



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES**

ACATLAN

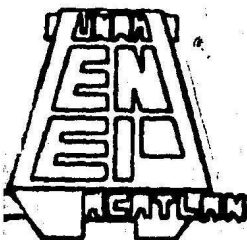
**PROCESO CONSTRUCTIVO DEL GASODUCTO
QUE VA DE CD. MADERO, TAMAULIPAS A
PLANTA CULEBRA, NUEVO LEON**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

**I N G E N I E R O C I V I L
P R E S E N T A :**

RAUL REZA NAVARRETE



MEXICO D. F.

1984



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.

I N D I C E

Introducción.	1
Objetivo.	3
1.- Descripción del Proyecto.	4
2.- Localización.	11
2.1.- Características Topográficas y Tipo de vegetación.	13
2.2.- Datos Generales del Estado de Tamaulipas.	18
2.3.- Estudio Geológico.	21
2.4.- Caminos de Acceso.	32
3.- Programa de Obra.	37
4.- Fases de Construcción.	42
4.1.- Derecho de Vía.	43
4.1.1.- Trazo y Nivelación.	45
4.1.2.- Desmonte.	47
4.1.3.- Despalmes y Cortes.	48
4.1.4.- Conformación del Derecho de Vía.	51
4.1.5.- Mantenimiento del Derecho de Vía.	52
4.2.- Excavación de Zanja.	54
4.3.- Acarreo y Tendido de Tubería.	62
4.4.- Doblado, Alineado y Soldado.	66
4.4.1.- Reparaciones y Empates.	81
4.4.2.- Planta de Doble-Junta.	83
4.5.- Protección Mecánica y Parcheo.	88
4.6.- Bajado y Tapado.	93
4.7.- Prueba Hidrostática.	96
5.- Obras Especiales.	103
5.1.- Válvulas de Seccionamiento.	103
5.2.- Trampas de Diablos.	104
5.3.- Cruzamiento de Arroyos y Caminos de 2° y 3er. Orden.	106
5.4.- Cruzamiento de Carreteras y Vías de FF.CC.	116
Conclusiones.	117

INTRODUCCION

Este trabajo se ha realizado con el fin de dar a conocer todas y cada una de las actividades constructivas a realizar en la construcción de un gasoducto, además considero que la ejecución del proyecto del Troncal Sistema Nacional de Gas (T.S.N.G.) tiene gran relevancia dentro de la construcción en México, ya que es la primera vez que se construye en el país un gasoducto de 48 - pulgadas de diámetro y 1,200 Kms. de longitud.

En esta tesis se estudia la ejecución del tramo norte del T.S.N.G. (400 kms.) y se considera representativo de la construcción de todo el ducto, ya que las actividades realizadas en los demás tramos son semejantes.

Originalmente el proyecto del T.S.N.G. señalaba que el tramo norte se iniciaba en Cd. Madero, Tamaulipas para terminar en Planta Culebra, Nuevo León pero ya en la construcción PEMEX decidió (más por cuestiones políticas que técnicas) que el tramo concluyera su recorrido en la estación de recompresión de los Ramones, Nuevo León; es por ésto que el título de la tesis corresponde al proyecto original y en el desarrollo de ésta se habla de la localización del ducto ya con la modificación mencionada.

En este trabajo primeramente se da un panorama general del proyecto del T.S.N.G. desde sus causas de origen hasta su formulación definitiva; posteriormente se estudian las actividades constructivas del gasoducto planteando sus características mas importantes y de manera general, ya que cada fase de construcción podría ser tema de una tesis completa.

Este trabajo va dirigido a compañeros de la carrera de Ingeniería Civil que se interesen en el tema y puedan tener acceso a la información -- que requiera, ya que existe muy poca literatura -- relativa a esta tesis.

OBJETIVO :

Dar a conocer a detalle el proceso constructivo de un gasoducto, analizando todas y cada una de sus fases de construcción.

DESCRIPCION DEL PROYECTO

En base a estudios exhaustivos se ha logrado comprobar la existencia de grandes yacimientos petrolíferos en el subsuelo mexicano, lo cual ha dado como resultado la necesidad de llevar a cabo una política de desarrollo para un mejor aprovechamiento de nuestros recursos petroleros.

Uno de los principales energéticos que se obtienen en la explotación de petróleo, es el gas natural, de este elemento se tiene una producción aproximada de 1200 pies cúbicos por cada barril de petróleo producido. (214 metros cúbicos por cada metro cúbico de crudo).

La tabla siguiente muestra la producción de gas en los últimos años:

Tabla 1.1 Producción de gas natural en millones de pies cúbicos por día.

Año	Producción de Gas (considerando reservas probadas)	Producción de Gas (considerando reservas probadas)
1976	2,109	2,109
1977	2,243	2,243
1978	2,313	3,427
1979	2,372	4,123
1980	2,314	4,694
1981	2,204	5,141
1982	2,003	5,399

En los datos anteriores se puede observar la alta productividad de gas natural de nuestros yacimientos.

La interrogante que se presentaba era ¿Qué hacer con los excedentes de gas tan grandes que se estaban obteniendo?. Haciendo un análisis de la situación se plantearon las siguientes alternativas:

- Quemar los excedentes a la atmósfera
- Reinyectar el gas a los yacimientos
- Reducir la producción de crudo ajustándola a -- las necesidades del país.
- Programar una explotación racional que pudiera satisfacer las necesidades energéticas en las ciudades industriales exportando los excedentes de gas natural.

