 km/cm <sup>2</sup> (100 lbs/pulg <sup>2</sup> ), presión máxima de descarga 8.47 kg/cm <sup>2</sup> (125 lbs/pulg <sup>2</sup> ) 1800 r.p.m.	45 días
1	- Máquina sopleteadora para trabajo pesado, capacidad 600 lbs o más con accesorios completos.	45 días
1	- Detector eléctrico para fallas de recubrimiento en tub. de 4" y 12" de diámetro.	30 días
1	- Esmaltador y envolvedora con motor de comb. int. para tubo de acero de 4" y 12" de diámetro.	45 días
1	- Equipo para aplicación de pintura con olla de 3 galones, 35 m. de mangueras, válvulas y pistola.	30 días

Continuación tabla No.V.I.A.

No. De Unidades	Descripción	Periodo de Utilización
2	- Vibrador para concreto con motor de gasolina 2 H.P.	45 días
2	- Retroexcavadora 3/4 y D3.	30 días
3	- Máquinas de soldar de 300 y 400 Amps.	60 días
2	- Corta tubo de cuchillas.	30 días
4	- Alineador para tubería.	45 días
3	- Equipo de corte oxiacetileno.	60 días
2	- Globos de bloqueo de 8" de diámetro.	30 días
1	- Bomba de achique 4" de diámetro.	30 días
3	- Diferencial con triple.	15 días
2	- Biseladora para tubería.	15 días
1	- Equipo para doblar tubería.	30 días
<u>Puente Aéreo Pueblo Viejo</u>		
1	- Chalán de 7 x 30 m con 1 m de calado.	30 días
1	- Chalán piloteadora con guía y equipada con martillo de caída libre de 2m y peso mínimo 2 ton.	45 días
1	- Grúa con capacidad mínima de 10 ton. y pluma de 15m.	45 días
2	- Lanchas tipo servicio a camareros de 24' de eslora y amplia manga para poder transportar a una cuadrilla de trabajadores con su equipo.	45 días
4	- Máquinas de soldar de corriente directa de 300 Amps.	60 días
3	- Equipo de corte de oxiacetileno u oxibutano con sus diferentes boquillas.	45 días
<u>Acondicionamiento y conformación del derecho de vía</u>		
1	- Motoconformadora.	60 días
1	- Herramienta manual.	60 días

Continuación tabla No.V.I.A.

No. De Unidades	Descripción	Periodo de Utilización
2	- Retroexcavadoras.	30 días
1	- Bomba autocebante de combustión interna de 4" diámetro.	60 días
3	- Máquina de soldar de 300 o 400 Amps.	45 días
4	- Alineador para tubería.	45 días
10	- Esmeriles.	60 días
1	- Equipo para doblado de tubería.	30 días
2	- Biseladora para tubería.	45 días
2	- Montacargas manual de 3 ton.	60 días
1	- Grúa de 12 ton. o tractor con pluma lateral.	45 días
1	- Bomba de llenado 4" de diámetro.	30 días
1	- Bomba de alta presión.	30 días
1	- Manómetro.	30 días
2	- Manógrafo.	30 días
1	- Diablo Polly-Pig para tubería de 12" de diámetro.	45 días
1	- Diablo copas cónicas y cepillo para tubería 12" de diámetro.	45 días
1	- Compresora de aire.	45 días
1	- Equipo de izaje suficiente para levantar estructura principales y colocarlas sobre las subestructuras.	45 días
3	- Diferenciales de 3 ton., 3 góndolas un lote de herramienta menor, andamios, etc.	45 días
1	- Equipo de seguridad, cinturones.	60 días
	<u>Puente Aéreo "El Prieto"</u>	
3	- Máquina de soldar, corriente directa de 300 Amps.	60 días
1	- Equipo de izaje para manejo de los soportes de la tubería.	60 días
1	- Lote góndolas y/o andamios.	45 días

### **Personal.**

Con respecto al personal que intervendrá en la realización de la obra proyectada (funcionarios, técnicos, empleados y obreros) queda supeditado a los contratistas. PEMEX participa con el personal de sus distintos departamentos en la supervisión.

**V.I.3. Indicar las bases de diseño y normas utilizadas para la construcción del ducto, así como los procedimientos de certificación de materiales empleados, los límites de tolerancia a la corrosión, recubrimientos a emplear y bases de diseño y ubicación de válvulas de seccionamiento, venteo y control.**

La obra de reubicación se divide en tres etapas:

**Primera:** Protección anticorrosiva y lastrado de tubería de 12" y 3" diámetro.

**Segunda:** Construcción de línea regular y obras especiales.

**Tercera:** Reubicación de 2 estaciones de calentamiento.

#### **Primera etapa.**

Esta etapa consiste en la protección de las tuberías de 12" y 3" diámetro para Oleoducto y Gasoducto respectivamente. A la tubería de 12" diámetro se le aplicará un recubrimiento térmico y anticorrosivo, así como lastrado para el lanzamiento de las mismas en zonas pantanosas.

A la tubería de 3" diámetro se le aplicará únicamente protección anticorrosiva.

Estos trabajos no se efectuarán en el derecho de vía del ducto, sino que se realizarán en los patios del contratista, a quien se le asigne el Contrato previo concurso de obra.

#### **Segunda etapa.**

Dentro de esta etapa, está incluida la construcción de Línea Regular, así como los cruces y obras especiales. Dentro de la Línea Regular, se contempla:

- Apertura y conformación de derecho de vía, excavaciones, carga, transporte y distribución de la tubería; alineado, doblado y soldado; parcheo de juntas y bajado de la tubería; tapado de zanjas, limpieza interior y pruebas hidrostáticas.

#### **Señalamientos en el derecho de vía.**

El señalamiento como parte de la seguridad juega un papel importante, no sólo en cuanto a la información de las instalaciones, el mantenimiento y las condiciones de operación que los empleados deben observar; sino que concientizan a la población sobre la existencia de una

actividad y la importancia de avisar a las personas responsables de ésta, en caso de alguna contingencia.

La precisión de los señalamientos en cuanto ubicación y contenido, contribuyen con la protección de los ambientes natural y socioeconómico de una localidad.

Sobre el derecho de vía y en las instalaciones de toda tubería de transporte, deben instalarse las señales necesarias para localizar e identificar dicha tubería y reducir la posibilidad de daños.

En este caso, los señalamientos serán de los tipos: informático, restrictivo o preventivo.

Con respecto a estos tipos, la Norma PEMEX No.07.3.13 de Requisitos mínimos de seguridad para el diseño, construcción, operación, mantenimiento e inspección de tuberías de transporte. Cap. 8 (1990), presenta las especificaciones concernientes a las dimensiones, los materiales de construcción y las convenciones de simbología y colores, que caracterizan a los señalamientos de cada tipo.

El tipo de señalamientos que se utilizarán en este proyecto consiste en:

De tipo informativo, que contribuye a la protección del ambiente natural en zonas rurales, este tipo "I" de señal se ilustra en el anexo 1.

El señalamiento de tipo restrictivo (IV y V) lo constituyen las señales mostradas en el anexo 1.

El señalamiento de tipo preventivo (VI) suele ser usado temporalmente cuando se realizan trabajos de construcción y/o de mantenimiento en áreas o vías públicas, además deben ser adecuadas al tipo de trabajo que se desarrolle y estar destinadas específicamente a evitar daños al público. El anexo 1 ilustra un ejemplo de este tipo de señalamiento.

Para efectos de prueba hidrostática, el abastecimiento de agua, será del Río Pánuco y una vez concluida la prueba, el agua se regresará a dicho Río, sin sufrir ninguna alteración en su estado original.

Dentro de las obras especiales, están incluidos los cruzamientos de los siguientes caminos:

- Carretera Estatal Puente El Prieto-Congregación Anáhuac.
- Carretera Estatal Congregación Anáhuac-Pueblo Viejo.
- Carretera Federal Tuxpan-Tampico.

Los cruces anteriormente indicados serán por el procedimiento de tuneleo y encamisado.

### **Cruces Aéreos.**

Están considerados 2 cruces aéreos; del Puente El Prieto en el kilómetro 0+102 y del Canal de la Laguna Pueblo Viejo en el kilómetro 11+667. El cruzamiento aéreo del Canal de Pueblo Viejo, se hará fabricando una estructura tubular apoyada en pilotes también de tubería de acero. La altura de esta estructura y los claros entre pilotes, son similares al del Puente de concreto que esta paralelo a este cruce.

### **Tercera etapa.**

La obra de reubicación de las 2 estaciones de calentamiento se divide en 2 grupos principales:

#### **Obra Civil y Obra Mecánica.**

##### **Obra Civil:**

- a) Deslinde, demolición de desperdicios de concreto existentes, despalme de capa vegetal, excavación, trazo y nivelación del terreno que será ocupado por el conjunto de equipos.
- b) Consolidación de la sub-base, tendido y compactación de base de revestimiento de material mixto de pedernales.
- c) Concretos: construcción de base de concreto armado para calentadores y bases de soporte para tuberías, trampas de diablos, cimentación de caseta de instrumentistas y guarnición militar, pisos, banquetas de tránsito y guarniciones.
- d) Construcción de casetas de instrumentistas y guarnición militar.
- e) Construcción de cerca de tela ciclón y puerta para resguardo de la instalación.
- f) Construcción de pavimentación de acceso a la instalación y en el perímetro de la misma.

##### **Obra mecánica:**

###### **1.- Calentador No. 1 Matillas.**

- a) Construcción de cabezal del Oleoducto con válvula de bloqueo y ramales de crudo frío y crudo caliente, instalación de trampa de diablo de crudo instrumentado.
- b) Bloqueo y desconexión del calentador No. 2 de Moralillo 30, chimenea y contravientos, carga, transporte e instalación en Matillas.

- c) Desmantelamiento de las tuberías de crudo en Moralillo 30, carga, transporte y conexión en Matillas.
  - d) Desmantelamiento de las tuberías de gas en Moralillo 30, carga, transporte y conexión en Matillas.
  - e) Desmantelamiento de 2 de los 4 cilindros de butano en Moralillo 30 y de las líneas recuperables de transporte de gas a pilotes.
- 2.- Posteriormente a la instalación del calentador No.1, para instalar el calentador No.2, se requiere la localización de los puntos a), b), c), d) y e) iguales a los del calentador No.1 de Moralillo 30 o el que se señala en sustitución de éste.

### 3.- Instalación de tuberías de contra incendio y salida de monitores.

Se construirá una tubería aérea de 6" de diámetro a un metro de distancia de la guarnición perimetral de la losa de concreto de apoyo de calentadores y tuberías. Las tomas verticales de tubería de 4" de diámetro serán dejadas a un metro de altura, con terminación en brida y tapa ciega o comal, protegida por cuadro de tubería de 4" de diámetro. La línea de 6" de diámetro tendrá salida hacia la puerta de entrada.

Otra solución es que a la tubería de 6" de diámetro que sale de la estación se le ponga brida con adaptación a conexión de tubería de las pipas de agua de contra incendio de seguridad industrial, con unión de golpe para una rápida conexión con la pipa bomba de contra incendio. Este tipo de instalación precautoria se está instalando en los tanques de diversas estaciones del área Ebano-Pánuco y Tamaulipas. En la reubicación de las instalaciones de Moralillo 30 y Chairel 40 se ha considerado utilizar gran parte de las tuberías existentes.

Como éstas tienen un largo tiempo de uso, algunas hasta 35 años, PEMEX examinará su estado y calibrará espesores y probará las conexiones y válvulas que lo ameriten antes de ser instaladas.

Con objeto de acortar los tiempos de examen y prueba de lo que se pretende desmantelar para reinstalar, conviene que el primer conjunto que se instale, salvo ese transcurso de tiempo revisar y probar si presentan o no deterioro por corrosión las conexiones a desmantelar con recuperación.

### **Memoria de ejecución.**

La realización de las obras de reubicación de las estaciones de calentamiento, tanto civil como mecánica, deberán seguir un orden específico que a continuación se menciona.

1. Hágase obra civil, despalme, terracerías, rellenos, nivelaciones revestimiento y compactación.
2. Hágase obra civil, cimentaciones y bases de tuberías, drenaje perimetral y fosa de derrames o purgas, cuidado con anclas.
3. Constrúyase cabezal del Oleoducto sobre bases y bridas 12" de diámetro y válvula, colocar y soldar silletas con solapa y cuello, bridas 10" de diámetro y 4 válvulas 10" de diámetro, suéldense 4 coples roscados de alta para instrumentos uno en lado frío para termómetro y tres en lado caliente para temperatura, presión y aparato.
4. Procédase al desmantelamiento de tuberías de crudo y calentador No.2 de Moralillo 30 y transportense a Matillas, siéntese en anclas.
5. Iníciase el armado de tuberías de crudo desmanteladas, elijase de acuerdo con el supervisor el punto y forma de modificación para ajuste, definanse los tramos para prueba hidrostática de tuberías.
6. Iníciase el desmantelado de instalaciones de gas en Moralillo 30, el supervisor ordenará que material será transportado a Matillas para ser utilizado y cual quedará disponible.
7. Se realizará la instalación de tuberías de gas, eligiendo de acuerdo con el supervisor el punto y forma de modificación para ajuste y se definirán los tramos para prueba hidrostática.
8. En las tuberías cargadas con agua se realizarán pruebas hidrostáticas de duración limitada de prueba de operación y se harán pruebas parciales de los conjuntos.

**V.I.4. Señalar la infraestructura requerida para la instalación u operación del ducto, tales como bombas, trampas, estaciones de regulación o compresión, venteos, etc.(Indicar en forma de lista en el caso de ampliaciones, la infraestructura actual y proyectada).**

Los principales equipos de proceso y auxiliares son los siguientes:

**Estaciones de calentamiento:**

La estación de calentamiento Matillas constará básicamente de 2 calentadores de petróleo crudo, uno marca YUBA y otro marca ANDERSON, diferentes en marca pero idénticos en construcción; medidas, diseño y operación son de 18 fluxes de 5" de diámetro con retorno, 36 fluxes y 36 codos 180°. (Ver plano 4)

Su capacidad es de 25,000 barriles por día, de fuego directo, capacidad 1,260,000.00 unidades térmicas, kilocalorías/hora= 5,000,000 BTU/hr.

Estos calentadores son alimentados actualmente a través de un gasoducto de 6" de diámetro que transporta gas de la estación Cacalilao IV Aguila, gas de 460 BTU/pie cúbico.

En su nueva posición Matillas y Anáhuac serán alimentados por un gasoducto de 3" de diámetro transportando gas seco de troncal gasoducto y trabajarán con un flujo de 5,000 barriles / día de petróleo crudo.

Tanto en estación Matillas como Anáhuac operaran con gas seco troncal gasoducto de poder calorífico cercano de 1100 BTU/pie cúbico.

Los calentadores tendrán en buenas condiciones su recubrimiento en piso y paredes de ladrillo refractario A.P.I. Green o similar y su techo o cielo con tierra y cemento refractario soportado por malla de acero.

Previamente se revisará el estado de los fluxes de los serpentines, que con su limitado gasto de 5,000 barriles / día de crudo puede dejar mayor depósito de carbón.

Los calentadores originalmente fueron dotados de válvulas de control Fisher y controladores Foxboro, serán revisados y recibirán el ajuste de instrumentistas para trabajar con el nuevo tipo de gas de diferente calidad y presión.

Igualmente las boquillas de los quemadores, lo que define las variaciones de gasto en el suministro de gas que ahora se utilizará es la temperatura de salida del crudo que debe ser de aproximadamente 95°C.

### **Sistemas de bombeo:**

El petróleo crudo producido en los sectores Ebano, Méndez, Pánuco y Cacalilao es de muy alta viscosidad, con ligeros contenidos de azufre y agua de yacimiento.

Para bombearlo de las estaciones de recolección a la estación de concentración Cacalilao a presión baja y sin calentarlo, en cada una de las recolectoras se le adiciona agua, +20% en volumen, con el fin de crear una película perimetral que facilita el flujo y en estas condiciones llega a la Estación Central de Deshidratación y Bombeo (E.C.D.B.) Cacalilao.

La E.C.D.B. Cacalilao cuenta con 4 tanques de 55,000 barriles c/u y uno de 10,000 barriles.

Tiene instalaciones de deshidratación, bomba para adicionar "trece o lite" y de calentamiento mediante una batería de calentadores "Brown Fine Tube" compuesta por 4 secciones de 3 calentadores por cada sección.

El crudo deshidratado sale de Cacalilao con una presión media de 30 Kg/cm<sup>2</sup> y a una temperatura inicial de 90°C, requerida para disminuir su viscosidad.

El bombeo se realiza principalmente por medio de 4 motobombas, 3 eléctricas y una de combustión interna, cada una con capacidad de 13700 barriles / día, se tiene instalado un sistema de medición porta orificio "Fitting" marca comercial de 12" de diámetro, el rango del aparato es de 100" agua \* 500 psi, PI=26 kg/cm<sup>2</sup>, TI=149°F.

La tubería de Cacalilao al Km 27+471.48 es de 12" de diámetro, API-5LX-X42 de 0.250" de espesor de 0.250" tubería con costura, protección mecánica a base de esmalte Protexa 285, Vidroflex, Vidromate y Protección Catódica.

En su recorrido pierde temperatura que recupera en las estaciones de calentamiento Palomas 10, Chila 20, Moralillo 30 y Chairel 40, localizadas en puntos cercanos a los cadenamientos mencionados.

#### **Protección catódica:**

Los trabajos se ejecutarán a lo largo del nuevo Oleoducto de 12" de diámetro, desde el km 27+471.48 hasta el km 49+435.48, específicamente en los Kms. 28+000, 31+088, 39+000 y 48+485.

#### **Caseta de seguridad del rectificador:**

Se construirá de concreto en la proporción 1:2:4. "Cemento -arena-grava"; tres paredes consistirán en celosía roja sencilla y una de block. La puerta será de 1 m por 1.80 m a base de tubo de 2" de diámetro cédula 40 y de 1 1/4" de diámetro cédula 40, llevando el primero como recuadro y eje central horizontal y el segundo en columnas verticales con 2" de separación entre barrotes. Llevarán pasador metálico con opción de colocar candado y será ubicado en una de las paredes que tiene celosía y ésta será contraria a la pared.

#### **Rectificador.**

El rectificador para protección catódica, deberá proporcionar en bornes de salida 100 volts, 100 amperes máximos de corriente directa, sin reducción de eficiencia, alimentación 100/220 VCA, 60 Hz, monofásico, enfriado con aire, con tapa de regulación manual, el grueso de 10 en 10 volts, de

0 a 90 y en el fino de 2 en 2 volts, de 0 a 10, gabinete metálico para intemperie de lámina C.R. No. 14, con bastidor interior, acabado en pintura epóxica anticorrosiva, que cubra especificaciones RA-26, en color gris.

#### **Cama Anódica.**

Los ánodos serán DURCO para corriente impresa DURICHLOR 51 tipo "E" de 3" de diámetro por 60" de largo, con 1.60 m, de conductor AWG No. 8/7H. La instalación de la cama anódica será de acuerdo a las especificaciones de PEMEX. El Cable principal será AWG No. 4 doble forro, polietileno y PVC para enterrado directo. Los ánodos se instalarán a 5 m de distancias entre sí en hoyos de 0.30 m, de diámetro por 1.85 m de profundidad, medidos a partir del nivel correspondiente a 0.80 m abajo del nivel del piso. El espacio concéntrico ánodo y hoyo se rellenará con coque, debidamente compactado con capas de 0.15 m, desde 0.15 m abajo del ánodo hasta 0.15 m, arriba del mismo.

Prosiguiéndose el relleno sobre el ánodo con grava hasta el nivel del terreno. Se conectará el ánodo al cable principal por medio del conector de paso de cobre BURNDY KS-20, atornillándose hasta asegurar que la conexión así efectuada sea perfecta. Esta se impermeabilizará y aislará con resina epóxica sctchcast 90-B1. Estas conexiones deberán quedar fuera del relleno del coque.

La salida del rectificador marcada con polaridad negativa se conectará mediante el conductor AWG calibre No. 4/7H, doble forro polietileno y PVC, para enterrado directo, al oleoducto mediante la soldadura por aluminotermia. Mientras que el marcado con polaridad positiva irá a la cama anódica.

#### **Cable principal:**

Este será un conductor de cobre, doble forro, polietileno y PVC, para enterrado directo (sin pantalla) calibre AWG No. 4 a 7 hilos, para 60 volts. Se colocará en zanjas de 0.40 m de ancho por 0.80 m de profundidad. Este correrá por todos los ánodos que componen la cama y se conectará al conductor proveniente de cada ánodo mediante el conductor BURNDY ks-20. Se manejará con cuidado para maltratar lo menos posible.

#### **Poste de señalamiento y registro:**

Serán del tipo "RA", fabricados de concreto con mezcla en la proporción 1:2:4 " cemento, arena, grava, reforzada con varilla de 3/8" y estribo de 1/4, llevando su parte superior una caja chalupa de 2" por 4", en donde tendrán instalado un dispositivo de medición.