Estudiando las alternativas planteadas, resultó que de programar la explotación y exportar los excedentes era el camino mas viable a seguir; para esto se requería un medio que ligara los campos de producción de energéticos con los centros industriales del país y por otro lado facilitará la exportación; se pensó en los diferentes recursos de transporte como lo son barcos, pipas (remolcadas por trenes o camiones) y ductos, para lograr los objetivos citados.

El análisis hecho con barcos y pipas fue -- muy parecido dando como resultado que se requería de una gran cantidad de unidades para poder transportar la producción de gas esperada, lo que implicaba una alta inversión en compra y mantenimiento de equipo.

En cambio el análisis hecho con los ductos arrojó resultados bastante positivos y significativos, como lo muestran las siguientes consideraciones:

a) Ventajas

En la economía del país, la construcción de un gasoducto de diámetro y longitud adecuada, permitiría lo siguiente:

- Crear la infraestructura para continuar con el gran desarrollo petrolero requerido en el país.
- Desarrollar los campos de petróleo crudo del -- Sureste que son los mas productivos.
- Abastecer de gas natural a todas las ciudades - industriales que lo requieran.
- Interconectar los ductos existentes consolidando una gran red nacional de distribución.
- Dar lugar a la creación de nuevos polos indus-- triales en los lugares aledaños al gasoducto.
- Evitar la quema de gas a la atmósfera, convir-- tiéndolo de material de deshecho a recurso apro-- fechable.
- La creación de 24,000 a 35,000 empleos durante la construcción de la obra.
- Facilitar la exportación, por su proximidad con los Estados Unidos que es uno de los principa-- les compradores de gas natural; dicha exporta-- ción aportaría aproximadamente 44,000 millones de pesos al año.
- Mejoraría la economía nacional ya que esta obra reeditaría beneficios anuales de aproximadamen-- te 100,000 millones de pesos.

b) Costo

El costo aproximado del gasoducto, se estima que sería de 23,000 millones de pesos (1,000.00 millones de dólares en 1976) costo que resulta relativamente bajo comparado con el del oleoducto - construido en Alaska (con dimensiones muy similares al requerido en este país) para mover crudo - de la Bahía de Prudhoe hasta Valdez, que se cotizó en 9,000.00 millones de dólares, o el gasoducto proyectado para llevar gas de Alaska y Canadá a los Estados Unidos (en cantidades semejantes a las proyectadas en México) valuado en 14,000.00 - millones de dólares.

Como se puede observar es de notarse los -- ductos mencionados son 9 y 14 veces mas costosos respectivamente, que el gasoducto proyectado por PEMEX.

c) Rentabilidad

En cuanto a rentabilidad, si se dedicara a pago, el ingreso por concepto de exportación de - gas natural; el troncal quedaría pagado en menos de 200 días, ya que se había calculado (con la -- línea a toda su capacidad) un ingreso diario de - 5.2 millones de dólares que multiplicado por 200 días nos daría un total de 1,040 millones de dóla res, cantidad que cubriría el costo total de la - obra, y de ahí en adelante sería ingreso adicio-- nal casi neto para México, mejorando su posición económica.

Todos los factores aquí mencionados se consolidaron como razones de gran peso para tomar la decisión de construir el gran ducto, que posterior mente fue denominado Troncal Sistema Nacional de

Gas (T.S.N.G.).

En 1977 se esperaba una producción de aproximadamente de 2,000.00 millones de pies cúbicos por día y el costo de gas de exportación puesto en frontera era de 2.61 dólares cada 1,000.00 -- pies cúbicos lo que equivale a 5.2 millones de dólares por día.

El paso siguiente era el diseño del gasoducto, el cual se hizo en base a estudios de mecánica de fluidos y evaluaciones económicas, que determinaron un diámetro de 48" para la línea.

Dicho en pocas palabras lo que se requería era construcción de un gasoducto de diámetro y -- longitud excepcionales que lograra integrar las líneas de conducción existentes, conectando así -- todos los campos productores de gas natural conocidos de la región del Golfo de México, lo que daría lugar a un abastecimiento suficiente de este recurso para todas las ciudades industriales del país, además de que dicha obra facilitaría las -- operaciones de exportación de los volúmenes excedentes.

Se prosiguió a estudiar las alternativas de trazo, en un principio se tenía la disyuntiva de construir la línea por mar o por tierra, pero varios factores influyeron para optar por la construcción en tierra; era inobjetable el hecho de -- que tender la línea por mar requería del uso de -- barcos extranjeros especializados en la materia, -- lo que implicaba una disminución en la utilización de mano de obra mexicana, además al tender -- por mar se tendría que instalar una plataforma -- por cada estación de compresión proyectada (se tenían proyectadas 18 estaciones a lo largo del --

troncal), lo que daría como consecuencia un incremento apreciable en el costo total de la obra.

Las consideraciones citadas hicieron ver la conveniencia social y económica de realizar la -- construcción del T.S.N.G. por tierra.

Ya definido el medio en que se construiría, el paso siguiente era definir la ruta a seguir -- por el T.S.N.G. que es lo que se conoce como Proyecto Definitivo. El cual determinó la posición exacta de la línea, misma que se describe a continuación.

El T.S.N.G. parte del complejo petroquímico de Cactus, Chis. llegando a la población de Cárdenas, Tab. en seguida se tiene el tramo costero -- del Estado de Veracruz, pasando por las ciudades de Coatzacoalcos, Minatitlán, Veracruz, Tuxpan y Mata Redonda, siguiendo su recorrido por Tampico, Cd. Madero y Soto La Marina hasta llegar a San -- Fernando en el estado de Tamaulipas; San Fdo. Tamaulipas. El T.S.N.G. se divide en dos ramales -- uno que termina en los Ramones Nvo. León, y otro que va hacia Reynosa, Tamps. de donde se pretende exportar el gas a la Unión Americana (este último aún no se construye).