Los postes llevarán en su interior un tubo conduit que comunica el elemento de medición con la parte inferior de la cara en que se encuentra alojado.

Los postes tendrán acabado a superficie lisa, con grabaciones en la cara posterior relieve de 1 cm. de ancho por 0.5 m de profundidad.

Los postes deberán pintarse en color rojo y las grabaciones de color negro con vinílica en dos manos.

Dotado de 7 m de alambre de cobre No. 8 AWG para conexión de postes a tubo y ánodos.

#### **Soldadura CADWELD No. 45 en conexiones eléctricas:**

Para soldar el conductor al tubo se deberá de limpiar en la pared superior, un área cuadrada de 10 cm aproximadamente con rasqueta y lima ó esmeril, hasta dejar limpia y brillante la superficie metálica, después de lo anterior, se soldará sobre el área preparada al conductor colector de corriente de calibre No. 4/7H doble forro, con la punta perfectamente limpia, en una longitud de 2.5 cm aproximadamente que será soldada al tubo por aluminotermia con soldadura Cadweld No. 45. Enseguida se procederá a parchar la tubería, aplicando esmalte de alquitrán de hulla caliente que deberá cubrir inclusive la parte de alambre descubierto.

#### **Puentes eléctricos:**

En todos los puntos de drenaje, donde se tengan varias ó en donde PEMEX especifique punteo de varias tuberías, éstas se puntearán eléctricamente con alambre No. 8 TW, éste alambre será ligeramente sobrado para que no quede tenso, enterrándolo a 80 cm de profundidad como mínimo y soldándolo a cada una de las tuberías. Se usará molde de grafito de paso, para realizar las soldaduras por aluminotermia de alambre de tubo. Inmediatamente después, se procederá a parchar con esmalte de alquitrán de hulla y a rellenar las excavaciones con el material que se halla obtenido al hacer las mismas. Al tapar el material de relleno, deberá de quedar bien apisonado y el material sobrante, deberá de colocarse como camellón sobre el material apisonado.

#### **Juntas aislantes:**

Estas se colocarán con herramienta manual en: km 27+471.48, 27+627.48, 27+987.40, 31+088.08, 39+387.48, 39+635.48, 42+135.48, 45+845.48 y 49+435.48, sujeta a cambios indicados por PEMEX, quién además checará el funcionamiento correcto de cada una, al término de su instalación.

#### **Trampas de diablos:**

En el proyecto de reubicación del oleoducto se instalarán (como se muestra en las siguientes tablas) trampas de envío y recibo de diablos, esto es con la finalidad de obtener un mejor control de operación y mantenimiento de las instalaciones de ductos (gasoducto y oleoducto).

**UBICACION DE TRAMPAS DE DIABLOS DEL OLEODUCTO. TABLA No. V.I.B.**

Ubicación de trampas de diablos del oleoducto	Tipo Cubeta		Km
	-----	Envío	
Estación Matillas	-----	Envío	1+717.13
Estación Anahuac	Recibo	Envío	13+565.00
Margen izquierdo Río Pánuco	Recibo	-----	18+704.41

**UBICACION DE TRAMPAS DE DIABLOS DEL GASODUCTO. TABLA No.V.I.C.**

Ubicación de trampas de diablos del oleoducto	Tipo Cubeta		Km
	-----	Envío	
Estación Matillas	Recibo	Envío	13+565.00
Estación Anahuac	-----	Envío	1+717.013
Margen derecho Río Pánuco	-----	Envío	18+0904.91
Interconexión con gasoducto de 8"Ø margen derecha Río Pánuco	Recibo		18+094.91

**UBICACION DE VALVULAS DEL GASODUCTO Y OLEODUCTO. TABLA No.V.I.D.**

Ubicación de válvulas del gasoducto y oleoducto	Km.
Puente El Prieto Margen Izquierdo	0+090.00
Puente El Prieto Margen Derecha	0+632.50
Estación Matillas	1+717.13
Canal de Laguna Pueblo Viejo Margen Derecha	11+863.56
Canal de Laguna Pueblo Viejo Margen Izquierdo	11+837.10
Estación Anahuac	13+565.00
Margen Derecha Río Pánuco	18+094.91
Margen Izquierdo Río Pánuco	18+704.41

**V.I.5. Incluir las hojas de datos de seguridad (MSDS) de las sustancias y/o materiales peligrosos involucrados, de acuerdo al formato indicado.**

**HOJAS DE DATOS DE SEGURIDAD DE MATERIALES**

<b>NOMBRE DE LA EMPRESA: PETROLEOS MEXICANOS</b>			
FECHA DE ELABORACION: Febrero de 1996		FECHA DE REVISION: Septiembre de 1996	
<b>SECCION I DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA SUSTANCIA QUIMICA</b>			
1.- NOMBRE DEL FABRICANTE O IMPORTADOR: Dado que la materia prima es un recurso natural extraído de subsuelo, este apartado no aplica.		2.- EN CASO DE EMERGENCIA COMUNICARSE A: TELEFONO: 01 782 20510 FAX:	
3.- DOMICILIO COMPLETO:			
CALLE	No. EXT.:01 782 20510	COLONIA	C.P. 93370
DELEG/MUNICIPIO Poza Rica	LOCALIDAD O POBLACION Poza Rica	ENTIDAD FEDERATIVA Veracruz	
<b>SECCION II DATOS GENERALES DE LA SUSTANCIA QUIMICA</b>			
1.- NOMBRE COMERCIAL Petróleo Crudo, 11.31 grado A.P.I.		2.- NOMBRE QUIMICO Debido a que el petróleo crudo es una mezcla de hidrocarburos es difícil establecer un nombre química; sin embargo, los principales compuestos formadores pertenecen a la familia de los naften-aromato-asfáltico.	
3.- PESO MOLECULAR. En este caso el peso molecular es variable, dependiendo de la calidad del petróleo crudo de los diferentes pozos; sin embargo, se reporta un peso molecular de 20.906.		4.- FAMILIA QUIMICA El denominada naften-aromático-asfáltico.	
5.- SINONIMOS Ninguno		6.- OTROS DATOS	
<b>SECCION III COMPONENTES RIESGOSOS</b>			
1.- % Y NOMBRE DE LOS COMPONENTES El Petróleo crudo esta principalmente formado por carbón, hidrogeno, oxigeno, nitrógeno y azufre.	2.- N° CAS Para el Petróleo crudo no procede por ser una mezcla. Unicamente se indica el del H2S = 7783,06,4	3.- N° DE LA ONU No aplica	4.- CANCERIGENOS O TERATOGENICOS Ninguno
5.- LIMITE MAXIMO PERMISIBLE DE CONCENTRACION	6.-IDLH/PVS (ppm)	7.- GRADO DE RIESGO:	
Con respecto al Hidrocarburo el limite es de 500 ppm O 1800 mg/m3	IDLH = 418 mg/m3 H2S TLV (8horas) = 10 ppm H2S TLV (15 min) = 15 mg/m3 H2S	7.1 SALUD La inhalación o el contacto con el material puede irritar o quemar la piel y los ojos- El fuego puede producir gases irritantes, corrosivos y tóxicos. Los vapores pueden causar mareos o sofocación.	7.2 INFLAMABILIDAD LSI (%) = 9.5 LII (%) = 1.9
			7.3 REACTIVIDAD No Procede

**SECCION IV.- PROPIEDADES FISICAS****1.- TEMPERATURA DE FUSION (°C)**

La temperatura de fusión del petróleo varia de 180 a los 350°C

**2.- TEMPERATURA DE EBULLICION**

La temperatura inicial de ebullición (TIE) del petróleo crudo en este caso es de 85°C, al 10% es de 230°C y al 20% es de 253°C.

**3.- PRESION DE VAPOR, (mmHg a 20 °C)**

El Petróleo crudo presenta una presión de vapor de 331.29 mmHg.

**4.- DENSIDAD RELATIVA**

SOLIDOS Y LIQUIDOS (AGUA = 1.00 a 4°C)  
El Petróleo crudo de la zona a temperatura inicial tiene una densidad de 0.9041 gr/ml.

**5.- DENSIDAD RELATIVA DE VAPOR (AIRE = 1.00 a C.N)**

La densidad de vapor generalmente es de 0.988 gr/ml

**GASES Y VAPORES ( AIRE = 1.00 a C.N.)****6.- SOLUBILIDAD EN AGUA (g/100ml).**

El Petróleo crudo se considera insoluble en agua, formando una emulsión.

**7.- REACTIVIDAD EN AGUA:**

El Petróleo crudo no presenta reactividad con el agua, tiende a formar emulsiones.

**8.- ESTADO FISICO, COLOR Y OLOR:**

El Petróleo crudo se presenta en forma líquida con características de emulsión, presenta un color pardo negrozco y con olor característico.

**9.- VELOCIDAD DE EVAPORACION (BUTIL ACETATO = 1):****10.- PUNTO DE INFLAMACION (°C)**

246°C

**11.- TEMPERATURA DE AUTO IGNICIÓN (°C):**

La temperatura de auto ignición es de 246°C.

**12.- PORCIENTO DE VOLATILIDAD**

No aplica

**13.- LIMITES DE INFLAMABILIDAD (%):**

INFERIOR: 1.9

SUPERIOR: 9.5

**SECCION V RIESGOS DE FUEGO O EXPLOSION****1.- MEDIO DE EXTINCION:**

NIEBLA DE AGUA:

No aplica

ESPUMA:

No aplica

HALON:

No aplica

CO<sub>2</sub>

No aplica

PÓLVOS QUÍMICOS SECO:

Aplica

OTROS:

No aplica

**2.- EQUIPO ESPECIAL DE PROTECCION (GENERAL) PARA COMBATE DE INCENDIO:**

Toda caseta de bombeo cuenta como mínimo con dos extinguidores de 30 libras de polvo químico seco.

Los extinguidores se determinan de acuerdo a las normas de seguridad que clasifican a las áreas de la instalación en unidades de riesgo.

Todo extinguidor existente en las instalaciones deberá mantenerse en condiciones de uso inmediato, siendo el personal de contra incendio, preferentemente, los encargados de la distribución, mantenimiento y revisión de los mismos; sin embargo, es conveniente que los encargados de las instalaciones efectúen revisiones visuales por turnos de este equipo, para detectar cualquier anomalía existente y reportarla de inmediato al Departamento de Seguridad.

De igual forma se cuenta con una red de agua contra incendio, la cual no deberá de ser utilizada para otros fines que no sean los especificados. En lo referente a las tomas de los hidrantes, estas deberán de mantenerse protegidas con sus tapas para evitar que se dañen las cuerdas y puedan presentar problemas a la hora de efectuar las condiciones.

El equipo utilizado por el personal contra incendio consiste en casco con visera, chaquetón, equipo autónomo de respiración, botas afelpadas con suela de hule y alma de acero, guantes resistentes a altas temperaturas y ropa de protección completa con ropa interior de lana.

### 3.- PROCEDIMIENTO ESPECIAL DE COMBATE DE INCENDIO:

- Apagar el fuego desde la máxima distancia permitida, utilizar soportes para mangueras o pitones regulables.
- Retirarse de inmediato en caso de aumentar el sonido de las válvulas de seguridad o se empiece a decolorar las tuberías.
- Enfriar las tuberías con abundantes volúmenes de agua.
- Para el caso de fugas de gas se deberá checar el punto de fuga y avisar al Departamento de Producción y este, a su vez, al Departamento de Seguridad. El Departamento de Producción cerrará las válvulas necesarias y aislara el área de fuga; mientras que el Departamento de Seguridad, se encargara de la colocación de la cortina de agua sobre el punto de fuga.
- Es conveniente que todo el personal que labora en estas instalaciones este debidamente adiestrado en el uso, manejo y operación del equipo contra incendio existente, tales como extinguidores, sistemas fijos, mangueras y boquillas para chorro y niebla, además mediante practicas y simulacros contra incendio deberán conocer el empleo particular de cada uno de ellos para casos específicos.

### 4.- CONDICIONES QUE CONDUCEN A UN PELIGRO DE FUEGO Y EXPLOSION NO USUALES:

Las tormentas eléctricas son condiciones no usuales que conducen a situaciones de peligro por fuego y explosión a lo largo del trayecto del transporte de los fluidos por medio de tuberías.

De igual forma, en el manejo de hidrocarburos, existe la posibilidad de que se genere electricidad estática debido al flujo de los productos a través de tuberías, bombas y válvulas entre otros equipos. Con el objeto de eliminar estas cargas electrostáticas y evitar que se pueda originar algún incendio, todo recipiente o estructura metálica que exista en estas instalaciones, deberá estar conectado eléctricamente a tierra, dando revisión y mantenimiento periódicamente estas conexiones y asegurarse de que se mantengan en buen estado y que no estén flojas o rotas.

De igual forma se presentan condiciones de riesgo inusual, cuando no se toman las medidas de seguridad necesarias al momento de realizar operaciones de mantenimiento o compostura. Para evitar esta situación, en el transporte de los fluidos, por medio del Departamento de Mantenimiento y Producción, debe solicitar al Departamento de Inspección y Seguridad, un permiso de trabajo peligroso, donde se especifica el tipo de trabajo a realizarse y las precauciones necesarias a ser utilizadas para la realización del trabajo, los cuales no podrán dar inicio si no se encuentran en el lugar un supervisor de seguridad.

### 5. - PRODUCTOS DE LA COMBUSTION:

Entre los productos de combustión podemos mencionar partículas, monóxido de carbono, bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno.

### SECCION VI DATOS DE REACTIVIDAD

#### 1.- SUSTANCIA

ESTABLE  
El Petróleo crudo es estable a temperatura y presión normales.

INESTABLE

#### 2.- CONDICIONES A EVITAR:

Exponer a alta temperatura.

#### 3.- INCOMPATIBILIDAD (SUSTANCIAS A EVITAR):

No Procede

#### 4.- DESCOMPOSICION DE COMPONENTES PELIGROSOS:

No Procede

#### 5.- POLIMERIZACION PELIGROSA:

PUEDE OCURRIR  
No Procede

NO PUEDE OCURRIR

#### 6.- CONDICIONES A EVITAR:

**SECCION VII RIESGOS PARA LA SALID:**

VIAS DE ENTRADA	SINTOMAS DEL LESIONADO	PRIMEROS AUXILIOS
1.- INGESTION ACCIDENTAL	El componente principal con referencia a toxicidad del crudo es el ac. Sulfhídrico. En este caso el valor de su concentración es mínimo (4.02%), siendo muy poca la probabilidad de presentarse este problema.	Efecto: Intoxicación Primeros auxilios: Atención Médica inmediata, no inducir vomito a menos que lo aconseje el medico.
2.- CONTACTO CON LOS OJOS	Irritación en periodos de contacto mínimo.	Primeros Auxilios: Enjuagar con agua por lo menos 15 minutos.
3.- CONTACTO CON LA PIEL	Irritación mínima en periodos de contacto prolongado; sin embargo, la irritación es de cuidado al exponerse al sol por periodos prolongados.	Primeros Auxilios: Enjuagar con agua por lo menos 15 minuto. Quitar ropa y calzado contaminados.
4.- ABSORCION	Irritación y deshidratación de las partes expuestas a contacto prolongado.	Primeros Auxilios: enjuagar con agua al terminar de tener contacto con el petróleo crudo. Quitar ropa y calzado contaminados.
5.- INHALACION	Irritación de vías respiratorias en periodos prolongados por toxicidad del ácido sulfhídrico.	Primeros auxilios: Trasladar a donde se respire aire fresco. Aplicar respiración artificial si la victima no respira. Administrar oxigeno si respira con dificultad.

6.- SUSTANCIA QUIMICA CONSIDERADA COMO CANCERIGENA (SEGUN NORMATIVIDAD DE LA STPS Y SSA):

STPS SI  NO  SSA SI  NO  OTROS. ESPECIFICAR

**SECCION VIII INDICACIONES EN CASO DE FUGA O DERRAMES:**

- Eliminar todas las fuentes de ignición (no fumar, no usar bengalas, chispas o flamas en el área de peligro.)
- Todo el equipo que se use durante el manejo del producto, deberá estar conectado eléctricamente a tierra.
- No tocar ni caminar sobre el material derramado.
- Detenga la fuga en caso de poder hacerlo sin riesgo.
- Prevenga la entrada hacia vías navegables, alcantarillas, sótanos o áreas confinadas.
- Se puede usar una espuma supresora de vapor para reducir vapores.
- Absorber con tierra seca, arena u otro material absorbente no combustible y transferirlo a contenedores.
- Use herramientas limpias a prueba de chispas para recoger el material absorbido.

**Derrames grandes:**

- Construir un dique más adelante del derrame líquido para su desecho posterior.
- El rocío de agua puede reducir el vapor; pero puede no prevenir la ignición en espacios cerrados.

## **SECCION IX EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL**

### **1.- ESPECIFICAR TIPO:**

- Use el equipo de aire autónomo de presión positiva (SCBA)
- El traje de bomberos profesionales proporcionará solamente protección limitada.

### **2.- PRACTICAS DE HIGIENE:**

- Llamar primero al número de teléfono de respuesta en caso de emergencia en el documento de embarque.
- Aísle el área del derrame o fuga inmediatamente a por lo menos 25 a 50 metros a la redonda.
- Mantener alejado al personal no autorizado.
- Permanezca en dirección del viento.
- Manténgase alejado de las áreas bajas.
- Ventile los espacios cerrados antes de entrar.

## **SECCION X INFORMACION SOBRE TRANSPORTACION (DE ACUERDO CON LA REGLAMENTACION DE TRANSPORTE):**

No Procede

## **SECCION XI INFORMACION ECOLOGICA (DE ACUERDO CON LAS REGLAMENTACIONES ECOLOGICAS)**

No procede

## **SECCION XII PRECAUCIONES ESPECIALES**

### **1.- DE MANEJO Y ALMACENAMIENTO:**

Para este caso, la Gerencia de Producción, coordinada con la Subgerencia de Mantenimiento y la Superintendencia General de Mantenimiento, establecen un calendario semestral de mantenimiento, revisión y calibración de los principales puntos de riesgo en el transporte de los fluidos por medio de tuberías y accesorios.

Dentro de estos planes se encuentran el de calibración de sistemas de regulación, calibración de válvulas de seguridad; así como inspecciones de seguridad periódicas, con la finalidad de detectar anomalías y llevar al cabo su arreglo inmediato.

Establecer programas periódicos de revisión para los sistemas de control.