La figura 1.2. muestra el recorrido del -- T.S.N.G.

La longitud total del T.S.N.G. en números -- redondos es de 1,300 Km. repartidos en sus diámetros de la siguiente manera:

- 1,200 Km. serán con tubería de 48" de diámetro.
- 100 Km. serán con tubería de 42" de diámetro.

Para llevar a cabo la obra, PEMEX asignó la Construcción del T.S.N.G. a compañías constructoras de la forma siguiente:

ZONA	COMPANÍA	CADENAMIENTO	KMS. X COMPANÍA
Sur	Protexa	0+000-388+869	388.869
Centro	Omecca	388+869-508+417	119.548
Centro	Lipsa	508+417-629+752	121.335
Centro	Cusa	629+752-729+000	99.248
Centro	Cupsa	729+000-821+474	92.474
Norte	Ica	821+474-1221+474	400.000

2.- Localización :

El tramo de línea correspondiente a la zona norte del T.S.N.G. que inicia su recorrido en el kilómetro 821+474 (Sobre la Ribera Norte del Río Barberena) siguiendo su trayecto hacia el norte - pasando por las cercanías de las poblaciones de - La Morena, San Rafael, Encarnación, San José, El Trece, Saladito, Soto la Marina, El Sauz, Temaz-- cal hasta llegar a San Fernando en donde la línea se bifurca con un ramal de 42"Ø que se dirige a - la estación de medición "Los Ramones" donde con-- cluye el T.S.N.G. el otro ramal estaba considera-- do con una dimensión de 42"Ø y se pretendía que llegara hasta la ciudad de Reynosa, Tamaulipas; - pero finalmente se optó por construir una línea - de 36"Ø que parte de la estación de regulación y medición de los "Ramones" hacia Reynosa, esta lí-- nea transportará gas destinado a exportación.

De la misma estación de los "Ramones" parti-- rá un gasoducto de 36"Ø con dirección a la esta-- ción de regulación y medición de Escobedo, Nuevo León, que conectado con las líneas existentes po-- drá abastecer del energético requerido por los -- centros industriales de Monterrey, Monclova, Sal-- tillo y Torreón, entre otros.

El gasoducto T.S.N.G. con su trayectoria -- bordeando el litoral norte del Golfo de México, - atraviesa los siguientes Ríos cuyos cadenamientos se indican a continuación :

1.- Río Barberena	Km 821+515
2.- Río Tigre	Km 843+500
3.- Río Carrizal	Km 864+930
4.- Río Chaquita	Km 876+100
5.- Río San Rafael	Km 880+749
6.- Río Las Palmas	Km 937+531
7.- Río Chorreras	Km 949+394
8.- Río Soto la Marina	Km 950+479
9.- Río San Fernando	Km 1074+000

La figura 2.1 muestra la localización de la línea, así como los cruzamientos de los principales --
Ríos.

2.1 CARACTERISTICAS TOPOGRAFICAS Y TIPO DE VEGETACION.

El trazo definitivo desde el río Barberena hasta la estación de medición y regulación de los "Ramones" presenta las siguientes características generales:

CADENAMIENTO

CARACTERISTICAS

- del 831 al 834-.-.-.-.- Terreno plano integrado -
principal por pastizales.
- del 834 al 840-.-.-.-.-Area con vegetación carac-
terística de las zonas cálidas clasificadas como --
Monte Bajo, terreno básicamente plano con lomerío --
suave.
- del 840 al 843-.-.-.-.-Terreno plano con pastiza-
les hasta la margen dere-
cha del río "Tigre", el --
cual cuenta con escurri- -
miento permanente (este --
río tiene 200 m. de ancho
y 4 m de profundidad.
- del 843 al 849-.-.-.-.-Terreno plano con vegeta-
ción clasificada como Mon-
te Bajo.
- del 849 al 856-.-.-.-.-Terreno con lomerío suave
y vegetación de tipo Monte
Bajo.
- del 856 al 857.5-.-.-.-Lomerío escardado con Mon-
te Alto, hasta llegar al -
cruzamiento de la carrete-
ra Aldama Barra de Tordo.

CADENAMIENTO

CARACTERISTICAS

- del 857.5 al 860 .-.-.-.Terreno montañoso, con ve
getación clasificada como
Monte Alto, con una altu-
ra promedio de 20 a 30 -
Mts.
- del 860 al 864.-.-.-.-.Lomerío suave con vegeta-
ción clasificada como Mon
te Alto, hasta llegar a -
la margen derecha del río
"Lajas", el cual cuenta -
con escurrimiento solo en
época de lluvias.
- del 864 al 879.-.-.-.-.Terreno sumamente montaño
so con vegetación clasifi-
cada como Monte Alto.
- del 879 al 889.-.-.-.-.Terreno con lomerío, cu
ta con vegetación tipo Mon
te Alto, hasta llegar a -
la margen derecha del río
San Rafael.
- del 889 al 912.-.-.-.-.Terreno básicamente plano
con lomerío suave, lo cr
zan gran cantidad de pe--
queños arroyos.
- del 912 al 914.-.-.-.-.Lomerío con vegetación --
clasificada como Monte --
Alto, cuenta con desnive-
les que oscilan entre 20
y 30 Mts.
- del 914 al 938.-.-.-.-.Terreno de lomerío con --
partes considerablemente
planas, cuenta con vegeta
ción de tipo Monte Bajo,-
hasta llegar a la margen

CADENAMIENTO

CARACTERISTICAS

derecha del Río Palmas, -
el cual tiene escurrimien-
to solo en época de llu-
vias.

del 938 al 950.--.--.--.-Terreno plano vegetación
clasificada como Monte --
Bajo, hasta llegar a la --
ribera sur del Río Soto -
la Marina, que cuenta con
escurrimiento durante --
todo el año y cuyas dimen-
siones son de 300 mts. de
ancho y una profundidad -
promedio de 8 Mts.

del 950 al 965.--.--.--.-Terreno con lomerío suave
y algunas zonas planas --
con vegetación tipo semi-
áridas.

del 965 al 975.--.--.--.-Terreno montañoso sumamen-
te rocoso con vegetación
clasificado Monte Alto --

del 975 al 1047.--.--.--.-Lomerío suave con vegeta-
ción semi-árida, hasta --
llegar a la margen dere--
cha del río Chorreras, --
que cuenta con escurri- -
miento solo cuando se pre-
sentan precipitaciones --
pluviales.

del 1047 al 1074.--.--.--.-Terreno con lomerío, sua-
ve, cuenta con vegetación
de tipo semi-árida, hasta
llegar a la margen dere--
cha del río conchos o San
Fernando, que tiene escu-
rrimiento durante todo el

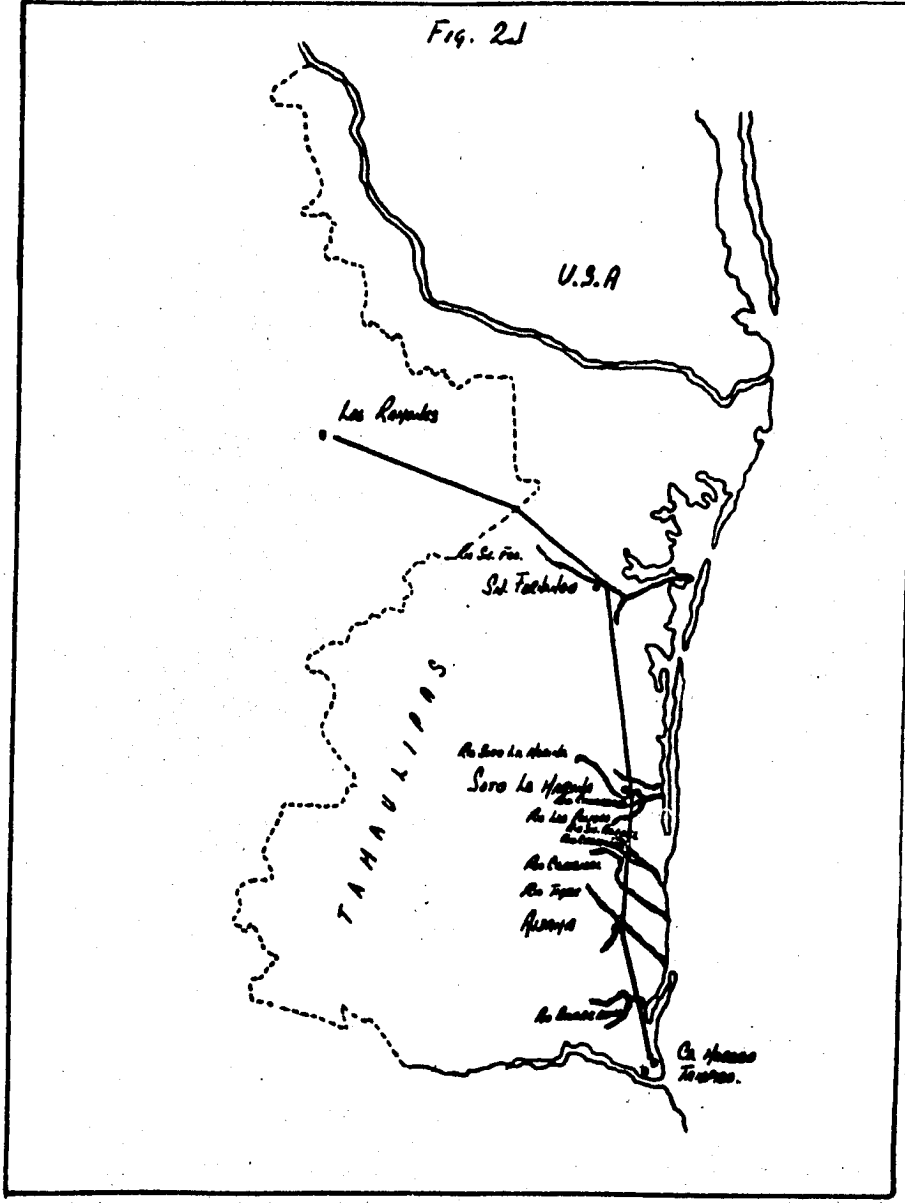
CADENAMIENTO

CARACTERISTICAS

año.

del 1074 al 1219.--.--Terreno plano con lomerío
ocasional.