### **2.- OTRAS:**

## HOJAS DE DATOS DE SEGURIDAD DE MATERIALES

<b>NOMBRE DE LA EMPRESA: PETROLEOS MEXICANOS</b>			
FECHA DE ELABORACION: Febrero de 1996		FECHA DE REVISION: Septiembre de 1996	
<b>SECCION I DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA SUSTANCIA QUIMICA</b>			
1.- NOMBRE DEL FABRICANTE O IMPORTADOR: Dado que la materia prima es un recurso natural extraído de subsuelo, este apartado no aplica.		2.- EN CASO DE EMERGENCIA COMUNICARSE A: TELEFONO: 01 782 20510 FAX:	
3.- DOMICILIO COMPLETO:			
CALLE	No. EXT.:01 782 20510	COLONIA	C.P. 93370
DELEG/MUNICIPIO Poza Rica	LOCALIDAD O POBLACION Poza Rica	ENTIDAD FEDERATIVA Veracruz	
<b>SECCION II DATOS GENERALES DE LA SUSTANCIA QUIMICA</b>			
1.- NOMBRE COMERCIAL. GAS NATURAL		2.- NOMBRE QUIMICO Metano (mezcla de hidrocarburos gaseosos)	
3.- PESO MOLECULAR 16.00		4.- FAMILIA QUIMICA Hidrocarburos	
5.- SINONIMOS Gas natural		6.- OTROS DATOS No hay otros datos.	
<b>SECCION III COMPONENTES RIESGOSOS</b>			
1.- % Y NOMBRE DE LOS COMPONENTES Metano 94.1 % Etano 3.12 % Propano 0.76 % Dióxido de carbono 2.02	2.- N° CAS  74828	3.- N° DE LA ONU  UN-1971	4.- CANCERIGENOS O TERATOGENICOS  El gas natural no es considerado como cancerígeno.
5.- LIMITE MAXIMO PERMISIBLE DE CONCENTRACION	6.-IDLH/IPVS (ppm)	7.- GRADO DE RIESGO:	
Oral: Asfiriante simple  TLV - 1,000 ppm. ( 8 horas)	N.D.	7.1 SALUD Los vapores pueden causar mareos o asfixias sin advertencia. algunos pueden ser irritantes si se inhalan en altas concentraciones.	7.2 INFLAMABILIDAD LSI (%) = 14.00 LII (%) = 5.30
7.3 REACTIVIDAD No aplica			
<b>SECCION IV.- PROPIEDADES FISICAS</b>			
1.- TEMPERATURA DE FUSION (°C) -182.5		2.- TEMPERATURA DE EBULLICION (°C) -161.0 °C	
3.- PRESION DE VAPOR, (mmHg a 20 °C) 760 mm Hg a 70 °F		4.- DENSIDAD RELATIVA SOLIDOS Y LIQUIDOS (AGUA = 1.00 a 4°C) GASES Y VAPORES ( AIRE= 1.00 a C.N.) 0.56	

5.- DENSIDAD RELATIVA DE VAPOR (AIRE = 1.00 a C.N) 0.6		6.- SOLUBILIDAD EN AGUA (g/100ml). N.A.			
7.- REACTIVIDAD EN AGUA: NO		8.- ESTADO FISICO, COLOR Y OLOR: Gas incoloro, e insípido con olor dulce que se la con un odorizante para detectar fugas.			
9.- VELOCIDAD DE EVAPORACION (BUTIL ACETATO = 1): Desconocida		10.- PUNTO DE INFLAMACION (°C) -188			
11.- TEMPERATURA DE AUTOIGNICION (°C): 537°		12.- PORCIENTO DE VOLATILIDAD NA			
13.- LÍMITES DE INFLAMABILIDAD (%): INFERIOR: 5.0 SUPERIOR: 15.0					
<b>SECCION V RIESGOS DE FUEGO O EXPLOSION</b>					
1.- MEDIO DE EXTINCION:					
NIEBLA DE AGUA: Aplica	ESPUMA: Aplica	HALON: Aplica	CO <sub>2</sub> Aplica	POLVO QUIMICO SECO: Aplica	OTROS: No aplica
2.- EQUIPO ESPECIAL DE PROTECCION (GENERAL) PARA COMBATE DE INCENDIO: Toda caseta de bombeo cuenta como mínimo con dos extinguidores de 30 libras de polvo químico seco. Los extinguidores se determinan de acuerdo a las normas de seguridad que clasifican a las áreas de la instalación en unidades de riesgo. Todo extinguidor existente en las instalaciones deberá mantenerse en condiciones de uso inmediato, siendo el personal de contra incendio, preferentemente, los encargados de la distribución, mantenimiento y revisión de los mismos; sin embargo, es conveniente que los encargados de las instalaciones efectúen revisiones visuales por turnos de este equipo, para detectar cualquier anomalía existente y reportarla de inmediato al Departamento de Seguridad. De igual forma se cuenta con una red de agua contra incendio, la cual no deberá de ser utilizada para otros fines que no sean los especificados. En lo referente a las tomas de los hidrantes, estas deberán de mantenerse protegidas con sus tapas para evitar que se dañen las cuerdas y puedan presentar problemas a la hora de efectuar las condiciones. El equipo utilizado por el personal contra incendio consiste en casco con visera, chaquetón, equipo autónomo de respiración, botas afelpadas con suela de hule y alma de acero, guantes resistentes a altas temperaturas y ropa de protección completa con ropa interior de lana.					
3.- PROCEDIMIENTO ESPECIAL DE COMBATE DE INCENDIO:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apagar el fuego desde la máxima distancia permitida, utilizar soportes para mangueras o pitones regulables.</li> <li>• Retirarse de inmediato en caso de aumentar el sonido de las válvulas de seguridad o se empiece a decolorar las tuberías.</li> <li>• Enfriar las tuberías con abundantes volúmenes de agua.</li> <li>• Para el caso de fugas de gas se deberá checar el punto de fuga y avisar al Departamento de Producción y este, a su vez, al Departamento de Seguridad. El Departamento de Producción cerrara las válvulas necesarias y aislara el área de fuga; mientras que el Departamento de Seguridad, se encargara de la colocación de la cortina de agua sobre el punto de fuga.</li> <li>• Es conveniente que todo el personal que labora en estas instalaciones este debidamente adiestrado en el uso, manejo y operación del equipo contra incendio existente, tales como extinguidores, sistemas fijos, mangueras y boquillas para chorro y niebla, además mediante practicas y simulacros contra incendio deberán conocer el empleo particular de cada uno de ellos para casos específicos.</li> </ul>					
4.- CONDICIONES QUE CONDUCE A UN PELIGRO DE FUEGO Y EXPLOSION NO USUALES:					
Las tormentas eléctricas son condiciones no usuales que conducen a situaciones de peligro por fuego y explosión a lo largo del trayecto del transporte de los fluidos por medio de tuberías. De igual forma, en el manejo de hidrocarburos, existe la posibilidad de que se genere electricidad estática debido al flujo de los productos a través de tuberías, bombas y válvulas entre otros equipos. Con el objeto de eliminar estas cargas electrostáticas y evitar que se pueda originar algún incendio, todo recipiente o estructura metálica que exista en estas instalaciones, deberá estar conectado eléctricamente a tierra, dando revisión y mantenimiento periódicamente estas conexiones y asegurarse de que se mantengan en buen estado y que no estén flojas o rotas.					

De igual forma se presentan condiciones de riesgo inusual, cuando no se toman las medidas de seguridad necesarias al momento de realizar operaciones de mantenimiento o compostura. Para evitar esta situación, en el transporte de los fluidos, por medio del Departamento de Mantenimiento y Producción, debe solicitar al Departamento de Inspección y Seguridad, un permiso de trabajo peligroso, donde se especifica el tipo de trabajo a realizarse y las precauciones necesarias a ser utilizadas para la realización del trabajo, los cuales no podrán dar inicio si no se encuentran en el lugar un supervisor de seguridad.

**5.- PRODUCTOS DE LA COMBUSTION:**

Entre los productos de combustión podemos mencionar partículas, monóxido de carbono y bióxido de carbono.

**SECCION VI DATOS DE REACTIVIDAD**

<b>1.- SUSTANCIA</b>		<b>2.- CONDICIONES A EVITAR:</b>	
ESTABLE Aplica	INESTABLE No aplica	Contacto con cualquier fuente de ignición.	
<b>3.- INCOMPATIBILIDAD (SUSTANCIAS A EVITAR):</b> Mezclas de Oxígeno aire.			
<b>4.- DESCOMPOSICION DE COMPONENTES PELIGROSOS:</b> Ninguno			
<b>5.- POLIMERIZACION PELIGROSA:</b>		<b>6.- CONDICIONES A EVITAR:</b>	
PUEDE OCURRIR No aplica	NO PUEDE OCURRIR Aplica	N.A.	

**SECCION VII RIESGOS PARA LA SALUD:**

VIAS DE ENTRADA	SINTOMAS DEL LESIONADO	PRIMEROS AUXILIOS
1.- INGESTION ACCIDENTAL	No aplica	No aplica
2.- CONTACTO CON LOS OJOS	Irritación en periodos de contacto mínimo.	Primeros Auxilios: Enjuagar con agua por lo menos 15 minutos.
3.- CONTACTO CON LA PIEL	No provoca daño	No se requieren
4.- ABSORCION	No aplica	No aplica
5.- INHALACION	Asfixia en exposición prolongada	Primeros auxilios: Trastadar a donde se respire aire fresco. Aplicar respiración artificial si la victima no respira. Administrar oxígeno si respira con dificultad.

**6.- SUSTANCIA QUIMICA CONSIDERADA COMO CANCERIGENA (SEGUN NORMATIVIDAD DE LA STPS Y SSA):**

STPS SI  NO  SSA SI  NO  OTROS. ESPECIFICAR

## **SECCION VIII INDICACIONES EN CASO DE FUGA O DERRAMES:**

- Eliminar todas las fuentes de ignición (no fumar, no usar bengalas, chispas o flamas en el área de peligro.)
- Todo el equipo que se use durante el manejo del producto, deberá estar conectado eléctricamente a tierra.
- Detenga la fuga en caso de poder hacerlo sin riesgo.
- Se puede usar una espuma supresora de vapor para reducir vapores.
- Use herramientas limpias a prueba de chispas para recoger el material absorbido.

### **Derrames grandes:**

- El rocío de agua puede reducir el vapor; pero puede no prevenir la ignición en espacios cerrados.

## **SECCION IX EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL**

### **1.- ESPECIFICAR TIPO:**

- Use el equipo de aire autónomo de presión positiva (SCBA)
- El traje de bomberos profesionales proporcionará solamente protección limitada.

### **2.- PRACTICAS DE HIGIENE:**

- Llamar primero al número de teléfono de respuesta en caso de emergencia en el documento de embarque.
- Aisle el área del derrame o fuga inmediatamente a por lo menos 25 a 50 metros a la redonda.
- Mantener alejado al personal no autorizado.
- Permanezca en dirección del viento.
- Manténgase alejado de las áreas bajas.
- Ventile los espacios cerrados antes de entrar.

## **SECCION X INFORMACION SOBRE TRANSPORTACION (DE ACUERDO CON LA REGLAMENTACION DE TRANSPORTE):**

El transporte se rige por el Reglamento de Materiales y residuos peligrosos y por las normas de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes.

## **SECCION XI INFORMACION ECOLOGICA (DE ACUERDO CON LAS REGLAMENTACIONES ECOLOGICAS)**

Se deberá de cumplir con. NOM-041-ECOL-1994, NOM-042-ECOL-1994, NOM-044-ECOL-1994, NOM-052-ECOL-1994, NOM-054-ECOL-1994.

## **SECCION XII PRECAUCIONES ESPECIALES**

### **1.- DE MANEJO Y ALMACENAMIENTO:**

Para este caso, la Gerencia de Producción, coordinada con la Subgerencia de Mantenimiento y la Superintendencia General de Mantenimiento, establecen un calendario semestral de mantenimiento, revisión y calibración de los principales puntos de riesgo en el transporte de los fluidos por medio de tuberías y accesorios.

Dentro de estos planes se encuentran el de calibración de sistemas de regulación, calibración de válvulas de seguridad; así como inspecciones de seguridad periódicas, con la finalidad de detectar anomalías y llevar al cabo su arreglo inmediato.

Establecer programas periódicos de revisión para los sistemas de control.

### **2.- OTRAS:**

## **V.I.6. Condiciones de operación.**

### **V.I.6.1. Describir las condiciones de operación del ducto (flujo, temperaturas y presiones de diseño y operación), así como el estado físico de la(s) sustancia(s) transportada(s).**

El proceso se inicia en sustitución y reubicación de 22 km de tubería vieja y en mal estado, por tubería nueva de 12" de diámetro y 18.5 km de tubería de 3" de diámetro vieja y en mal estado por nueva, estas van a transportar petróleo crudo y gas dulce respectivamente. Al petróleo crudo se le va a suministrar calor para elevar su temperatura por medio de dos Estaciones de calentamiento que estarán ubicadas a lo largo del recorrido del fluido una al inicio del trayecto y la otra a 10 km de distancia de la misma, las temperaturas del fluido van oscilar entre los 90 y 60°C; la temperatura máxima se encontrará en la salida de la Estación de Calentamiento.

La presión de la tubería que transporta el petróleo crudo estará en el rango de 35 a 4 kg/cm<sup>2</sup>, esta presión es suministrada por cuatro motobombas con una capacidad 13,700 Barriles por día, tres bombas eléctricas y una de combustión interna de 12" de diámetro que están situadas en Cacalilao. El petróleo crudo se controlará por nueve válvulas de seccionamiento ubicadas a lo largo de 22 km de tubería.

Las estaciones de calentamiento son abastecidas por gas dulce, para su funcionamiento este gas llegará por tubería de 3" de diámetro, que correrá paralelamente al oleoducto. Por otra parte, la protección que se usará para evitar la corrosión será mecánica y además protección catódica, para este tipo de protección se contará con un estudio previo de los tipos de nutrientes y elementos químicos del suelo de la zona ya que es indispensable para tuberías enterradas que estén lo mejor protegidas ya que así se evita el deterioro de las mismas. En el Oleoducto el estado físico que se presenta es líquido y en el Gasoducto es gas.

El proceso se identifica como régimen permanente, ya que el crudo se transporta sin alterar su composición química, el cambio principal que sufre es en su estado físico, ya que se tiene que calentar para disminuir el grado de su viscosidad y así poder transportarlo con mayor facilidad.

### **V.I.6.2 Describir las características de la instrumentación y control.**

La característica principal es la automatización de operación en las estaciones de calentamiento, además de un riguroso control de condiciones de transporte. Esto es por medio de instrumentos utilizados como termopares, los cuales están diseñados de tal forma que se obtienen gráficas de intervalos de temperatura, otros instrumentos básicos además de los anteriormente mencionados son los manómetros, los cuales se utilizan para obtener valores de presión en el proceso, ayudando así a establecer un control de operación.

## **V.II. ANALISIS Y EVALUACION DE RIESGOS.**

### **V.II.1. Antecedentes de accidentes e incidentes ocurridos en ductos similares, describiendo brevemente el evento, las causas, sustancia(s) involucrada(s), nivel de afectación y en su caso, acciones realizadas para su atención.**

El oleoducto Cacalilao - Cd. Madero en su nuevo trazo que va de tramo puente El Prieto - Cd. Madero pretende abatir el riesgo que representa su ubicación actual, ya que pasa por zonas urbanas densamente pobladas, como lo son la Cd. de Tampico y Cd. Madero.

Con relación al tipo de crudo que se transporta, como ya se indicó, en sus características fisicoquímicas es un crudo pesado bajo en volátiles, mismo que para transportarlo se necesita calentarlo; en los casos cuando ha sucedido una fuga al enfriarse a temperatura ambiente es parcialmente manejable ya que endurece y se recoge fácilmente, por tal motivo se considera que no es un producto que se pueda considerar como de alto riesgo.

El gran número de fugas que se han suscitado en el oleoducto son consecuencia directa del tiempo de uso del ducto (cansancio del metal) y de que únicamente se habían restituido tramos chicos.

Finalmente la experiencia de PEMEX en el manejo y operación del oleoducto que nos ocupa, nos permite señalar que los antecedentes de mayor riesgo del mismo se trasladan al gasoducto de 3" de diámetro utilizado para alimentar a las estaciones de calentamiento, así como a las válvulas y bridas de las tuberías que conducen el gas, ya que son considerados los puntos de mayor probabilidad de presentar una falla, por el desgaste de engranes y empaques debido a la acción corrosiva del metano.

Cabe indicar que no existen antecedentes de fugas de gas en esta tubería, gracias a las precauciones de seguridad preventivas que realiza PEMEX periódicamente.

### **V.II.2 Identificar los puntos probables de riesgo, empleando una metodología específica (p.ej. Que pasa si/Lista de Verificación, Hazid, Hazop, Arbol de Fallas, o en su caso, cualquier otra cuyos alcances y profundidad de identificación sean similares, debiéndose aplicar la metodología de acuerdo a las especificaciones propias de la misma. En caso de modificar la aplicación, deberá sustentarse técnicamente.**

La identificación y jerarquización de los riesgos probables que representan: el oleoducto de 12" de diámetro, el gasoducto de 3" de diámetro, así como las estaciones de calentamiento y obras paralelas para el transporte del crudo, se llevan a cabo utilizando las metodologías para el análisis de riesgo, tales como la lista de chequeo que nos ayudan en la identificación de riesgos donde se hace uso de la experiencia acumulada. Esto nos permite comparar el estado de un sistema con

una referencia externa, identificando directamente carencias de seguridad en algunos casos o las áreas que requieren un estudio mas profundo que en otras. La lista proporciona una serie de puntos de reflexión y preguntas que llaman la atención sobre los aspectos que pudieron pasar desapercibidos y el análisis consecuencial, este último con base al uso de los modelos de dispersión, que más adelante se describen.

Como resultado de dichos análisis, se encontró que los eventos de probable afectación al medio ambiente, el hombre y sus bienes, estarán dados por derrames y fugas en el oleoducto y gasoducto. Este último transporta gas metano, producto considerado como de alto riesgo de explosión, según el segundo listado para actividades altamente riesgosas publicadas por SEMARNAT.

Por tal motivo se evalúa en primer lugar el probable daño provocado en el remoto caso de ocurrir una fuga y explosión de dicho gas. En diferentes puntos del gasoducto, principalmente donde existen cruces aéreos, subpluviales y de carreteras, así como en las estaciones de calentamiento.

En segundo término se considera el riesgo de incendio del crudo en caso de un derrame en el Oleoducto, mismo que se descarta por un bajo contenido de volátiles y su bajo manejo cuando se encuentra a temperatura ambiente.

Y finalmente el riesgo por toxicidad se llevará a cabo en el caso de un derrame en el Oleoducto, ya que su contenido de vapor de ácido sulfhídrico podría afectar a la población a pesar de que el derrame no se atiende fácilmente por su alta viscosidad.

**LISTA DE COMPROBACIONES DE SEGURIDAD.  
(PARA TUBERÍAS: OLEODUCTOS Y GASODUCTOS).**

La presente lista de comprobaciones se elabora con la finalidad de identificar los probables riesgos que representan los ductos.

**I.- FACTOR: UBICACION.**

	SI	NO
1.- ¿La planta está bien situada en relación con otras industrias, zonas habitacionales, comerciales, etc.?	X	
2.- ¿Las características del suelo son adecuadas para el ducto?	X	
3.- ¿El sitio tiene drenaje natural adecuado?		X
4.- ¿Las zonas donde se pueden presentar derrames tienen drenaje y sistemas de lavado adecuado?		X
5.- ¿La ubicación es adecuada para el tipo de instalación?	X	
6.- ¿La separación del ducto a otras instalaciones es adecuada?	X	
7.- ¿Se cuenta con accesos, que tipo y en que condiciones se encuentran?	X	
8.- ¿Existen a una distancia adecuada, servicios municipales contra incendio (Cuerpo de bomberos)?	X	
9.- ¿Que tiempo tardan en trasladarse los bomberos de su estación al sitio de la fuga del ducto? R= Máximo 1 hra.		

**II.- FACTOR: CONSTRUCCION.**

	SI	NO
10.- ¿Los materiales de construcción son los adecuados para los esfuerzos a que estarán sometidos?	X	
11.- ¿Se tienen diques para retener derrames de los materiales peligrosos?	X	

**III.- FACTOR: INFRAESTRUCTURA NECESARIA.**

	SI	NO
12.- ¿Se cuenta con corriente eléctrica?	X	
13.- ¿El sistema eléctrico está diseñado e instalado de acuerdo con las características de los ductos e instalaciones paralelas a las normas aplicables? ¿Cuáles? R=	X	

1) No. 07.3.13. Requisitos mínimos de seguridad para el diseño, construcción, operación, mantenimiento e inspección de tuberías de transporte.

2) No. 07.3.13. Requisitos mínimos de seguridad para el diseño, construcción, operación, mantenimiento e inspección de estaciones de regulación y manejo de gas.

	SI	NO
14.- ¿ Se tienen sistemas redundantes y adecuados para hacer frente a una falla total en el abastecimiento energía eléctrica?	X	
15.- ¿ Existe en el sitio suficiente abastecimiento de agua contra incendio?	X	
16.- ¿Se cuenta con sistemas contra incendio?	X	
17.- ¿ Tiene la capacidad requerida?	X	
18.- ¿ Se tienen extinguidores de incendio suficientes y adecuados?	X	
19.- ¿ Los servicios municipales contra incendio cuentan con equipo apropiado.	X	

#### IV.- FACTOR: EQUIPO REQUERIDO.

20.- ¿ Los ductos cuentan con venteos de seguridad y válvulas de alivio protegidas contra la corrosión e incrustaciones?	X	
21.- ¿Existen equipos en especial que tengan gran importancia en el proceso? ¿Cuáles? R= Las estaciones de calentamiento.	X	
22.- ¿La planta está adecuadamente instrumentada?	X	
23.- ¿Existe instrumentación redundante en los sistemas de riesgo?	X	
24.- ¿Se tiene abastecimiento suficiente de gases inertes para acciones de limpieza y purga de tuberías y equipos?	X	

#### V.- FACTOR: METABOLISMO DEL PROCESO.

25.- ¿Se cuenta con diagramas de las instalaciones de calentamiento?	X	
26.- ¿Existen operaciones unitarias? ¿Cuáles? R= El proceso de calentamiento del oleoducto.	X	
27.- ¿Existen problemas de corrosión?		X
28.- ¿Se previó el efecto de la corrosión en forma adecuada?	X	

#### VI.- FACTOR: MATERIAS PRIMAS, PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS.

29.- ¿Qué productos se manejan? R= Petróleo crudo y Gas metano.		
30.- ¿Qué cantidades se manejan? R= Crudo 6000 Barriles/día. Gas 170 m <sup>3</sup> /hr.		

- 31.- ¿Propiedades químicas, físicas y toxicológicas para cada caso?  
R= Ver punto V.1.3.
- 32.- ¿Se realizan inspecciones periódicas? X
- 33.- ¿Es factible transferir las sustancias peligrosas a otros depósitos o recipientes portátiles en caso de un accidente? X
- 34.- ¿Las fugas de gases o vapores pueden dispersarse fácilmente? X

#### VII.- FACTOR: TUBERIAS.

- 35.- ¿Existen especificaciones y/o normas de la tubería utilizada? X
- 36.- ¿Cuál es el año de construcción y la fecha de inicio de operaciones?  
R= Fecha de inicio de operación Mayo/1993.
- 37.- ¿Cuál es el diámetro del tubo y que producto transporta? X

R= 12" de diámetro maneja crudo, con un espesor de 344 mm. Y 3" de diámetro maneja gas metano, especificación API 5L X52 con una RMEC de 52,000 lb/in<sup>2</sup>.

La tubería está enterrada (1.5 m.) y a 6 m. bajo el lecho del Río Pánuco.

- 38.- ¿Cuál es la presión de diseño y máxima de operación?  
R= Gasoducto: presión de operación promedio 15 kg/cm<sup>2</sup>. Oleoducto:
- 39.- ¿Se realizan pruebas hidrostáticas o neumáticas?
- 40.- Indicar estaciones de bombeo y ubicación de válvulas, así como velocidad de flujo.  
R= Las estaciones de bombeo se encuentran en Cacalilao.  
El gasto del Oleoducto es de 6000 Barriles/día.  
El gasto del Gasoducto es 170 m<sup>3</sup>/hr.  
La ubicación de las válvulas se indican en plano anexo.
- 41.- ¿Cuentan con equipo de emergencia? X
- 42.- ¿Existen estadísticas de calibración de los sistemas protección por sobrepresión? X
- 43.- ¿Se conoce el número de válvulas de reconocimiento, de trampas de diablos, y su ubicación, así como los programas y reportes de las corridas y programas de correcciones reportadas? X

43.- ¿Se conoce el número de válvulas de reconocimiento, de trampas de diablos, y su ubicación, así como los programas y reportes de las corridas y programas de correcciones reportadas? X

44.- ¿Se cuenta con plano indicando los cruces del ducto, áreas, lagunas, carreteras, ríos, etc. Especificando tipo de estructura de apoyo. X

45.- ¿Cuentan con procedimientos, programas y estadísticas de mantenimiento preventivo? para:

	SI	NO
Derecho de vía	<u>X</u>	_____
Protección catódica	<u>X</u>	_____
Protección mecánica	<u>X</u>	_____
Protección anticorrosiva interior	<u>X</u>	_____

46.- ¿Existe espacio contratado del derecho de vía? Mencionarlos. X  
R= 12 m. de ancho.

47.- ¿Existe plano donde se indica la señalización del derecho de vía, indicando tipo de señales y kilometraje? X

48.- ¿Existen histogramas de fugas? X

49.- ¿Manejan gráficas de potenciales de protección catódica indicando zonas problemáticas por tipo de suelo, falta de energía, etc? X

50.- ¿Manejan tabla de pérdida de espesor en tuberías en milésimas por año (MPA) y testigos? Indicar ubicación. X

51.- ¿Cuentan con programas estadísticos de limpieza del interior de los ductos? X

52.- ¿Cuentan con un plan de emergencias para fugas de cualquier fluido (líquido o gas) en el transporte por tuberías? X

**V.II.3 Determinar los radios potenciales de afectación, a través de la aplicación de modelos matemáticos de simulación, del o los eventos máximos probables de riesgo, identificados en el punto VII.2, e incluir la memoria de cálculo para la determinación de los gastos, volúmenes y tiempos de fuga utilizados en las simulaciones, debiendo justificar y sustentar todos y cada uno de los datos empleados en estas determinaciones.**

Como ya se indicó el mayor riesgo lo representa el manejo y conducción del gas metano para la alimentación de las estaciones de calentamiento. En segundo término, se considera como riesgo poco importante un derrame en el oleoducto, debido a sus características fisicoquímicas.

### **Riesgo por fuga y explosión.**

El criterio utilizado considera el riesgo de afectación por fuga y explosión en válvulas de retención por fallas de válvulas de seguridad. Y en bridas en el caso probable de una sobrepresión del gas o por daño mecánico. Para modelar dicho evento se seleccionaron los sitios donde se ubicarán dichas válvulas y bridas a lo largo del gasoducto mismos que se indican a continuación.

- 1) La zona de válvulas donde se conectará el gasoducto de 3" de diámetro con el gasoducto troncal de 48" de diámetro que viene de Cactus, Tabasco, ubicada en la margen derecha del Río Pánuco.
- 2) Las válvulas ubicadas en la Estación de Calentamiento Anáhuac.
- 3) La válvula ubicada en la margen derecha del canal de la Laguna de Pueblo Viejo.
- 4) La válvula ubicada en la margen izquierda del canal de la Laguna de Pueblo Viejo.
- 5) La zona de válvulas ubicadas en la Estación de Calentamiento Matillas.
- 6) La válvula ubicada en la margen derecha del Río Pánuco antes de cruzar el Puente El Prieto.
- 7) La válvula ubicada en la margen izquierda del Río Pánuco después de cruzar el Puente El Prieto.
- 8) Las válvulas ubicadas en el Km. 0.000.00 donde se conectan con los ductos que vienen de Cacalilao.

En el seguimiento de la modelación se considera: Un tiempo máximo de respuesta para controlar la fuga de una hora, que es el tiempo que tarda el personal de PEMEX en controlarla, cerrando válvulas en la tubería de 3" de diámetro, además se considera un gasto del gas de 321.84 m<sup>3</sup>/hra., y una presión de 15 Kg/cm<sup>2</sup>, así como un volumen fugado de 4,210.55 m<sup>3</sup>.

### **Riesgo por vapor de derrame de crudo.**

El criterio establecido considera el riesgo de afectación por derrame de crudo del oleoducto por ruptura de la tubería, por daño mecánico o falla de válvulas y la afectación por el ác. sulfhídrico evaporado. Para modelar dicho evento se seleccionaron los sitios siguientes:

- 1) El área de reconexión con el Oleoducto que viene de Cacalilao a la margen izquierda del Río Pánuco antes de llegar al Puente El Prieto.
- 2) La zona de válvulas ubicada en la Estación de Calentamiento Anáhuac-Matillas.
- 3) Las válvulas ubicadas antes y después de cruzar el Río Pánuco del Puente El Prieto.
- 4) Las válvulas ubicadas antes y después del cruce aéreo del Canal de la Laguna de Pueblo Viejo.
- 5) Las válvulas ubicadas en la margen derecha e izquierda del Río Pánuco .
- 6) En el cruce de calle A. Obregón en Cd. Madero.

En todos los casos se considera para la modelación por derrame: un tiempo máximo de respuesta para controlar la fuga del derrame de una hora, que es el tiempo que tarda el personal de PEMEX en controlarlo, cerrando válvulas, además se considera un gasto de 10,920 g/s en la tubería de 12" de diámetro a una presión máxima de 35 Kg/cm<sup>2</sup>. y una temperatura máxima de 90°C. Así como el IDLH del ác. sulfhídrico que es 418 mg/m<sup>3</sup> como concentración de interés.

*El análisis consecuencial se realiza utilizando los modelos atmosféricos para Simulación de Contaminación y Riesgo en Industrias, (SCRI) que se indican a continuación.*

### **Modelo de Evaluación de Daños Provocados por Nubes Explosivas (EDNE).**

El modelo considera que existen una serie de suposiciones inherentes que le permiten efectuar las estimaciones y predicciones de daños por la explosión de la nube, destacando lo siguiente:

- 1) La fuga de material es instantánea, excluyéndose escapes paulatinos de gas a menos que se trate de fugas en tuberías de gran capacidad.
- 2) El material fugado se vaporiza en forma instantánea formándose inmediatamente la nube; la vaporización y formación de la nube se efectúa de acuerdo con las propiedades termodinámicas del gas antes de producirse la fuga.

- 3) Se asume una nube de forma cilíndrica cuya altura corresponde a su eje vertical. Se supone que la nube cilíndrica no es distorsionada por el viento ni por estructuras o edificios cercanos.
- 4) La composición de la nube es uniforme y su concentración corresponde a la media aritmética de los límites superior e inferior de explosividad del material.
- 5) El calor de combustión del material se transforma a un equivalente en peso de trinitrotolueno (TNT) (Calor de combustión del TNT = 1830 BTU/lb).
- 6) La temperatura del aire ambiente se considera constante e igual a 21.1°C (70°F).

Para determinar la magnitud de la fuga de material explosivo se considera: El Daño Máximo Probable (DMP). Y la magnitud de la fuga bajo un escenario de DMP se estima considerando:

- a) El tamaño de la fuga estará determinado por el contenido del mayor recipiente de proceso o conjunto de recipientes del proceso conectados entre sí, sin estar aislados uno del otro por válvulas automáticas o a control remoto. Si existen estas válvulas se considerará el contenido del mayor recipiente.
- b) No se considerará como limitante de la formación de una nube, la existencia de fuentes de ignición en las cercanías de una posible fuga.

Una vez que se produce la explosión, se generan una serie de ondas expansivas circulares, de tal forma que las ondas de mayor presión están situadas formando una circunferencia cercana al centro de la nube y las de menor presión se sitúan en circunferencias de diámetros mayores. El objetivo del modelo es entonces determinar la magnitud de los diámetros asociados a la sobrepresión de las ondas y los daños producidos, considerando como la onda de sobrepresión de menor daño la de un valor de 0.5 psi de acuerdo con los criterios manejados por (Ver modelaciones).

#### **Modelo de dispersión de un gas o vapor proveniente de una fuga o derrame de un líquido que se evapora (DFD).**

Este modelo está basado en la ecuación de difusión gaussiana de un gas o vapor. Su algoritmo está diseñado para proveer de una estimación del área de riesgo o de "exclusión" generada por una fuga continua de un gas o de un vapor proveniente de un líquido que se evapora. Para aplicar este modelo es necesario establecer una concentración máxima permisible de explosión, la cual permite estimar el área de exclusión o área de evacuación en caso de accidente. Las ecuaciones

gaussianas se emplean bajo el supuesto que las concentraciones máximas se registran a nivel de piso, y que el gasto de emisión es constante durante el tiempo de modelación, así como las características meteorológicas. Para el caso de un derrame de un líquido que se evapora, el modelo tiene incorporados dos procedimientos para estimar el gasto de vapor emitido.

El primero se basa en la estimación de un porcentaje de evaporación del líquido.

El segundo se basa en la estimación del gasto de evaporación del líquido derramado (Ver modelaciones).

**V.II.4 Representar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento en un plano a escala adecuada donde se indiquen los puntos de interés que pudieran verse afectados (asentamientos humanos, cuerpos de agua, vías de comunicación, caminos, etc.),**

Como resultado de la modelación donde se considera una fuga potencial de gas metano de válvulas del gasoducto de 3" de diámetro; se expone a continuación el análisis consecuencial para cada punto reubicado.

1.- El sitio donde se conecta con el gasoducto que viene de Cactus, Tabasco.

Esta área se ubica a 30 m de la margen derecha del Río Pánuco y a 25 m del Canal del Chijol. El área de influencia en el caso de una fuga y explosión del gas en válvulas del gasoducto de 3" de diámetro, considerando el daño máximo probable, presentó un radio de onda expansiva para 0.5 psi de 182.10 m, que es considerada por SEMARNAT la de mayor seguridad. (Ver modelación V.II.A.).

Dicha explosión por su radio de acción podría alcanzar embarcaciones que en ese instante naveguen por el Río Pánuco, el Canal del Chijol, Terminal Marítima Madero, así como la población de Mata Redonda y terrenos propiedad de PEMEX. (Ver plano 5).

2.- Estación de Calentamiento Anáhuac.

El área de influencia en el caso de una fuga y explosión de gas en válvulas del gasoducto de 3" de diámetro, considerando el daño máximo probable, nos muestra un radio de la onda expansiva para 0.5 psi de 182.10 m. que es la considerada por SEMARNAT la de mayor seguridad. (Ver modelación V.II.B.). Dicha explosión por su radio de acción podrá alcanzar los tanques de agua ubicados a 20 m y 40 m de la Estación de Calentamiento, así como el Ejido 1º. De Mayo, Col. Lindavista, California y Benito Juárez, además de las carreteras a Tuxpan, Naranjos y Cd. Cuahutemoc, y barcos que pasen en ese momento por el Río Pánuco, así como el embarcadero de Tampico, y finalmente el Puente Anahuac. (Ver plano 5).

### 3.- Válvulas ubicadas en las márgenes del Canal de Pueblo Viejo.

El área de influencia en el caso de una fuga y explosión de gas en válvulas del gasoducto de 3" de diámetro, considerando el daño máximo probable, nos muestra un radio de la onda expansiva para 0.5 psi de 182.10 m que es la considerada por SEMARNAT la de mayor seguridad. (Ver modeación V.II.C. y V.II.D.).

Dicha explosión por su radio de acción podría alcanzar embarcaciones que en ése instante naveguen por el Canal de Pueblo Viejo, Río Pánuco y embarcadero de Tampico, así como la carretera y el Puente Anáhuac, además parte de los asentamientos humanos de las Colonias: Anáhuac, Benito Juárez y California, finalmente la estación de calentamiento Anahuac. (Ver plano 5).

MODELOS	ATMOSFERICOS	PARA	SIMULACION
DE	CONTAMINACION	Y	EN
S	C	R	I
MODELO DE EVALUACION DE DAÑOS PROVOCADOS POR NUBES EXPLOSIVAS			

dh

Sustancia : GAS a 500 psi o mas.

SITIO: CONEXIÓN CON EL GASODUCTO DE CACTUS MODELACION V.II.A.

D A T O S

Nombre de la Sustancia : GAS NATURAL

M )	Peso Molecular	=	16.000	(lb/lb-mol)
Vg)	Volumen del Gas a TPN	=	148577.500	( ft3 )
δHc)	Calor de Combustión	=	23920.000	( Btu/lb )
LIE)	Límite Inf. Explosividad	=	1.900	( % )
LSE)	Límite Sup. Explosividad	=	9.500	( % )
h )	Altura de la Nube	=	6.000	( ft )

R E S U L T A D O S

Wg)	Peso del Gas en la Nube	=	6629.827	lb
F )	Fracción de Material en la Nube	=	0.057	%
D )	Diámetro de la Nube	=	598.281	ft
Ed)	Energía Desprendida [ DMP ]	=	0.792927	Ton. de TNT
Ed)	Energía Desprendida [ DMC ]	=	3.964637	Ton. de TNT

Diámetros de Ondas Expansivas

Para	[ DMP ]	..	[ DMC ]
[ 0.5 psi ]	364.210 m	..	622.791 m
[ 1.0 psi ]	225.692 m	..	385.928 m
[ 2.0 psi ]	136.826 m	..	233.969 m
[ 3.0 psi ]	112.846 m	..	192.964 m
[ 5.0 psi ]	82.378 m	..	140.864 m
[ 7.0 psi ]	67.708 m	..	115.778 m
[ 10.0 psi ]	56.423 m	..	96.482 m
[ 20.0 psi ]	45.421 m	..	77.668 m
[ 30.0 psi ]	33.854 m	..	57.889 m

MODELOS	ATMOSFERICOS	PAPA	SIMULACION
DE	CONTAMINACION	Y	EN
S	C	R	I

MODELO DE EVALUACION DE DAÑOS PROVOCADOS POR NUBES EXPLOSIVAS

dh

Sustancia : GAS a 500 psi o mas.

SITIO: ESTACIÓN DE  
CALENTAMIENTO ANAHUAC  
MODELACION V.II.B.

D A T O S

Nombre de la Sustancia : GAS NATURAL

M )	Peso Molecular	=	16.000	(lb/lb-mol)
Vg)	Volumen del Gas a TPN	=	148677.500	( ft <sup>3</sup> )
δHc)	Calor de Combustión	=	23920.000	( Btu/lb )
LIE)	Límite Inf. Explosividad	=	1.900	( % )
LSE)	Límite Sup. Explosividad	=	9.500	( % )
h )	Altura de la Nube	=	6.000	( ft )

R E S U L T A D O S

Wg)	Peso del Gas en la Nube	=	6629.827	lb
F )	Fracción de Material en la Nube	=	0.057	%
D )	Diámetro de la Nube	=	598.281	ft
Ed)	Energía Desprendida [ DMP ]	=	0.792927	Ton. de TNT
Ed)	Energía Desprendida [ DMC ]	=	3.964637	Ton. de TNT

Diámetros de Ondas Expansivas

Para	[ DMP ]	..	[ DMC ]
[ 0.5 psi ]	364.210 m	..	622.791 m
[ 1.0 psi ]	225.692 m	..	385.928 m
[ 2.0 psi ]	136.826 m	..	233.969 m
[ 3.0 psi ]	112.846 m	..	192.964 m
[ 5.0 psi ]	82.378 m	..	140.864 m
[ 7.0 psi ]	67.708 m	..	115.778 m
[ 10.0 psi ]	56.423 m	..	96.482 m
[ 20.0 psi ]	45.421 m	..	77.668 m
[ 30.0 psi ]	33.854 m	..	57.889 m

MODELOS	ATMOSFERICOS	PARA	SIMULACION
DE	CONTAMINACION	Y	EN
S	C	R	I
MODELO DE EVALUACION DE DAÑOS PROVOCADOS POR NUBES EXPLOSIVAS			

dh

Sustancia : GAS a 500 psi o mas.

SITIO: MARGEN IZQUIERDO  
 DEL CANAL LAGUNA  
 PUEBLO VIEJO  
 MODELACION V.II.C.

D A T O S

Nombre de la Sustancia : GAS NATURAL

M )	Peso Molecular	=	16.000	(lb/lb-mol)
Vg)	Volumen del Gas a TPN	=	148677.500	( ft3 )
δHc)	Calor de Combustión	=	23920.000	( Btu/lb )
LIE)	Límite Inf. Explosividad	=	1.900	( % )
LSE)	Límite Sup. Explosividad	=	9.500	( % )
h )	Altura de la Nube	=	6.000	( ft )

R E S U L T A D O S

Wg)	Peso del Gas en la Nube	=	6629.827	lb
F )	Fracción de Material en la Nube	=	0.057	%
D )	Diámetro de la Nube	=	598.281	ft
Ed)	Energía Desprendida [ DMP ]	=	0.792927	Ton. de TNT
Ed)	Energía Desprendida [ DMC ]	=	3.964637	Ton. de TNT

Diámetros de Ondas Expansivas

Para	[ DMP ]	..	[ DMC ]
[ 0.5 psi ]	364.210 m	..	622.791 m
[ 1.0 psi ]	225.692 m	..	385.928 m
[ 2.0 psi ]	136.826 m	..	233.969 m
[ 3.0 psi ]	112.846 m	..	192.964 m
[ 5.0 psi ]	82.378 m	..	140.864 m
[ 7.0 psi ]	67.708 m	..	115.778 m
[ 10.0 psi ]	56.423 m	..	96.482 m
[ 20.0 psi ]	45.421 m	..	77.668 m
[ 30.0 psi ]	33.854 m	..	57.889 m

MODELOS	ATMOSFERICOS	PARA	SIMULACION
DE	CONTAMINACION	Y	EN
S	C	R	I
MODELO DE EVALUACION DE DAÑOS	PROVOCADOS POR NUBES	EXPLOSIVAS	

dh

Sustancia : GAS a 500 psi o mas.

SITIO: MARGEN DERECHA  
DEL CANAL LAGUNA  
PUEBLO VIEJO.  
MODELACION V.II.D.

D A T O S

Nombre de la Sustancia : GAS NATURAL

M )	Peso Molecular	=	16.000	(lb/lb-mol)
Vg)	Volumen del Gas a TPN	=	148677.590	( ft <sup>3</sup> )
ΔHc)	Calor de Combustión	=	23920.000	( Btu/lb )
LEI)	Límite Inf. Explosividad	=	1.900	( % )
LES)	Límite Sup. Explosividad	=	9.500	( % )
h )	Altura de la Nube	=	6.000	( ft )

R E S U L T A D O S

Wg)	Peso del Gas en la Nube	=	6629.827	lb
F )	Fracción de Material en la Nube	=	0.057	%
D )	Diámetro de la Nube	=	598.281	ft
Ed)	Energía Desprendida [ DMP ]	=	0.792927	Ton. de TNT
Ed)	Energía Desprendida [ DMC ]	=	3.964637	Ton. de TNT

Diámetros de Ondas Expansivas

Para	[ DMP ]	..	[ DMC ]
[ 0.5 psi ]	364.210 m	..	622.791 m
[ 1.0 psi ]	225.692 m	..	385.928 m
[ 2.0 psi ]	136.826 m	..	233.969 m
[ 3.0 psi ]	112.846 m	..	192.964 m
[ 5.0 psi ]	82.378 m	..	140.864 m
[ 7.0 psi ]	67.708 m	..	115.778 m
[ 10.0 psi ]	56.423 m	..	96.482 m
[ 20.0 psi ]	45.421 m	..	77.668 m
[ 30.0 psi ]	33.854 m	..	57.889 m

4.- Estación de Calentamiento Matillas. El área de influencia en el caso de una fuga y explosión de gas en válvulas del gasoducto de 3" de diámetro, considerando el daño máximo probable, nos muestra un radio de la onda expansiva para 0.5 psi de 182.10 m. que es la considerada por SEMARNAT la de mayor seguridad.(Ver modelación V.II.E.).

Dicha explosión por su radio de acción podría alcanzar embarcaciones que en ése instante naveguen por el Río Pánuco, así como vehículos que transiten por la carretera estatal al Puente Anáhuac y la caseta de cobro del Puente El Prieto.(Ver plano 5).

5.- área donde se conecta con gasoducto que va a Cacalilao y por ambas márgenes de Río Pánuco a la altura de Puente El Prieto.