Fig. 2d



2.2 Datos Generales del Estado de Tamaulipas.

Debido a que casi en su totalidad los cademamientos de la línea se encuentran situados a lo largo del Estado de Tamaulipas, a continuación se presenta un panorama general de las características de dicho estado.

a) Superficie

Cuenta con una superficie total de 8 millones de hectáreas, las cuales el 45% corresponden a tierras de temporal, y el 55% a tierras de riego, para esto se tienen seis presas de importancia que pueden almacenar un total de 9,000.00 millones de lts. de agua.

b) Ríos Principales

Entre los ríos mas importantes del Estado están: En la zona Nte. el Conchos o San Fernando; en la zona centro se tiene el río Soto la Marina que nace de la unión de los ríos Purificación y el Corona; en la zona sur se cuenta con los ríos Guayalejo y el San Rafael de donde se origina el río Carrizal.

c) Clima

En cuanto a clima, en el estado predomina el tipo semi-seco, cálido muy extremo, encontrándose áreas regulares de clima sub-húmedo, semi-cálido; además de pequeñas áreas semi-secas, templadas, extremas.

d) Precipitación

En lo referente a las lluvias, las precipitaciones anuales van de 500 a 800 mm, aunque en la parte sur del estado, se registran precipitaciones anuales de 900 a 1000 mm.

e) Orografía

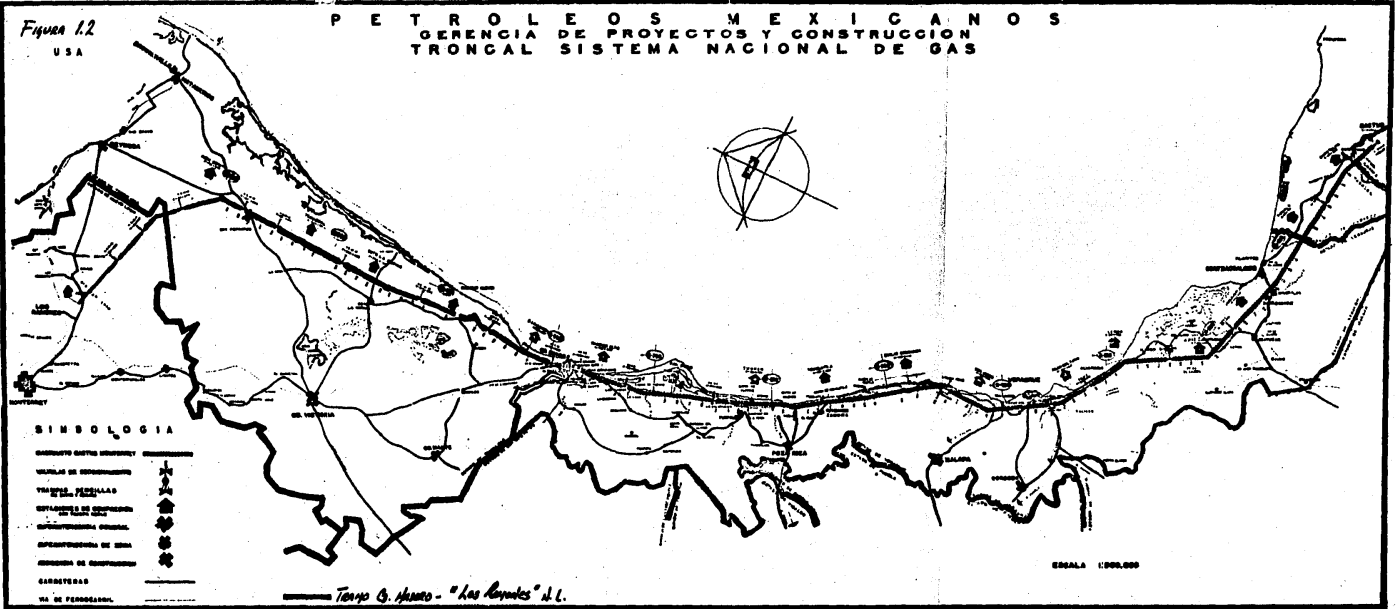
En orografía destacan la Sierra Madre Oriental, localizada al Suroeste, formando mesetas, --valles y picos muy altos.

Hacia el este y en la zona media del Estado se encuentra la Sierra Maratines que corre paralela al litoral del Golfo de México. Casi paralela a la Sierra Maratines pero hacia el centro del Estado se localiza la Sierra de Tamaulipas.

Y por último se tiene la Sierra de San Carlos o Sierra Chiquita que se encuentra hacia el este cerca de los límites con Nuevo León.

Figura 1.2
USA

P E T R O L E O S M E X I C A N O S
GERENCIA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCION
TRONCAL SISTEMA NACIONAL DE GAS



SIMBOLOGIA

- CAMINO CARRETERO
- VIA DE FERROVIARIA
- ||||| VILLAS DE GRUPO
- ||||| VILLAS PEQUEÑAS
- ||||| ESTACIONES DE COMPRESION
- ||||| ESTACIONES DE REGULACION
- ||||| ESTACIONES DE ALMACENAMIENTO
- ||||| CARRETEROS
- ||||| VIA DE FERROVIARIA

TECNO G. ALVARO - "Los Angeles" S.L.

ESCALA 1:200,000

2.3.- ESTUDIO GEOLOGICO

Durante la etapa de planeación, se vió la necesidad de realizar un estudio geológico, con el fin de conocer las condiciones existentes en la zona a construir y definir así las características del terreno por atacar, ya sea en corte de terracerías o en excavación de zanja.

El estudio geológico se lleva a cabo en base a un recorrido físico de toda la ruta del gauducto, ejecutando sondeos del subsuelo hasta 3 m. de profundidad a cada 100 metros en el eje longitudinal del trazo, obteniendo con esto una clasificación detallada del terreno, señalando las cantidades de material (tipo A, B ó C) expresadas en porcentajes con relación a la totalidad del cadenamiento en estudio.