El área de influencia en el caso de una fuga y explosión de gas en válvulas del gasoducto de 3" de diámetro, considerando el daño máximo probable, nos muestra un radio de la onda expansiva para 0.5 psi de 182.10 m. que es la considerada por SEMARNAT la de mayor seguridad.(Ver modelaciones V.II.F. y V.II.G.).

Dicha explosión por su radio de alcance afecta las vías de ferrocarril, Tampico-México y la de San Luis Potosí; las carreteras a Río Verde y El Puente El Prieto, así como las embarcaciones que naveguen en ese instante por el Río Pánuco (Ver plano 5).

Como resultado de la modelación donde se considera una probable fuga de crudo de 10,920 gr/seg por falla total de válvulas en el Oleoducto de 12" de diámetro. A continuación se indica el resultado del análisis consecuencial por los efectos del vapor del ác. sulfhídrico del crudo derramado, usando como concentración de importancia el IDLH del ác. mencionado y que es de 418 mg/m<sup>3</sup>; en los sitios seleccionados se observa que los ubicados en las márgenes del canal de Pueblo Viejo, afectarán a los habitantes de las colonias Baja California y Benito Juárez (Ver modelación V.II.H.1 y V.II.H.2).

Los demás punto escogidos únicamente afectarán algunas vías de comunicación, como la carretera estatal al puente Anáhuac, a la altura de Matillas (ver plano 5).

Como podemos ver, el daño que causaría el vapor por un derrame de crudo sería mínimo.

MODELOS	ATMOSFERICOS	PARA	SIMULACION
DE	CONTAMINACION	Y	EN
S	C	R	I
MODELO DE EVALUACION	DE DAÑOS	PROVOCADOS POR	HUBES EXPLOSIVAS

dh

Sustancia : GAS a 500 psi o mas.

SITIO: ESTACION DE  
CALENTAMIENTO MATILLAS.  
MODELACION V.I.I.E.

D A T O S

Nombre de la Sustancia : GAS NATURAL

M )	Peso Molecular	=	16.000	(lb/lb-mol)
Vg)	Volumen del Gas a TPN	=	148677.500	( ft3 )
δHc)	Calor de Combustión	=	23920.000	( Btu/lb )
LIE)	Límite Inf. Explosividad	=	1.900	( % )
LSE)	Límite Sup. Explosividad	=	9.500	( % )
h )	Altura de la Nube	=	6.000	( ft )

R E S U L T A D O S

Wg)	Peso del Gas en la Nube	=	6629.827	lb
F )	Fracción de Material en la Nube	=	0.057	%
D )	Diámetro de la Nube	=	598.281	ft
Ed)	Energía Desprendida [ DMP ]	=	0.792927	Ton. de TNT
Ed)	Energía Desprendida [ DMC ]	=	3.964637	Ton. de TNT

Diámetros de Ondas Expansivas

Para	[ DMP ]	..	[ DMC ]
[ 0.5 psi ]	364.210 m	..	622.791 m
[ 1.0 psi ]	225.692 m	..	385.928 m
[ 2.0 psi ]	136.826 m	..	233.969 m
[ 3.0 psi ]	112.846 m	..	192.964 m
[ 5.0 psi ]	82.378 m	..	140.864 m
[ 7.0 psi ]	67.708 m	..	115.778 m
[ 10.0 psi ]	56.423 m	..	96.482 m
[ 20.0 psi ]	45.421 m	..	77.668 m
[ 30.0 psi ]	33.854 m	..	57.889 m

MODELOS	ATMOSFERICOS	PARA	SIMULACION
DE	CONTAMINACION	Y	EN
S	C	R	I
MODELO DE EVALUACION DE DAÑOS PROVOCADOS POR NUBES EXPLOSIVAS			

Sustancia : GAS a 500 psi o mas.

SITIO: MARGEN IZQUIERDA  
DEL RIO PANUCO CRUCE  
PUENTE EL PRIETO.  
MODELACION V.I.I.F.

D A T O S

Nombre de la Sustancia : GAS NATURAL

M )	Peso Molecular	=	16.000	(lb/lb-mol)
Vg)	Volumen del Gas a TPN	=	148677.500	( ft <sup>3</sup> )
δHc)	Calor de Combustión	=	23920.000	( Btu/lb )
LIE)	Límite Inf. Explosividad	=	1.900	( % )
LSE)	Límite Sup. Explosividad	=	9.500	( % )
h )	Altura de la Nube	=	6.000	( ft )

R E S U L T A D O S

Wg)	Peso del Gas en la Nube	=	6629.827	lb
F )	Fracción de Material en la Nube	=	0.057	%
D )	Diámetro de la Nube	=	598.281	ft
Ed)	Energía Desprendida [ DMP ]	=	0.792927	Ton. de TNT
Ed)	Energía Desprendida [ DMC ]	=	3.964637	Ton. de TNT

Diámetros de Ondas Expansivas

Para	[ DMP ]	..	[ DMC ]
[ 0.5 psi ]	364.210 m	..	622.791 m
[ 1.0 psi ]	225.692 m	..	385.928 m
[ 2.0 psi ]	136.826 m	..	233.969 m
[ 3.0 psi ]	112.846 m	..	192.964 m
[ 5.0 psi ]	82.378 m	..	140.864 m
[ 7.0 psi ]	67.708 m	..	115.778 m
[ 10.0 psi ]	56.423 m	..	96.482 m
[ 20.0 psi ]	45.421 m	..	77.668 m
[ 30.0 psi ]	33.854 m	..	57.889 m

MODELOS	ATMOSFERICOS	PARA	SIMULACION
DE	CONTAMINACION	Y	EN
S	C	R	I
MODELO DE EVALUACION	DE DAÑOS	PROVOCADOS	POR NUBES EXPLOSIVAS

dh-

Sustancia : GAS a 500 psi o mas.

SITIO: MARGEN DERECHA  
DEL RIO PANUCO EN EL  
PUENTE EL PRIETO.  
MODELACION V.II.G.

D A T O S

Nombre de la Sustancia : GAS NATURAL

M )	Peso Molecular	=	16.000	(lb/lb-mol)
Vg)	Volumen del Gas a TPN	=	148677.500	( ft <sup>3</sup> )
δHc)	Calor de Combustión	=	23920.000	( Btu/lb )
LIE)	Límite Inf. Explosividad	=	1.900	( % )
LSE)	Límite Sup. Explosividad	=	9.500	( % )
h )	Altura de la Nube	=	6.000	( ft )

R E S U L T A D O S

Wg)	Peso del Gas en la Nube	=	6629.827	lb
F )	Fracción de Material en la Nube	=	0.057	%
D )	Diámetro de la Nube	=	598.281	ft
Ed)	Energía Desprendida [ DMP ]	=	0.792927	Ton. de TNT
Ed)	Energía Desprendida [ DMC ]	=	3.964637	Ton. de TNT

Diámetros de Ondas Expansivas

Para	[ DMP ]	..	[ DMC ]
[ 0.5 psi ]	364.210 m	..	622.791 m
[ 1.0 psi ]	225.692 m	..	385.928 m
[ 2.0 psi ]	136.826 m	..	233.969 m
[ 3.0 psi ]	112.846 m	..	192.964 m
[ 5.0 psi ]	82.378 m	..	140.864 m
[ 7.0 psi ]	67.708 m	..	115.778 m
[ 10.0 psi ]	56.423 m	..	96.482 m
[ 20.0 psi ]	45.421 m	..	77.668 m
[ 30.0 psi ]	33.854 m	..	57.889 m

MODELO PARA LA DISPERSION DE FUGAS Y DERRAMES  
 VESUZE, S.A DE C.V.  
 ECOLOGIA \ PROTECCION AMBIENTAL

SCRI

sh

SITIO: VÁLVULA DEL CRUCE DE LA AVENIDA ALVARO OBREGÓN EN EL  
 MUNICIPIO DE CD. MADERO.

Fecha : 07/04/97

Nombre del contaminante : Petroleo Crudo  
 Lugar de emisión : Oleoducto de Cacalilao-Refineria Madero

MODELACION V.II.H.1.

Gasto de la emisión : 10920.000 g/s.  
 Altura de la emisión : 2.000 mts.  
 Velocidad del viento : 5.500 m/s.  
 Clase de estabilidad : C (LIGERAMENTE INESTABLE)  
 Altura capa de inversión térmica : 0.000 mts.  
 Angulo de fluctuación : 30°

COMENTARIOS :

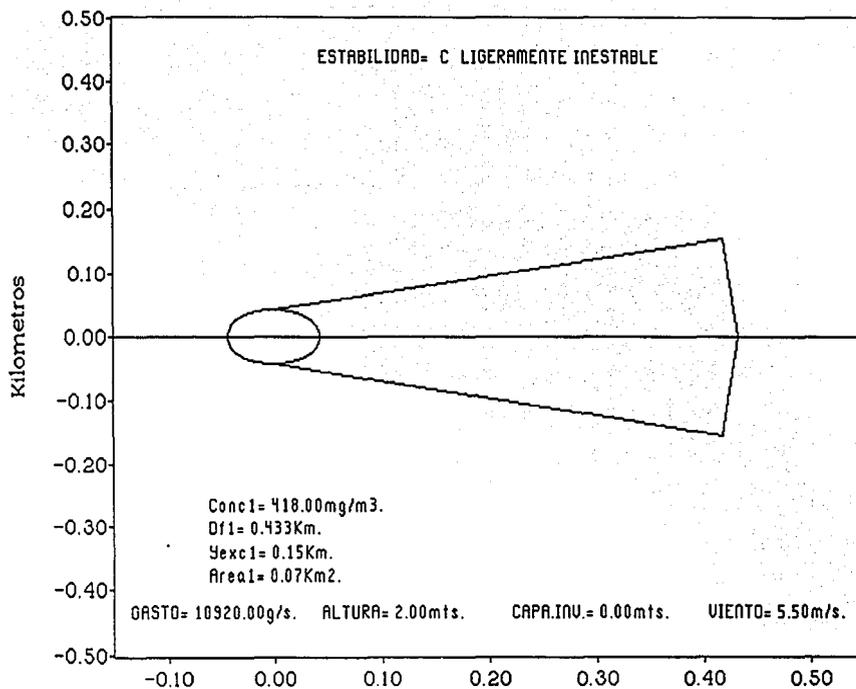
RESULTADOS :

Concentración de interés (1) : 418.000 mg/m3.  
 Distancia Final : 0.433 Kms.  
 Y exc. (max) : 154.425 mts.  
 Localizada en x= 0.418 Kms.

TABLA DE VALORES ITERADOS :

DIST. X (Km.)	Conc. (mg/m3)	Y exc. (mts.)	Sy (mts.)	Sz (mts.)
0.005	469.818	43.65	0.84	0.50
0.026	47785.694	49.19	3.92	2.36
0.048	20501.612	54.73	6.71	4.07
0.069	11078.269	60.27	9.39	5.72
0.090	6942.741	65.81	11.98	7.32
0.112	4775.145	71.34	14.52	8.89
0.133	3497.105	76.88	17.01	10.43
0.155	2678.986	82.42	19.45	11.96
0.176	2122.698	87.96	21.87	13.46
0.197	1726.600	93.50	24.26	14.95
0.219	1434.134	99.04	26.62	16.43
0.240	1211.758	104.58	28.96	17.90
0.262	1038.536	110.12	31.28	19.35
0.283	900.841	115.65	33.58	20.79
0.304	789.482	121.19	35.87	22.23
0.326	698.077	126.73	38.14	23.65
0.347	622.077	132.27	40.39	25.07
0.369	558.164	137.81	42.64	26.48
0.390	503.877	143.35	44.87	27.88
0.411	457.352	148.89	47.08	29.28
0.433	417.159	0.00	49.29	30.67

# Petroleo Crudo



Kilometros  
MODELACION V.I.I.H.2.

**V.II.5. Realizar un análisis y evaluación de posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos o instalaciones próximas a la instalación o proyecto que se encuentren dentro de la Zona de Alto Riesgo, indicando las medidas preventivas orientadas a la reducción del riesgo de las mismas.**

Cabe recordar que el nuevo trazo del Oleoducto Cacalilao- Cd. Madero tiene como uno de sus objetivos principales, evitar su paso por zonas densamente pobladas, como lo son la ciudad de Tampico y Cd. Madero, así como cambiar 22 Km. de Oleoducto para evitar fugas de crudo, a causa de la tubería ya vieja y así operar el ducto eficientemente y con seguridad.

El derecho de vía de 12 m. de ancho del Oleoducto que en su trayectoria Puente El Prieto- Margen derecha del Río Pánuco será enterrado a 1.5 m. de profundidad, es protegido en toda su trayectoria con señalamientos que se colocarán en campo abierto cada 500 m., en la zona suburbana cada 200 m. y en la zona urbana cada 100 m.

De igual forma será protegido en su trayectoria superficial en su tramo margen izquierdo del Río Pánuco-Cd. Madero. El área aproximada que utilizan las estaciones de calentamiento es de 240 m<sup>2</sup>, estará protegida en su perímetro por una cerca ciclónica y árboles de follaje frondoso.

El área aproximada que ocuparán las válvulas será de 50 m<sup>2</sup> y también será protegida por una cerca ciclónica.

Con relación a las Normas de seguridad y operación para el transporte por tuberías, PEMEX cuenta con Reglamentos, Normas y procedimientos, mismos que se describen a continuación.

I) Norma No. 07.3.13 Requisitos Mínimos de Seguridad para el Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento e Inspección de Tubería de Transporte 5a. Revisión AVIII-Enero 1990.

El contenido de dicha Norma se resume en 7 puntos:

- a) Su clasificación por el estado físico del hidrocarburo que se transporta líquido o gaseoso.
- b) Los sistemas de tuberías para el transporte de hidrocarburos líquidos o gaseosos.
- c) Construcción, diseño y características de las tuberías para el transporte de hidrocarburos líquidos o gaseosos.
- d) Describe todos los procedimientos para la inspección de los ductos.
- e) Describe los procedimientos para la inspección, mantenimiento y reparación de los ductos.
- f) Describe los procedimientos para el control de la corrosión en tuberías.
- g) Describe el diferente tipo de señalamiento que se instalan a lo largo del derecho de vía.

II.- Manual de Procedimientos Administrativos para la Autorización de Permisos para la Ejecución de Trabajos con Riesgo. PEMEX 1992.

Este manual tiene el objetivo de disminuir la ocurrencia de accidentes a través de un procedimiento para el análisis y control de trabajos que impliquen riesgo.

III.- Reglamento Plan General de Emergencia.

Para los problemas de transporte por tuberías RE.10.1.07 PEMEX 1986.

IV.- NSPM No. 09.0.03. Dispositivos de Alivio de Presión, periodos máximos permisibles para la calibración y prueba.

V.- NSPM No. 09.0.04. Reglamento con respecto a la instalación de válvulas de bloqueo en las válvulas de seguridad.

VI.- NSPM No. 09.0.02. (BL-1) ó aplicación y uso de protección catódica en tuberías enterradas y sumergidas.

**V.II.6 Indicar claramente las recomendaciones técnico operativas resultantes de la aplicación de las metodología para la identificación de riesgos, así como de la evaluación de los mismos, señalados en los puntos V.II.2 y V.II.3.**

Dentro de las medidas de seguridad para abatir riesgos durante la operación del Oleoducto de 12" de diámetro y del Gasoducto de 3" de diámetro se pueden mencionar las siguientes:

- En primer término la ubicación del Oleoducto y Gasoducto, ya que se reubicará en una zona rural suburbana de baja densidad de población.

- Se llevará a cabo un programa de inspección a las tuberías cada 6 meses en campo abierto y cada 2 meses en zona urbana y suburbana. El cual consiste en la revisión de los siguientes parámetros:

#### **I.- Protección catódica.**

1.- Revisión semanal de rectificadores de corriente alterna.

2.- Para tuberías se medirán potenciales a todo lo largo de la misma, en troncales y en las de descargas cada seis meses y zonas urbanas cada dos meses; en este último caso las lecturas de potencial tubo-suelo deben ser continuas.

**3.- Para estructuras de acero enterradas o sumergidas:**

- A) El potencial tubo-suelo de -0.85 volts medido entre la superficie de la estructura y un electrodo de referencia de cobre, sulfato de cobre en contacto con el electrodo.
- B) Modificación en -0.300 volts del potencial natural de tubería desnuda o pobremente recubierta medido entre la superficie de la tubería y un electrodo de referencia.
- C) Modificación del potencial de polarización en -0.100 volts medido entre la superficie metálica y un electrodo de referencia en contacto con el electrolito. Este voltaje se determina interrumpiendo la corriente de protección y midiendo el decremento de potencial de polarización.

**II.- Sistemas y dispositivos de seguridad.**

- 1.- Limitadores de presión.
- 2.- Limitadores de temperatura.
- 3.- Reguladores.
- 4.- Válvulas de alivio.
- 5.- Válvulas de seccionamiento.
- 6.- Trampas de diablo.

Se deberá verificar:

- Que estén bien instalados.
- Protegidos de materias extrañas.
- Que operen apropiadamente.
- Ajustados para funcionar a la presión correcta.
- Ajustados para funcionar a la temperatura correcta.
- Checar que estén en buenas condiciones mecánicas, eléctricas y/o electrónicas.
- La calibración de las válvulas de alivio va de acuerdo a la Norma No. 09.0.03 de PEMEX (Períodos máximos permisibles para la inspección y la calibración de válvulas de alivio).
- Las descomposturas de las válvulas se llevan a cabo de acuerdo a la Norma No. 09.0.04 de PEMEX (Instalación de válvulas de bloqueo en las válvulas de seguridad).

**III.- Sistemas y equipo contra incendios.**

Revisar los sistemas y equipos contra incendio (con base a Norma No. 01.1.08.AV-4) de:

- Terminales.
- Estaciones de compresión y bombeo.
- Estaciones de calentamiento.
- Casas de compresión.
- Baterías de separación.
- áreas de tanques.
- Equipos de deshidratación.

- Casas de bombas.
- Plantas de deshidratación y desalado en campo.

#### **IV. Calibración de espesores.**

1.- Se calibrarán espesores de la tubería en lugares accesibles como son:

- Entradas y salidas de estaciones de compresión o rebombeo.
- Válvulas.
- Pasos aéreos, etc.
- Con datos de velocidad de desgaste se establece el programa de calibración.

2.- Los espesores mínimos requeridos serán de acuerdo a lo establecido por la Norma No. 07.3.13 de PEMEX.

#### **V.- Equipos y conexiones.**

- Bombas.
- Compresoras.
- Recipientes.
- Trampas de diablos.
- Válvulas.
- Bridas.
- Injertos.
- Instalaciones eléctricas.
- Equipos de telecomunicación.

#### **VI.- Inhibidores de corrosión.**

- Verificar que es el adecuado.
- Verificar que es la dosis correcta.
- Comprobar su efectividad mediante el uso de testigo, corrosómetros, etc.

#### **VII.- Vigilancia del Derecho de vía (en base a la Norma No.03.0.02 Derecho de vía de tuberías).**

- Condiciones de la superficie.
- Condiciones de las zonas adyacentes.
- Construcción de caminos.
- Desasolves de zanjas y cunetas.
- Invasiones.

Los derechos de vía para tubería que conduzca Gas LP deben chequearse semanalmente en zonas industriales, comerciales o residenciales.

En los cruces bajo el agua se checará la existencia por acumulación de desechos u otra condición que afecte la seguridad del ducto.

**V.II.7 Presentar reporte del resultado de la última auditoria de seguridad practicada a las instalaciones que conforman el ducto, anexando en su caso, el programa calendarizado para el cumplimiento de las recomendaciones resultantes de la misma (aplica exclusivamente para ductos en operación)**

Con respecto a este punto es importante indicar que no aplica ya que el proyecto es de construcción e instalación.

**V.II.8 Describir a detalle las medidas, equipos, dispositivos y sistemas de seguridad con que contará la instalación o proyecto, considerados para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios.**

En las estaciones de calentamiento se cuenta con extintores de 30 libras de polvo químico, son colocados de tal forma que sean accesibles para el personal de supervisión.

La ubicación de estos extintores se establece con las Normas de Seguridad que clasifican a las Estaciones de Calentamiento como unidades de riesgo, para detectar un incendio, cada Estación cuenta con un monitor de contra incendio automatizado que avisa a la Estación de bombeo ubicada en Cacalilao y Cd. Madero. Se cuenta con un tanque de 1000 m<sup>3</sup> de agua contra incendio, suficiente para atender un accidente, mismo que se alimenta del Río Pánuco.

El equipo de seguridad instalado por el personal de PEMEX, para atender un evento consiste en: casco con visera, mascarilla contra gases, chaquetas resistentes al fuego, equipo autónomo de respiración, botas fabricadas con suela resistente a productos químicos y alma de acero, guantes resistentes a altas temperaturas, ropa de protección y ropa con interior de lana. Se cuenta con el equipo necesario que permite controlar un incendio a una distancia que no pone en peligro al personal.

Para el caso de fuga de gas, se detectará el punto de la fuga por el personal de seguridad y procederá a cerrar las válvulas necesarias y aislar la zona de la fuga, mientras el personal asignado se encargará de mantener una cortina de agua sobre el punto de la misma.

Es conveniente que todo el personal que participe en un accidente, como los descritos anteriormente, este debidamente capacitado y entrenado en el uso, manejo y operación del equipo existente contra incendio, derrames, etc. Tales como extintores, sistemas fijos, mangueras y boquillas para chorro y niebla. Además prácticas de simulacros, con el uso del equipo para cada caso específico

Además es importante que conozcan las características y daños que causen los productos que manejan en la zona, para que en el caso de un accidente sepan que precauciones deberán tener para proteger su integridad física y salud.

**V.II.9 Indicar las medidas preventivas, incluidos los programas de mantenimiento e inspección, así como los programas de contingencias que se aplicarán durante la operación normal de la instalación o proyecto, para evitar el deterioro del medio ambiente, además de aquellas orientadas a la restauración de la zona afectada en caso de accidente.**

Para este rubro se recomienda revisar el inciso V.II.6, y V.II.8.

**V.II.10 Residuos generados durante la construcción y operación del proyecto.**

**V.II.10.1 Caracterización de residuos generados, señalando los volúmenes y sistemas de tratamiento y control.**

Durante la construcción y operación del proyecto se generaran diferentes residuos tanto sólidos como líquidos, peligrosos y no peligrosos, entre los cuales podemos mencionar los siguientes:

**RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS DURANTE LA CONSTRUCCION (TABLA No.V.II.A.)**

Residuos Peligrosos	Tipo de contenedor	Cantidad generada / mes	Unidad
Basura contaminada con hidrocarburos (ropa, botas, guantes, estopa)	Tambor	5,000.00	Kg.
Lodos y escoria contaminada con aceite	Tambor	4,000.00	Kg.
Chatarra contaminada con aceite	Tambor	1,000.00	Kg.
Aceite lubricante usado	Tambor	4,000.00	Lts
Botes contaminados de pintura y grasa	Tambor	1,000.00	Kg.

**RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS DURANTE LA OPERACIÓN (TABLA No. V.II.B.)**

Residuos Peligrosos	Tipo de contenedor	Cantidad generada / mes	Unidad
Basura contaminada con hidrocarburos (ropa, botas, guantes)	Tambor	400.00	Kg.
Lodos y escoria contaminada con aceite	Tambor	600.00	Kg.
Chatarra contaminada con aceite	Tambor	200.00	Kg.
Aceite lubricante usado	Tambor	600.00	Lts
Botes contaminados de pintura y grasa	Tambor	200.00	Kg

**RESIDUOS SOLIDOS NO PELIGROSOS GENERADOS DURANTE LA CONSTRUCCION****(TABLA No. V.II.C.)**

<b>Residuo sólidos no peligrosos</b>	<b>Cantidad Kg./mes.</b>
Madera	1,500.00
Chatarra no contaminada	2,800.00
Basura (papel, plástico, envolturas, cartón)	1,000.00

**RESIDUOS SOLIDOS NO PELIGROSOS GENERADOS DURANTE LA OPERACION****(TABLA No. V.II.D.)**

<b>Residuo sólidos no peligrosos</b>	<b>Cantidad Kg./mes.</b>
Madera	200.00
Chatarra no contaminada	150.00
Basura (papel, plástico, envolturas, cartón)	300.00

**V.II.10.2 Factibilidad de reciclaje de los residuos generados durante la operación del ducto o proyecto.**

Como se puede observar en el rubro anterior, existen dos tipos de residuos generados durante las actividades de construcción y operación, los cuales se manejan de acuerdo al marco jurídico vigente en dicha materia, por ejemplo, la basura contaminada con hidrocarburos (ropa, botas, guantes) y aceite lubricante usado se reutilizarán como combustible alternativo en cementeras, para el caso de la escoria y chatarra contaminada con aceite, así como botes contaminados de pintura se mandarán a empresas fundidoras autorizadas por el INE para reobtener los metales, finalmente los lodos contaminados con aceite se mandarán a confinamientos controlados.

Con respecto a los residuos sólidos no peligrosos como la madera, se enviarán a empresas que los reutilicen como materias primas en sus procesos, la chatarra no contaminada se enviará a empresas fundidoras para reobtener los metales, finalmente la basura (papel, plástico, envolturas y cartón) se mandarán al basurero municipal correspondiente.

**V.II.10.3 Disposición final de los residuos, señalando volumen y composición.**

**DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS DURANTE LA CONSTRUCCION (TABLA No. V.II.E.)**

Residuos Peligrosos	Cantidad/mes	Unidad	Disposición Final
Basura contaminada con hidrocarburos (ropa, botas, guantes, estopa)	5,000.00	Kg	Combustible alternativo
Lodos y escoria contaminada con aceite	4,000.00	Kg	Confinamiento controlado y fundición
Chatarra contaminada con aceite	1,000.00	Kg	Fundición
Aceite lubricante usado	4,000.00	Lts	Combustible alternativo
Botes contaminados de pintura y grasa	1,000.00	Kg	Fundición

**DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS DURANTE LA OPERACIÓN (TABLA No. V.II.F.)**

Residuos Peligrosos	Cantidad / mes	Unidad	Disposición Final
Basura contaminada con hidrocarburos (ropa, botas, guantes)	400.00	Kg.	Combustible alternativo
Lodos y escoria contaminada con aceite	600.00	Kg.	Confinamiento controlado y fundición
Chatarra contaminada con aceite	200.00	Kg	Fundición
Aceite lubricante usado	600.00	Lts	Combustible alternativo
Botes contaminados de pintura y grasa	200.00	Kg	Fundición

**DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS NO PELIGROSOS GENERADOS DURANTE  
LA CONSTRUCCION (TABLA No. V.II.G.)**

<b>Residuo sólidos no peligrosos</b>	<b>Cantidad Kg./mes.</b>	<b>Disposición Final</b>
Madera	1,500.00	Maderera
Chatarra no contaminada	2,800.00	Fundidora
Basura (papel, plástico, envolturas, cartón)	1,000.00	Basurero municipal

**DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS NO PELIGROSOS GENERADOS DURANTE  
LA OPERACIÓN (TABLA No. V.II.H.)**

<b>Residuo sólidos no peligrosos</b>	<b>Cantidad Kg./mes.</b>	<b>Disposición Final</b>
Madera	200.00	Maderera
Chatarra no contaminada	150.00	Fundidora
Basura (papel, plástico, envolturas, cartón)	300.00	Basurero municipal

**CONCLUSIONES.**

## CONCLUSIONES.

El presente estudio de Riesgo en su modalidad Ductos Terrestres, concerniente a la reubicación de un tramo de 22 km del Oleoducto de 12" de diámetro de acuerdo a los requerimientos de SEMARNAT, se realizó con el propósito de identificar y evaluar el riesgo potencial que representan para el medio ambiente, el hombre y sus bienes, la construcción y operación del oleoducto de 12" de diámetro Cacalilao-Refinería Madero en su nuevo trazo y de sus obras complementarias, tales como cruces, aéreos, subfluviales, estaciones de calentamiento y el Gasoducto de 3" de diámetro para alimentar a dichas estaciones.

La metodología utilizada para el Análisis de Riesgo consiste básicamente en la elaboración y análisis de una Lista de Chequeo y el Análisis Consecuencial, éste último con base a modelaciones.

Se detectó que el crudo tipo Pánuco que transportará el Oleoducto de 12" de diámetro es bajo en su contenido de volátiles y de alta viscosidad, por lo que es necesario calentarlo hasta 90°C para poder conducirlo sin sufrir cambios.

Sin embargo, se identifican como probables sitios de fallas, las válvulas ubicadas a lo largo del Oleoducto ya sea por problemas en los empaques, por daño mecánico o físico provocado por problemas meteorológicos, tales como ciclones e inundaciones.

El alcance de los daños provocados por una fuga de crudo en los sitios antes mencionados, se traduce en la afectación de un área de 0.070 km<sup>2</sup> por los vapores de ácido sulfhídrico en el entorno del sitio de la fuga con dirección de los vientos dominantes, que en la zona del proyecto van hacia el Este, Ocasionando problemas en su caso en algunas zonas sub-urbanas.

Se identificó que el mayor riesgo probable está dado por la operación del Gasoducto de 3" de diámetro, en el caso remoto de una fuga y explosión del metano, en válvulas y bridas ubicadas en diferentes sitios a lo largo del mismo.

La afectación por explosividad de acuerdo al modelo utilizado demuestra que los probables daños estarán dados por las ondas expansivas siendo la de mayor seguridad la de 0.5 psi, que en base al daño máximo probable se da a un radio de 182.10 mts. del punto de la explosión. Afectando según el sitio del evento, vías de comunicación y zonas suburbanas de baja densidad de población.

Cabe indicar que la afectación potencial de los riesgos por fuga y explosión del gas y derrame del crudo, son minimizados con la aplicación de las Normas de Seguridad y Operación, así como con los Reglamentos y Procedimientos para: prevenir, mitigar, controlar y de atención que utiliza PEMEX en la construcción y operación de todas sus instalaciones y proyectos, mismos que se mencionan y describen para los ductos involucrados en este Estudio de Riesgo.

Finalmente, y en base a todo lo expuesto se puede concluir que el Oleoducto no representa un alto riesgo debido a las características fisicoquímicas del crudo que transporta. Resultando lo contrario con el Gasoducto ya que por el volumen de gas metano que se maneja, se rebasa la cantidad mínima de reporte de 500 kg. que establece el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas para Sustancias Explosivas e Inflamables publicado por SEMARNAT.

**RECOMENDACIONES.**

## **RECOMENDACIONES.**

I.- En los sitios donde estarán ubicadas las Estaciones de Calentamiento, se recomienda construir una barda perimetral con ladrillo y cemento de 3 mts. de altura para amortiguar los efectos de una probable fuga y explosión y así evitar daños al entorno.

II.- En las áreas destinadas para instalar válvulas y trampas de diablos, se sugiere también construir una barda perimetral con ladrillo y cemento de 3 mts. de altura o en su caso sembrar una barrera perimetral de árboles de altura media y follaje frondoso para amortiguar los efectos de una probable fuga y explosión y evitar daños al entorno.

III.- Se sugiere que el personal de PEMEX imparta pláticas periódicas, a los habitantes de las colonias por donde pasarán los ductos informarles, tipos de productos que conducen los ductos y las precauciones que deberán tener y que hacer en caso de una emergencia.

IV.- Se sugiere que PEMEX establezca y opere un programa de atención a la comunidad, en el cual se haga participe a los habitantes de las colonias por donde pasarán los ductos y a las autoridades tanto Estatales como Municipales para indicarles que hacer cada quien en caso de un accidente, así como realizar en forma periódica simulacros de fugas y derrames.

## **BIBLIOGRAFIA.**

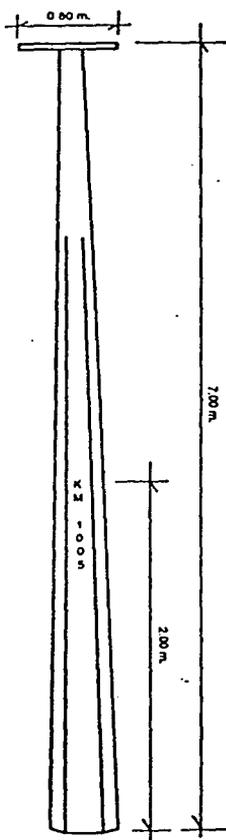
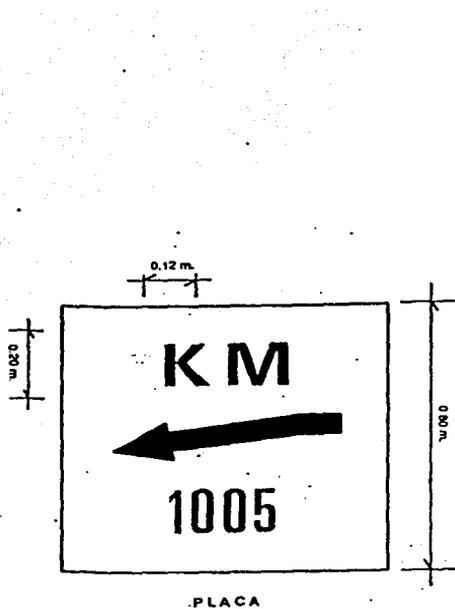
## **BIBLIOGRAFIA.**

- **MANUAL DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO. SEMARNAT. 1990 MÉXICO.**
- **TERREMOTOS. CONACYT-CFE-SEP. 1987 MÉXICO.**
- **DIAGNOSTICO DE LA REGION DEL PUERTO INDUSTRIAL DEL AREA DE TAMPICO. SEDUE.1980 MEXICO.**
- **REGION DE INFLUENCIA DE LOS DISTRITOS DE CONTROL DE LA CONTAMINACION EN LA DESEMBOCADURA DEL RIO PANUCO. SEDUE. 1985 MEXICO.**
- **TRAYECTORIO DE HURACANES. SERVICIO METEOROLOGICO MEXICANO. (1921-2000).**
- **LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE. SEMARNAP. EDICION 1996. MEXICO.**
- **MANUAL DE PROCEDIMIENTOS ADMINISTRATIVOS PARA LA AUTORIZACION DE PERMISOS PARA LA EJECUCION DE TRABAJOS CON RIESGO. PEMEX. 1992.**
- **ANUARIO ESTADISTICO DEL ESTADO DE VERACRUZ. INEGI. 1992. MEXICO.**
- **MANUAL DE REFERENCIA DE MODELOS ATMOSFERICOS PARA SIMULACION DE CONTAMINACION Y RIESGOS EN INDUSTRIAS SCRI. 1989. MEXICO.**
- **LUDWING, E. "APPLIED PROCESS DESIGN FOR CHEMICAL AND PETROCHEMICAL PLANTS VOL. I,II,III, ED. GULF PUBLISHING CO. 1965. HOUSTON, TEXAS.**
- **CRANE CO. FLOW OF FLUIDS THROUGH VALVES, FITTINGS, AND PIPE.**
- **PERRY AND CHILTON, CHEMICAL ENGINEERING 5 TH ED. MAC GRAW HILL.**

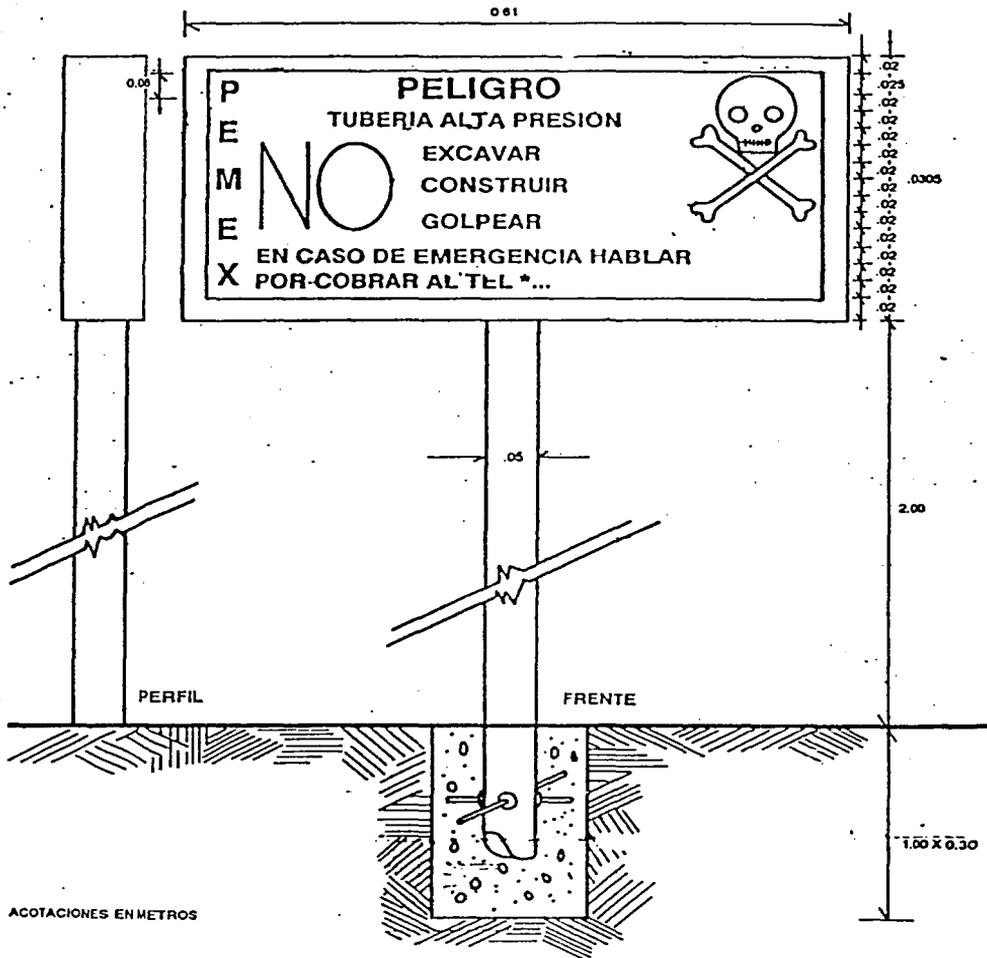
- **CARL R. BRANAN SOLUCIONES PRACTICAS PARA EL INGENIERO QUIMICO 2ª. EDICION MC. GRAW HILL. 2000.**
- **INSTITUTO DE INVESTIGACIONES JURIDICAS, PEMEX: AMBIENTE Y ENERGIA MEXICO, SERIE E, No.69, 1995.**
- **MANUAL DEL ING. QUIMICO, VALIENTE BANDERAS ANTONIO. LIMUSA, 1ª. EDICION, MEXICO 1993.**
- **GUIA NORTEAMERICANA DE RESPUESTA EN CASO DE EMERGENCIA. 1996. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.**

**ANEXOS.**

**ANEXO 1.**

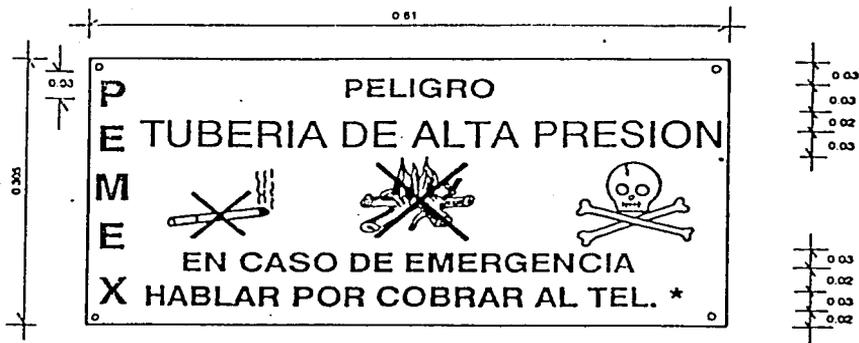


SEÑAL TIPO "T"



SEÑAL TIPO "IV"

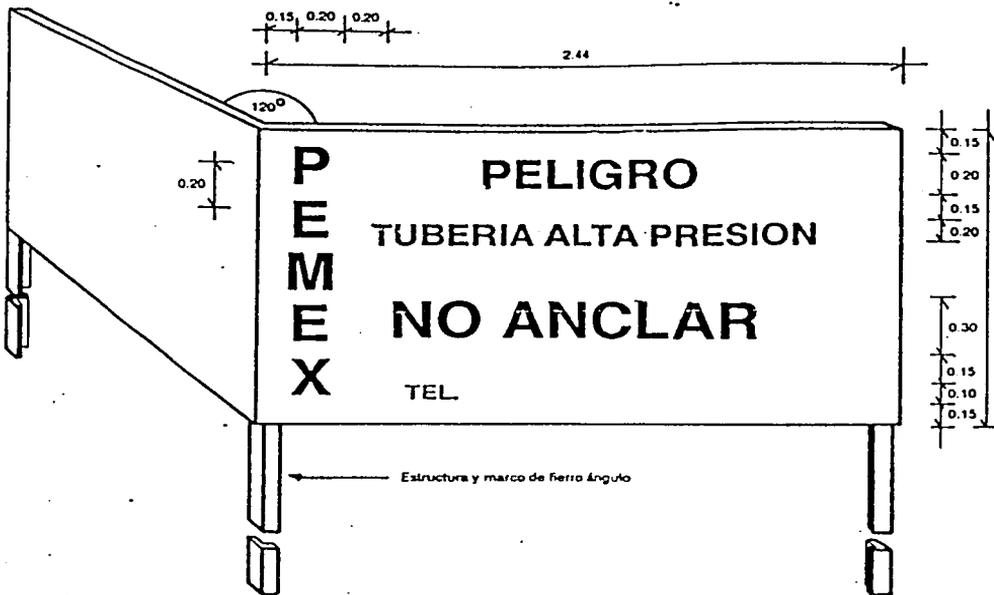
\*DEBE INDICARSE EL TELEFONO Y LA LOCALIDAD CORRESPONDIENTE



ACOTACIONES EN METROS

\* DEBE INDICARSE EL TELEFONO Y LA LOCALIDAD CORRESPONDIENTE.