Además, para poder elaborar el programa de utilización del equipo, necesario en movimiento de tierras (tractores, cargadores, retroexcavadores, camiones de volteo, etc.), resulta de gran ayuda tener conocimiento de las condiciones geológicas del terreno, ya que se puede hacer una cuantificación aproximada de los volúmenes de material a mover, y con un análisis de los rendimientos de equipo es factible determinar el número de máquinas a utilizar; con esto se define si es necesario llevar a cabo la compra o renta de equipo en caso de que la maquinaria con que se cuente no sea suficiente para poder realizar la obra en el plazo fijado.

La revisión geológica fue hecha desde el cadenamiento 791+500 al 1236+000 que va desde Cd. Madero, Tamps., hasta Los Ramones, Nvo. León, en

base a sondeos con distancia de 100 mts. cada --
uno.

- Geología General del Tramo.

De manera general se observa a lo largo del trazo, depósitos de origen sedimentario y volcánico.

Respecto a las rocas sedimentarias, pertenecen a la "Cuenca Sedimentaria Tampico-Tuxpan", -- comprendida desde el Río Barberena hasta Soto La Marina y conteniendo rocas como lutitas, areniscas, margas y calizas. Siguiendo hacia el norte, desde Soto La Marina hasta Los Ramones, se entra a la "Cuenca Sedimentaria de Burgos" donde se -- tienen rocas sedimentarias mas jóvenes que las anterioremente mencionadas, en la cuenca en cues- -- tión sus afloramientos contienen areniscas, calizas y depósitos compuestos de arcillas, limos y arcillas. Tanto en el tramo localizado en la "Cuenca Tampico-Tuxpan", como en las inmediaciones del poblado de San José se tienen afloramientos de ro -- cas ígneas de tipo basáltico.

- Descripción Geológica Detallada.

Para desarrollar el estudio geológico se -- consideraron profundidades medias de desplante en la excavación de 2.30 mts. en roca y 2.10 mts. en suelos, con ancho máximo de 2.00 mts.

- Km. 821+565 (Río Barberena) al 850+000

Primeramente se tiene una capa de suelo residual que varía en su espesor de 1.00 a 1.50 -- mts., apoyado en un estrato de material arcilloso amarillento cuyo espesor varía de 1.00 a 4.00 -- mts., según la topografía del tramo, es decir, en zonas planas se tendrán espesores menores, mientras que en los tramos de lomeríos bajos y pendientes suaves los espesores serán mayores. Debajo de la capa de arcilla se tienen areniscas duras - (arenas de cuarzo de grano fino con cementante silíceo), en capas de 0.15 a 0.20 mts., estas rocas se observaron a 14.3 kms. adelante del Río Barberena, y tienen una extensión de afloramiento de - 800 a 1,000 mts.

- Km. 821+565 al 835+865 y del 836+850 al 850+000

Tipo de Material	Atacabilidad
A	100 %
B	0
C	0

- Km. 835 + 865 a 836 + 850

Tipo de Material	Atacabilidad
A	0
B	100
C	0

Esta clasificación se debe a la disposición de las capas de la arenisca, que no obstante de ser una roca de extremada dureza y abrasividad, se ataca fácilmente con arado evitando el uso de explosivos.

- Del Km. 850 + 000 al 855 + 000

Superficialmente se observa suelo residual con fragmentos de roca basáltica en la superficie el espesor de este suelo va de 0.50 a 2.00 mts.

Tipo de Material	Atacabilidad
A	10
B	20
C	70

- Del Km. 855 + 000 al 856 + 100

Se observa suelo residual de 1.00 a 1.50 mts. de espesor, infrayaciendo material arcilloso con espesores máximos de 2.00 mts., se infiere la existencia de areniscas a mayores profundidades - que la cota de desplante.

Tipo de Material	Atacabilidad
A	100
B	0
C	0

- Del km. 856 + 100 Al Río San Rafael
(2 Kms. antes)

Constituido por roca basáltica con partes - cubiertas de suelo en espesores variables que van desde 0.50 a 1.50 mts., el espesor del basalto es indeterminado pero se ha observado, en algunos -- afloramientos que sobrepasa los 10.0 mts.

Tipo de material	Atacabilidad
A	10
B	20
C	70

- Río San Rafael (2 kms. atrás) a Plataforma Km. 911

Aflora suelo residual en espesores de 1.00 a 1.50 mts., debajo de éste se tiene material arcilloso amarillento en espesor promedio de 6 mts, infrayeciendo a estos depósitos se encuentran rocas margosas con disposición en capas con inclinación de 12° y rumbo perpendicular al eje del trazo; difícilmente se llegará al estrato rocoso.

Tipo Material	Atacabilidad
A	100
B	0
C	0

- Plataforma Km. 911 a Plataforma Km. 921

Se conservan afloramientos de roca basáltica, principalmente en la primera mitad se considera que la roca se encuentra bajo los afloramientos de suelo residual que tienen un espesor entre 1.00 y 2.00 mts., a excepción de algunos lugares muy señalados en donde el espesor llega hasta -- 4.00 mts.

1a. Mitad

Tipo de Material	Atacabilidad
A	10
B	10
C	80

-2a. Mitad

Tipo de Material	Atacabilidad
A	20
B	30
C	50

- Plataforma Km. 921 a Plataforma Km. 940

Tramo practicamente plano sin afloramientos de roca. Se observa suelo residual derivado de lutitas preexistentes, superyaciendo a lutitas -- muy alteradas (material arcilloso).

Tipo de Material	Atacabilidad
A	100
B	0
C	0

- Plataforma Km. 940 al Km. 996 + 000
(Margen izquierda del Río Soto La Marina)

Lomerío suave muy uniforme, con materiales de suelo residual y arcilla amarillenta. Esto es a ambos lados del cadenamiento 9 + 720, con una -- extensión de +300 mts. que corresponde a una -- loma mayor elevación que el resto del tramo; se -- detectó un afloramiento de areniscas compuestas -- de arena cuarcífera de grano fino con cementante siliceo.

Tipo de Material	Atacabilidad
A	100
B	0
C	0

- En Estaca 9 + 720 (- 150 y + 150 mts.)

Tipo de Material	Atacabilidad
A	0
B	90
C	10

- Plataforma Km. 950 a Plataforma Km. 960

La parte mas elevada a este tramo (estaca - 971 + 000) corresponde a un afloramiento de arenisca arkásica, que tiene una extensión de + 200 -- mts. Esta arenisca presenta coberturas de suelo y arcilla de 1.50 a 3.00 mts. de espesor, el resto del tramo está constituido por materiales de suelo residual y arcilla amarillenta.

Tipo de Material	Atacabilidad
A	100
B	0
C	0

- Estaca 971 + 000 (-100 y + 100 mts.)

Tipo de Material	Atacabilidad
A	10
B	20
C	70

- Plataforma Km. 960 al cadenamiento Km. 1084

La zona a excavar es roca calcarea blanquecina de textura arenosa de grano muy fino; con ligeras coberturas de suelo residual, llegando en algunas zonas a 1.70 mts. de espesor, este suelo abarca un 30% del tramo y el resto corresponde a afloramientos de la roca mencionada.

Tipo de Material	Atacabilidad
A	10
B	20
C	70

Nota: Aunque se hayan marcado explosivos en la mayoría del tramo, el uso de explosivos en gr./M3, será bajo, por ser roca de baja cohesividad.

- Cadenamiento Km. 1084 al Km. 1113

Topografía plana con vegetación rala. Se observan materiales integrados por suelo residuales y arenosos, cuyo espesor va de 0.40 a 1.50 mts., este suelo está cubriendo un estrato de roca formada por areniscas de grano medio y grueso, de diferente composición en una matriz limosa, con cementante caliaso; el espesor de esta capa es mayor a 25 mts.

Tipo de Material	Atacabilidad
A	10
B	70
C	20

- Cadenamiento Km. 1113 (Ejido Mesa de León) al entronque Km. 17 de la Carretera No. 40 Reynosa-Monterrey

Lomerío suave en la totalidad del tramo. Se observan afloramientos de suelos residuales, infrayaciendo areniscas calcáreas blanquesinas de granos muy finos de estructura masiva. Los espesores de los suelos varían de 0.50 a 1.50 Mts., los espesores de las areniscas son indeterminados.

Tipo de Material	Atacabilidad
A	10
B	20
C	70

Nota: Se estima que el volumen de explosivos a utilizar (grs./m3) será bajo, ya que se tiene roca de baja cohesividad.

- Del Poblado Cohete a Planta Culebra, N.L.
(Km. 1236 + 000) Fin del tramo.

Se tienen afloramientos de material arcilloso amarillento de espesores indefinidos, pero de más de 25 mts., cubiertos con suelos residuales - que van de 1.00 a 1.50 mts. de espesor.

Tipo de Material	Atacabilidad
A	100
B	0
C	0

2.4 Caminos de Acceso.

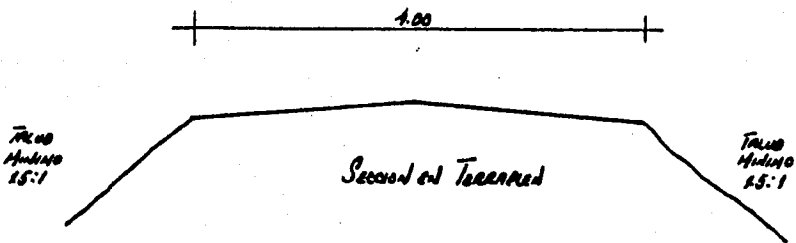
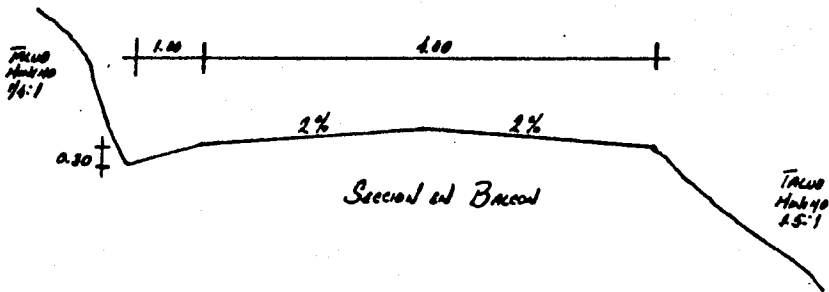
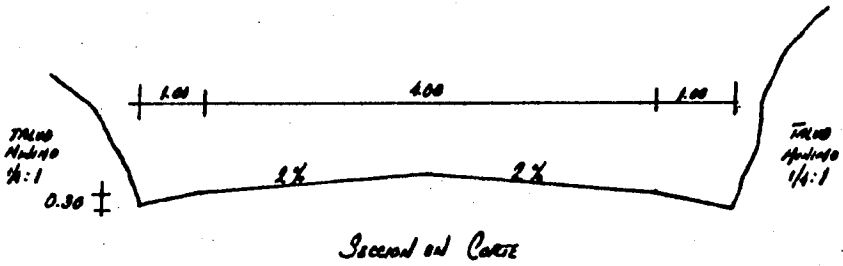
Para poder realizar la construcción de cualquier obra, se deben analizar las condiciones actuales existentes, en relación al lugar en que se va a ejecutar la obra. Entre estas condiciones - se encuentra, como partida primordial, el estudio de las diferentes vías de acceso al sitio en que se han de realizar las operaciones constructivas.