SEÑAL TIPO "V"



**ESTE SEÑALAMIENTO DEBE ESTAR ILUMINADO  
DURANTE LA NOCHE EN LAS VIAS FLUVIALES QUE TENGAN  
NAVEGACION NOCTURNA.**

ACOTACIONES EN METROS

**\*DEBE INDICARSE EL TELEFONO Y LA LOCALIDAD CORRESPONDIENTE.**

SEÑAL TIPO "VI"

**PLANOS.**

**PLANO I.**

# OLEODUCTO CACALILAO - REFINERIA MADERO 12" Ø

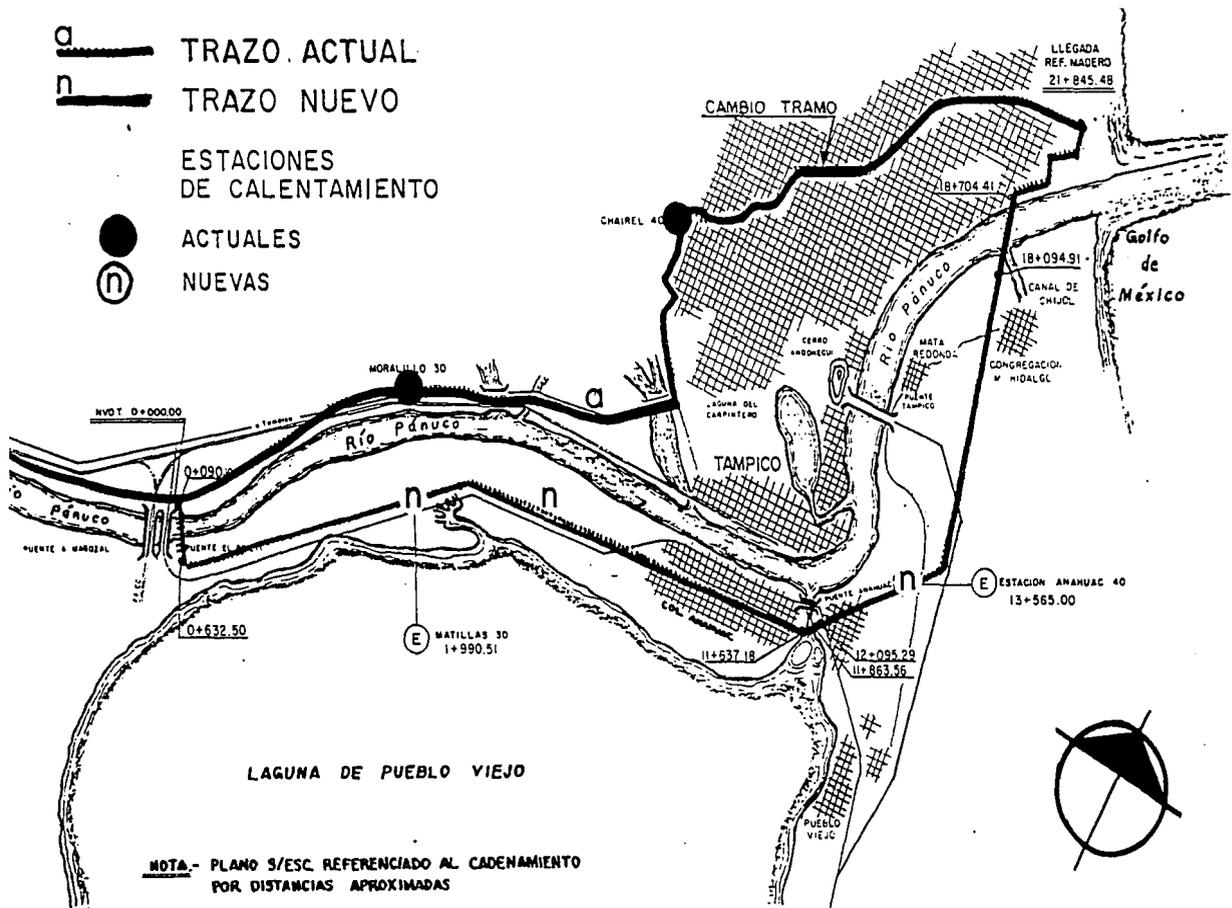
**a** ——— TRAZO ACTUAL

**n** ——— TRAZO NUEVO

ESTACIONES  
DE CALENTAMIENTO

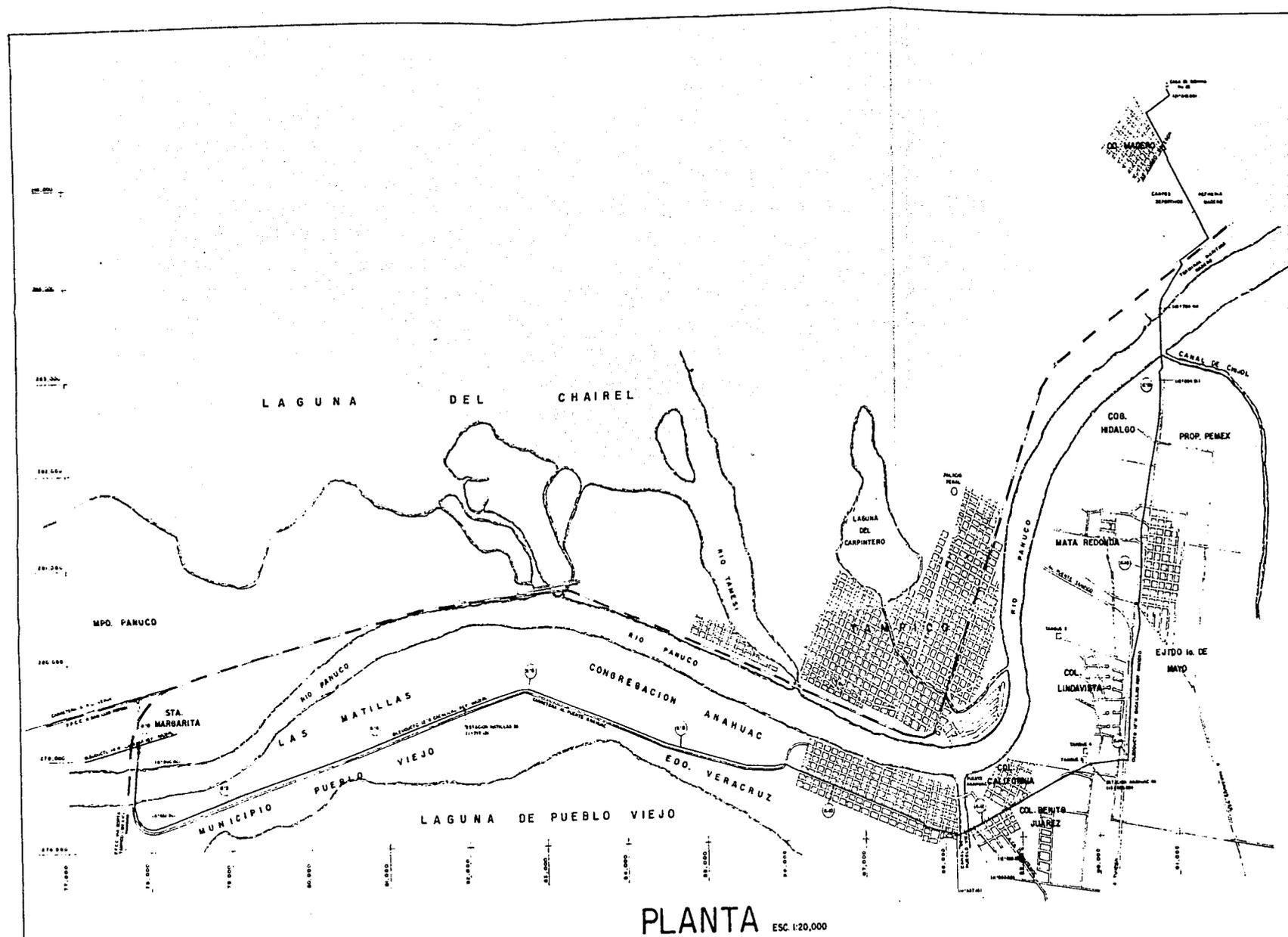
● ACTUALES

Ⓝ NUEVAS



NOTA.- PLANO 3/ESC. REFERENCIADO AL CADENAMIENTO  
POR DISTANCIAS APROXIMADAS

**PLANO II.**

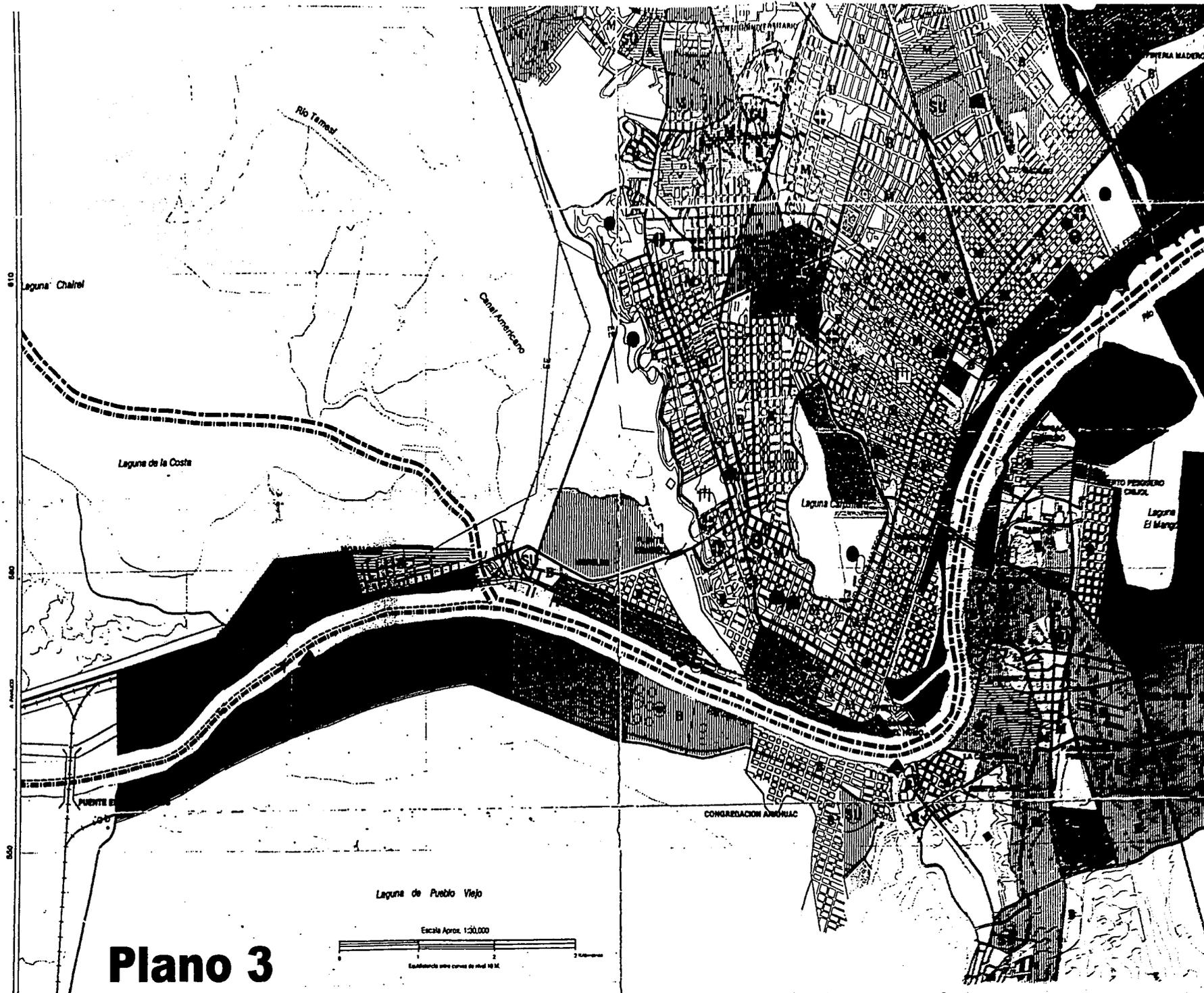


PLANTA ESC. 1:20,000

Plano 2

NUEVO TRAZO OLEODUCTO  
12° CACALILAO-REF. MADERO

**PLANO III.**

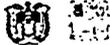


# Plano 3

Laguna de Pueblo Viejo

Escala Aprox. 1:30,000

Escalencia sobre curvas de nivel 10 M.



# GOBIERNO DE LOS ESTADOS DE TAMAULIPAS Y VERACRUZ

## H. AYUNTAMIENTOS DE

ALTAMIRA PANUCO  
MADERO PUEBLO VIEJO  
TAMPICO

### S I M B O L O G I A

#### USOS Y ZONIFICACION PRIMARIA

HABITACION	USOS INCOMPATIBLES Y COMPATIBLES									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Reservación de uso agrícola (uso rural)	P	C	C	C	I	C	I	C	I	I
Reservación de uso industrial (uso industrial)	P	C	I	P	I	C	I	C	I	I
INDUSTRIA PESADA	I	I	C	I	P	I	I	I	I	I
INDUSTRIA LIGERA	I	P	C	I	P	C	I	I	I	I
CENTRO URBANO	C	P	F	I	C	I	I	C	I	I
SUBCENTRO URBANO	C	P	F	C	I	C	I	I	I	I
CENTRO DE BARRIO	C	P	I	C	I	I	I	I	I	I
CONDICION URBANO	C	P	C	C	C	C	I	I	I	I
PRESERVACION ECOLOGICA	I	I	I	P	I	I	P	I	I	P

#### RESERVAS

PARA EL CRECIMIENTO URBANO

■ CORTO PLAZO ■ MEDIANO Y LARGO PLAZO

#### DESTINOS

DE INFRAESTRUCTURA	AL CANTARILLADO
VALLEJO PRIMARIA REGIONAL	AL CANTARILLADO
VALLEJO SECUNDARIA	AL CANTARILLADO
VIA FERREA	AL CANTARILLADO
AGUA POTABLE	COMUNICACION ESPECIAL
AGUA POTABLE	ZONA INDUSTRIAL
AGUA POTABLE	MARSA DE AGUA
ENERGIA ELECTRICA	ZONA SUJETA A INUNDACION
ENERGIA ELECTRICA	CORRIENTE PERMANENTE
ENERGIA ELECTRICA	CORRIENTE INTERMITENTE
DE EQUIPAMIENTO	RECREACION
PANUCO URBANO	UNIDAD DEPORTIVA
PANUCO NATURAL	RESERVO
VIVERO	SALUD
CEMENTERIO	ADMINISTRACION PUBLICA
TRANSPORTE	ABASTOS
TRANSPORTE	MERCADO
TRANSPORTE	RASTRO
TRANSPORTE	SEGURIDAD PUBLICA
EDUCACION	CULTURA

#### LIMITES

DEL CENTRO DE POBLACION
DE LA ZONA SUJETA A PLAN PARCIAL
DE ZONA FEDERAL
DE LA ZONA DE PATRIMONIO URBANO Y ARQUITECTONICO
DE LA ZONA REGIONAL
INTERNACIONAL
ESTATAL
MUNICIPAL

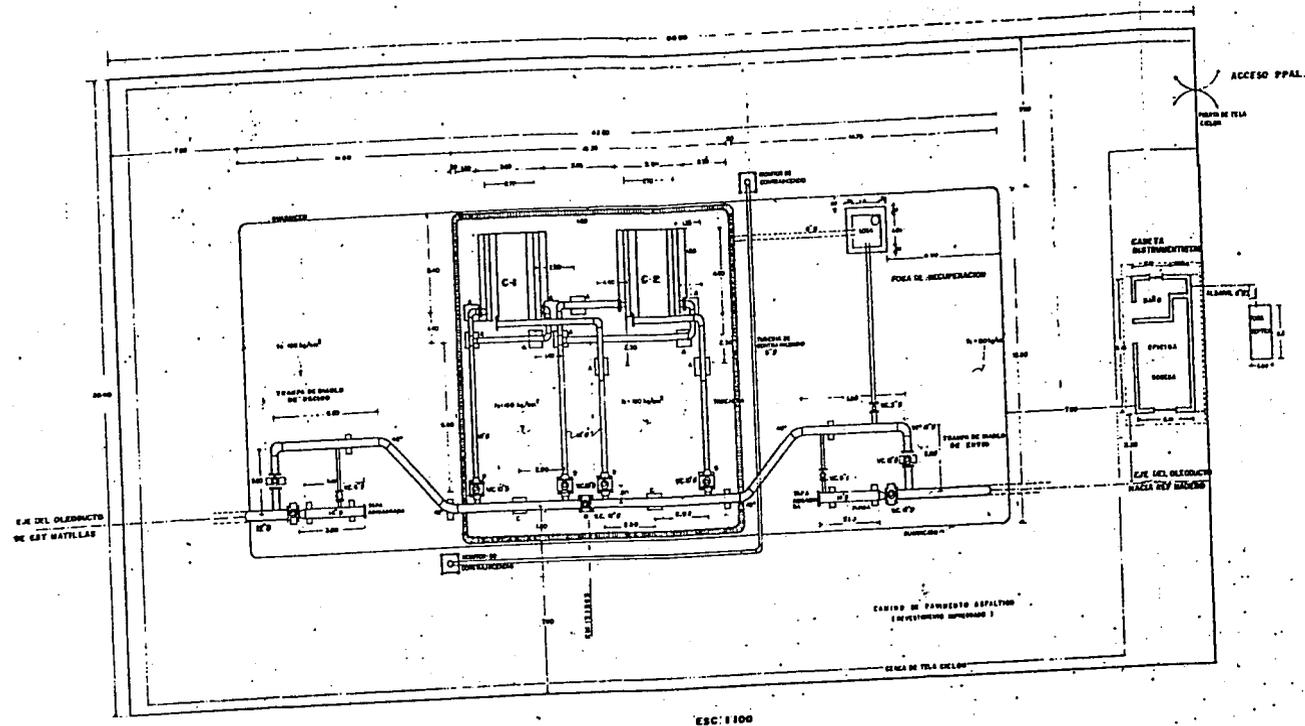
### AREA METROPOLITANA DE LA DESEMBOCADURA DEL RIO PANUCO

#### PLAN REGIONAL DE DESARROLLO URBANO

#### ESTRUCTURA URBANA ESTRATEGIA GENERAL

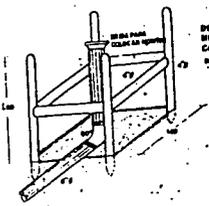
SUBSECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y CONSTRUCCION  
 DIRECCION GENERAL DE PLANEACION URBANA  
 Lic. C. Guadalupe de las Fuentes de  
 DR. ENRIQUE MARTINEZ Y MARCO ANTONIO TAMAULIPAS  
 TAMAULIPAS, PUEBLO VIEJO, VERACRUZ, 2014

**PLANO IV.**



ESC: 1/100

EJE DEL OBLONGADO DE EST BASTILLAS



DETALLE  
HORN 1000 DE  
CONCRETO ARMADO  
20x20

PLAZA DE TUBOS DE 100  
LUNOS DE 10x10x10

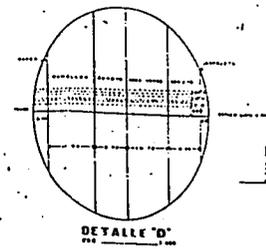
AREA DONDE SE LOCALIZA  
LA ESTE DE CALENTAMIENTO  
ANALOGIC VER  
ESC: 1/100

# Plano 4

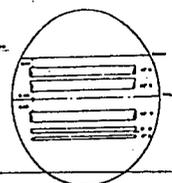
<b>PETROLEOS MEX</b>	
INGENIERIA Y CONSTRUCCION	
DISEÑO CALORIFICO	
PLANO GENERAL DE INSTALACIONES DE CALENTAMIENTO EN ANAGAC VER.	
Conforme:	MR. ENRIQUE CASTAÑEDA J.
Aprobado:	MR. ENRIQUE CASTAÑEDA J.
Fecha:	



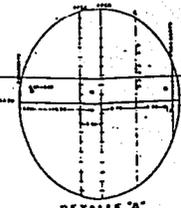
PLANO UBICACION ESC. 1:25 000



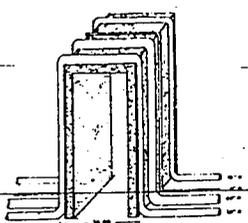
DETALLE "D"



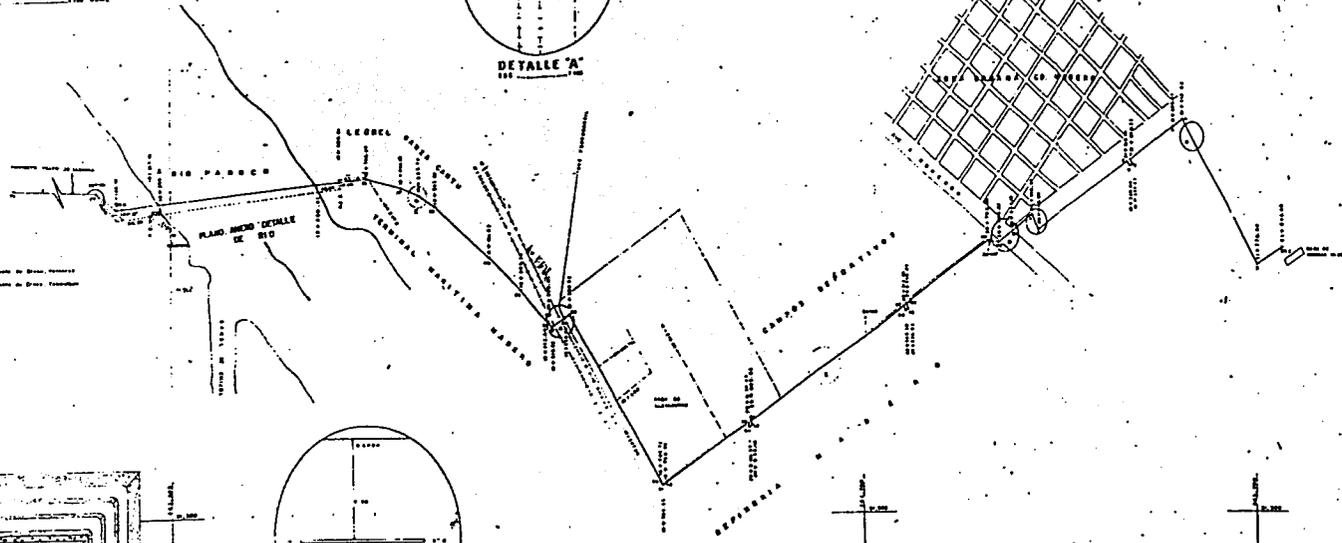
DETALLE "C"



DETALLE "A"



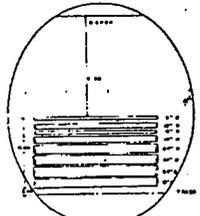
CORTE DETALLE "A"



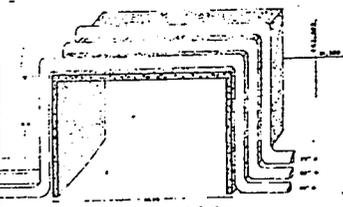
PLANTA

CUADRO DE CONSTRUCCION

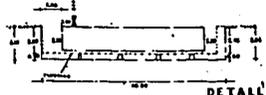
EX	LADO	RUMBO	EXTENS.	ESPER. EXIST.
1	1	0 00' 00" N	100.00	100.00
2	2	90 00' 00" E	100.00	100.00
3	3	0 00' 00" S	100.00	100.00
4	4	270 00' 00" W	100.00	100.00
5	5	0 00' 00" N	100.00	100.00
6	6	90 00' 00" E	100.00	100.00
7	7	0 00' 00" S	100.00	100.00
8	8	270 00' 00" W	100.00	100.00
9	9	0 00' 00" N	100.00	100.00
10	10	90 00' 00" E	100.00	100.00
11	11	0 00' 00" S	100.00	100.00
12	12	270 00' 00" W	100.00	100.00
13	13	0 00' 00" N	100.00	100.00
14	14	90 00' 00" E	100.00	100.00
15	15	0 00' 00" S	100.00	100.00
16	16	270 00' 00" W	100.00	100.00
17	17	0 00' 00" N	100.00	100.00
18	18	90 00' 00" E	100.00	100.00
19	19	0 00' 00" S	100.00	100.00
20	20	270 00' 00" W	100.00	100.00
21	21	0 00' 00" N	100.00	100.00
22	22	90 00' 00" E	100.00	100.00
23	23	0 00' 00" S	100.00	100.00
24	24	270 00' 00" W	100.00	100.00
25	25	0 00' 00" N	100.00	100.00
26	26	90 00' 00" E	100.00	100.00
27	27	0 00' 00" S	100.00	100.00
28	28	270 00' 00" W	100.00	100.00
29	29	0 00' 00" N	100.00	100.00
30	30	90 00' 00" E	100.00	100.00
31	31	0 00' 00" S	100.00	100.00
32	32	270 00' 00" W	100.00	100.00
33	33	0 00' 00" N	100.00	100.00
34	34	90 00' 00" E	100.00	100.00
35	35	0 00' 00" S	100.00	100.00
36	36	270 00' 00" W	100.00	100.00
37	37	0 00' 00" N	100.00	100.00
38	38	90 00' 00" E	100.00	100.00
39	39	0 00' 00" S	100.00	100.00
40	40	270 00' 00" W	100.00	100.00
41	41	0 00' 00" N	100.00	100.00
42	42	90 00' 00" E	100.00	100.00
43	43	0 00' 00" S	100.00	100.00
44	44	270 00' 00" W	100.00	100.00
45	45	0 00' 00" N	100.00	100.00
46	46	90 00' 00" E	100.00	100.00
47	47	0 00' 00" S	100.00	100.00
48	48	270 00' 00" W	100.00	100.00
49	49	0 00' 00" N	100.00	100.00
50	50	90 00' 00" E	100.00	100.00
51	51	0 00' 00" S	100.00	100.00
52	52	270 00' 00" W	100.00	100.00
53	53	0 00' 00" N	100.00	100.00
54	54	90 00' 00" E	100.00	100.00
55	55	0 00' 00" S	100.00	100.00
56	56	270 00' 00" W	100.00	100.00
57	57	0 00' 00" N	100.00	100.00
58	58	90 00' 00" E	100.00	100.00
59	59	0 00' 00" S	100.00	100.00
60	60	270 00' 00" W	100.00	100.00
61	61	0 00' 00" N	100.00	100.00
62	62	90 00' 00" E	100.00	100.00
63	63	0 00' 00" S	100.00	100.00
64	64	270 00' 00" W	100.00	100.00
65	65	0 00' 00" N	100.00	100.00
66	66	90 00' 00" E	100.00	100.00
67	67	0 00' 00" S	100.00	100.00
68	68	270 00' 00" W	100.00	100.00
69	69	0 00' 00" N	100.00	100.00
70	70	90 00' 00" E	100.00	100.00
71	71	0 00' 00" S	100.00	100.00
72	72	270 00' 00" W	100.00	100.00
73	73	0 00' 00" N	100.00	100.00
74	74	90 00' 00" E	100.00	100.00
75	75	0 00' 00" S	100.00	100.00
76	76	270 00' 00" W	100.00	100.00
77	77	0 00' 00" N	100.00	100.00
78	78	90 00' 00" E	100.00	100.00
79	79	0 00' 00" S	100.00	100.00
80	80	270 00' 00" W	100.00	100.00
81	81	0 00' 00" N	100.00	100.00
82	82	90 00' 00" E	100.00	100.00
83	83	0 00' 00" S	100.00	100.00
84	84	270 00' 00" W	100.00	100.00
85	85	0 00' 00" N	100.00	100.00
86	86	90 00' 00" E	100.00	100.00
87	87	0 00' 00" S	100.00	100.00
88	88	270 00' 00" W	100.00	100.00
89	89	0 00' 00" N	100.00	100.00
90	90	90 00' 00" E	100.00	100.00
91	91	0 00' 00" S	100.00	100.00
92	92	270 00' 00" W	100.00	100.00
93	93	0 00' 00" N	100.00	100.00
94	94	90 00' 00" E	100.00	100.00
95	95	0 00' 00" S	100.00	100.00
96	96	270 00' 00" W	100.00	100.00
97	97	0 00' 00" N	100.00	100.00
98	98	90 00' 00" E	100.00	100.00
99	99	0 00' 00" S	100.00	100.00
100	100	270 00' 00" W	100.00	100.00



DETALLE "E"



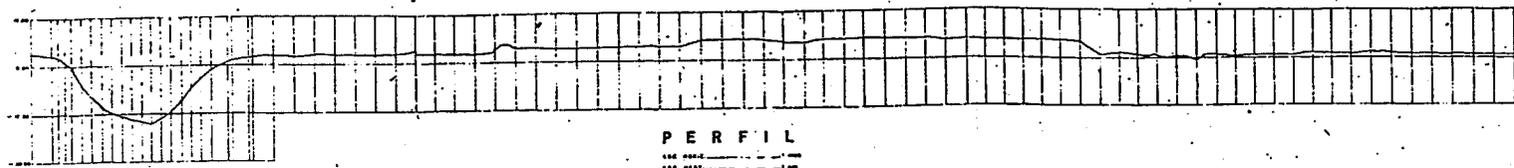
CORTE DETALLE "H"



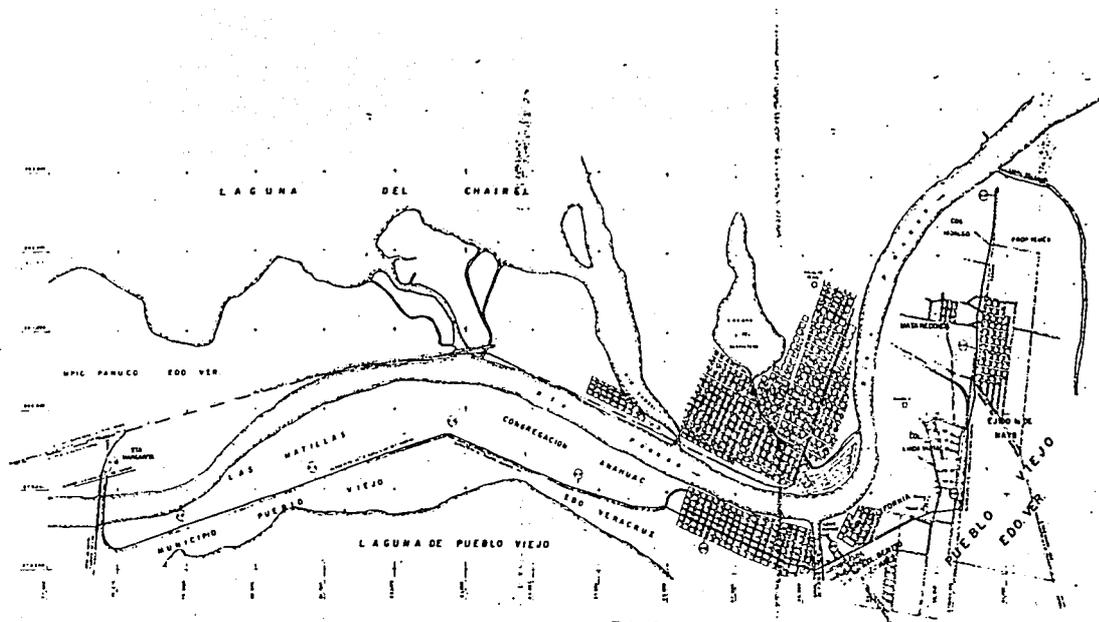
DETALLE "D"



DETALLE A-B

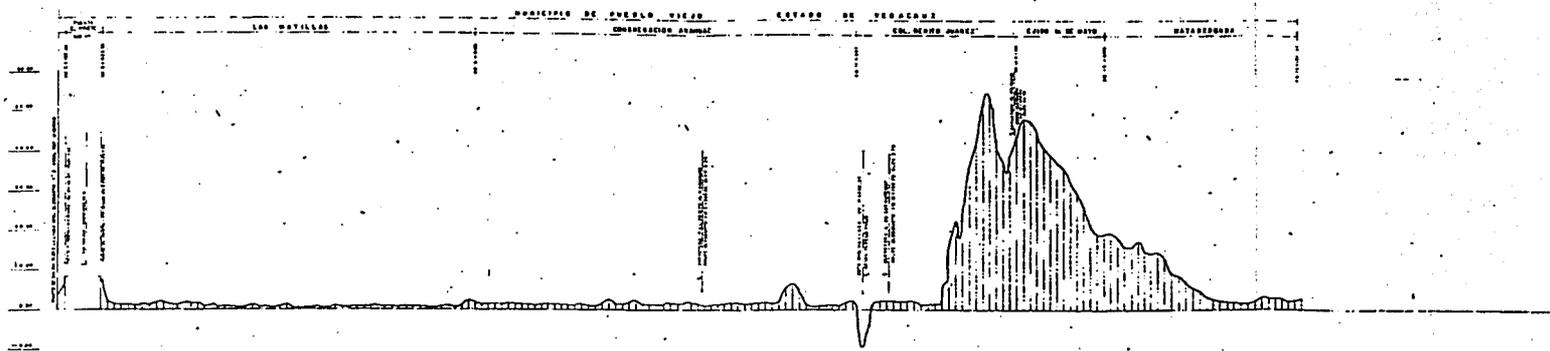


PERFIL



**PLANTA**

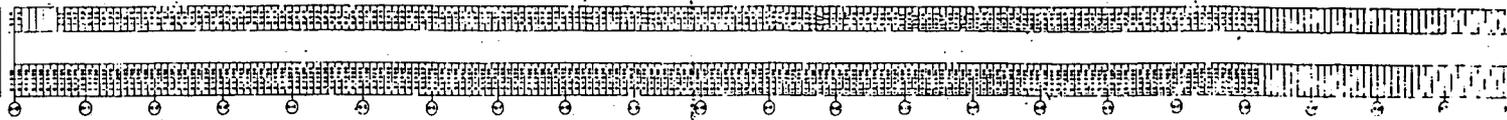
ESCALA 1:20,000



**PERFIL**

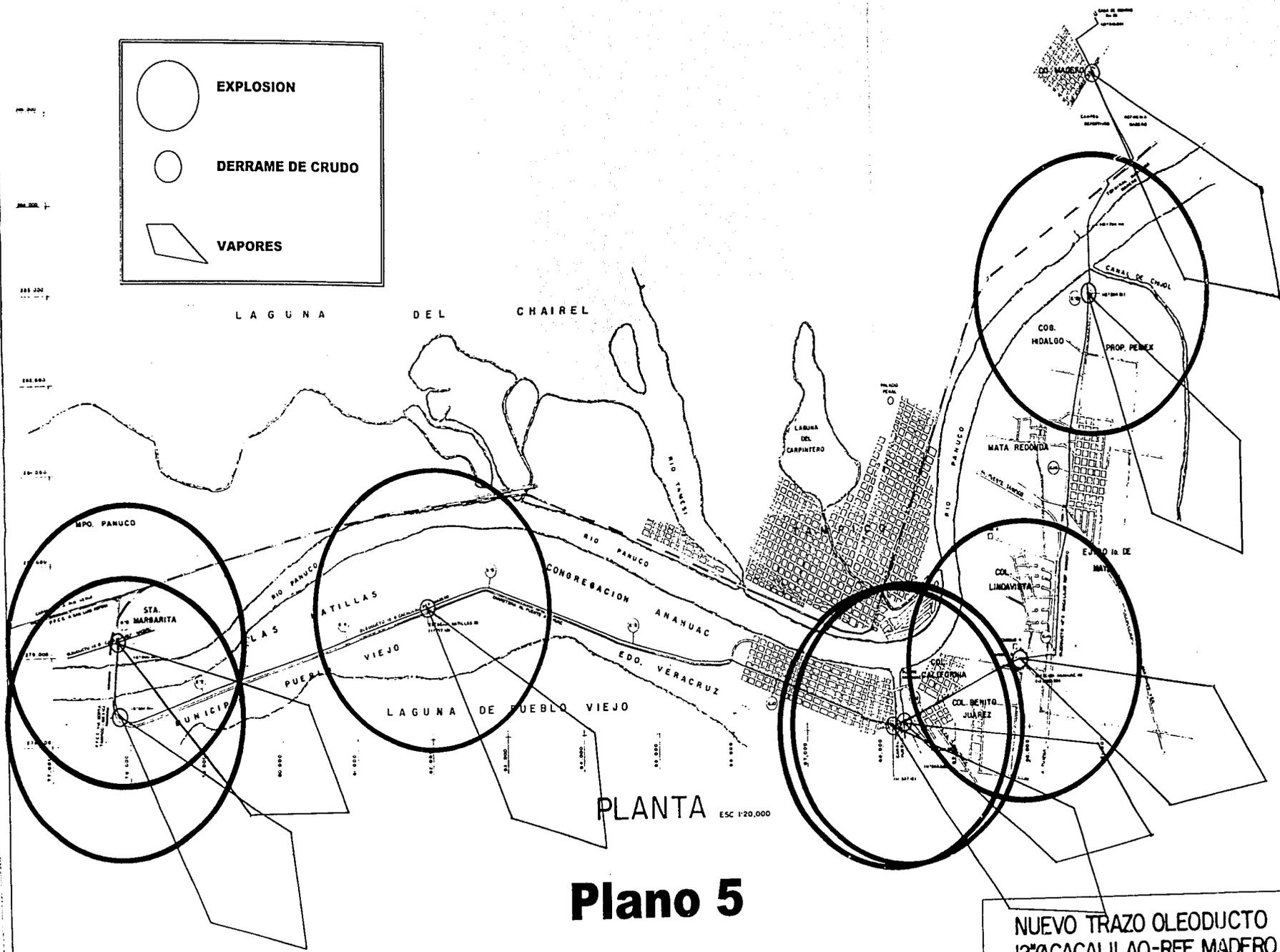
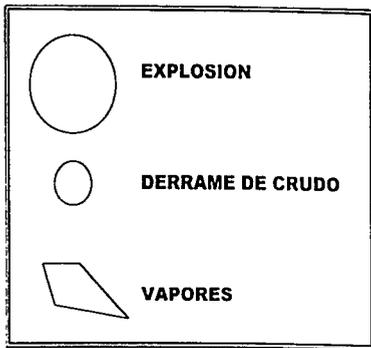
ESCALA HORIZONTAL 1:20,000  
VERTICAL 1:400

COTAS	
TRAZO	
CADENA DE	



PETROLEOS MEXICANOS  
 INSTITUTO MEXICANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS  
 SERVICIO NACIONAL DE INVESTIGACIONES GEOLÓGICAS Y MINERARIAS  
 INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSO  
 INSTITUTO NACIONAL DE GEOMÁTICA Y CARTOGRAFÍA  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y ENGENNERÍA DE MATERIALES  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y ENGENNERÍA DE SISTEMAS DE TRANSPORTACIÓN  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y ENGENNERÍA DE SISTEMAS DE ENERGÍA  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y ENGENNERÍA DE SISTEMAS DE AGUAS  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y ENGENNERÍA DE SISTEMAS DE AMBIENTE URBANO  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y ENGENNERÍA DE SISTEMAS DE SEGURIDAD  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y ENGENNERÍA DE SISTEMAS DE SALUD  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y ENGENNERÍA DE SISTEMAS DE CULTURA Y RECREACIÓN  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y ENGENNERÍA DE SISTEMAS DE COMUNICACIÓN  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y ENGENNERÍA DE SISTEMAS DE DEFENSA  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y ENGENNERÍA DE SISTEMAS DE AERONÁUTICA Y ESPACIO  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y ENGENNERÍA DE SISTEMAS DE AGRICULTURA Y GANADERÍA  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y ENGENNERÍA DE SISTEMAS DE PESQUERÍA  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y ENGENNERÍA DE SISTEMAS DE SILVICULTURA  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y ENGENNERÍA DE SISTEMAS DE GANADERÍA  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y ENGENNERÍA DE SISTEMAS DE AGROPECUARIO  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y ENGENNERÍA DE SISTEMAS DE INDUSTRIAS  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y ENGENNERÍA DE SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y ENGENNERÍA DE SISTEMAS DE OBRAS PÚBLICAS  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y ENGENNERÍA DE SISTEMAS DE TRANSPORTACIÓN  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y ENGENNERÍA DE SISTEMAS DE ENERGÍA  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y ENGENNERÍA DE SISTEMAS DE AGUAS  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y ENGENNERÍA DE SISTEMAS DE AMBIENTE URBANO  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y ENGENNERÍA DE SISTEMAS DE SEGURIDAD  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y ENGENNERÍA DE SISTEMAS DE SALUD  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y ENGENNERÍA DE SISTEMAS DE CULTURA Y RECREACIÓN  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y ENGENNERÍA DE SISTEMAS DE COMUNICACIÓN  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y ENGENNERÍA DE SISTEMAS DE DEFENSA  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y ENGENNERÍA DE SISTEMAS DE AERONÁUTICA Y ESPACIO  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y ENGENNERÍA DE SISTEMAS DE AGRICULTURA Y GANADERÍA  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y ENGENNERÍA DE SISTEMAS DE PESQUERÍA  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y ENGENNERÍA DE SISTEMAS DE SILVICULTURA  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y ENGENNERÍA DE SISTEMAS DE GANADERÍA  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y ENGENNERÍA DE SISTEMAS DE AGROPECUARIO  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y ENGENNERÍA DE SISTEMAS DE INDUSTRIAS  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y ENGENNERÍA DE SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y ENGENNERÍA DE SISTEMAS DE OBRAS PÚBLICAS

**PLANO V.**



PLANTA ESC 1:20,000

# Plano 5

NUEVO TRAZO OLEODUCTO  
12" Ø CACALILAO-REF. MADERO