Las vías de acceso son necesarias para poder llevar a cabo el desplazamiento de personal, materiales, maquinaria y equipo, de su lugar de ubicación original al sitio en que son requeridos; para esto se estudiaron detalladamente los caminos existentes en la zona, con el fin de conocer las condiciones de los mismos y así tomar las medidas pertinentes para poder darles uso según las necesidades.

Una vez definidos los caminos de acceso a utilizar, se procedió a darles acondicionamiento a los que lo requerían y a construir por completo las vías nuevas establecidas, tomando en cuenta las especificaciones formuladas para caminos de tercera clase, con las secciones mostradas en la figura 2.2.

En el tramo norte del T.S.N.G. se abrieron o rehabilitaron un total de 46 caminos, mismos que coadyuvaron al desarrollo socioeconómico de la región. La tabla 2.4 señala los caminos de acceso utilizados.

Fig. 2.2 CUNETAS DE TERCERA CLASE



- Tabla 2.4 Caminos de Acceso.

NOMBRE DEL CAMINO	CRUCE	LONGITUD
CORPUS CRISTI	825 + 000	24.3
SATELITE	830 + 231	15.2
JARCIAS	840 + 251	35.0
RAMON CORONA	848 + 214	13.0
OJO DE AGUA	853 + 801	3.5
LA CHIQUITA	863 + 977	7.5
LA MORENA	876 + 536	4.35
LA ESPERANZA	879 + 368	1.0
RANCHO NUEVO	884 + 907	1.2
EL EDEN	889 + 460	1.40
EL PANAL	891 + 452	0.45
BARRA DE OSTIONES	984 + 824	0.32
LA CLINICA	899 + 808	0.40
" EL 91 "	904 + 046	2.2
LAVADEROS	914 + 314	0.6
DON NICH0	917 + 101	0.4

Tabla 2.4 Caminos de acceso.

NOMBRE DEL CAMINO	CRUCE	LONGITUD
SAN JOSE DE LAS R.	924 + 970	0.4
EL AFRICANO	926 + 282	0.45
LA VICTORIA	934 + 252	4.35
CATERPILLAR	938 + 105	9.0
EL TRECE	949 + 501	15.0
LAS TUNAS	951 + 304	4.0
EL SALADO	961 + 045	10.0
BUENA VISTA	991 + 045	2.5
SAN JOSE	1,001 + 045	2.5
OJO DE AGUA 2	1,007 + 045	2.4
NOGALITO	1,024 + 045	8.5
SAN ISIDRO	1,032 + 045	11.5
LA UNION	1,035 + 045	11.0
STA. MARGARITA	1,040 + 045	13.0
CHARCO DULCE	1,045 + 045	11.0
EL HUAPANGO	1,048 + 045	11.0
EL TOPO	1,059 + 045	8.0
LOS NARANJOS	1,069 + 045	3.0

<u>NOMBRE DEL CAMINO</u>	<u>KM CRUCE</u>	<u>LONGITUD</u>
GASOLINERA	1,081 + 045	8.0
AV. MENDEZ	1,107 + 791	2.0
LECHUGILLA	1,117 + 291	12.0
GUADALUPE	1,128 + 895	20.0
EL PARAISO	1,139 + 469	45.0
EL ABRA	1,154 + 564	14.0
EL BECERRO	1,166 + 917	11.0
SACATE	1,183 + 364	35.0
EL SAN BERNARDO	1,197 + 305	1.6
GUAYACAL	1,207 + 978	5.1
PEÑA BLANCA	1,215 + 586	1.5
LA MORITA		8.4

3.0.- PROGRAMA DE OBRA

Indiscutiblemente una de las fases de vital importancia en el proceso constructivo es la programación de la obra, ya que de ello depende en gran magnitud la obtención de resultados positivos a lo largo de su duración.

Antes de preparar un programa de obra, el proyecto debe dividirse en sus respectivas actividades, determinando la cantidad de obra para cada concepto y la rapidez de ejecución de los mismos, según el número de obreros, máquinas y disponibilidad de materiales que den como resultado la construcción mas económica en cada operación y en general en toda la obra.

Existen dos criterios para la elaboración del programa de obra, que se aplican de acuerdo con las limitaciones que se tengan en cuanto a tiempo de ejecución del proyecto dichos criterios son:

- a) Cuando no se fija tiempo de duración de obra; en este caso el tiempo de ejecución se determina en base a los rendimientos que se obtengan según los recursos asignados para cada actividad.
- b) Cuando se fija un tiempo de duración de obra; en cuyo caso se manejan los recursos de que se dispone, agrupándolos en cada actividad de manera que se obtenga el rendimiento necesario para poder concluir los trabajos en la fecha señalada.

Para la construcción del T.S.N.G. tramo norte se fijó una fecha de terminación de los trabajos, con lo cual se determinó el programa de obra aplicando el segundo criterio mencionado; es decir se analizaron cada una de las actividades a ejecutar, resultando como más crítica la actividad de soldadura en la que se requería una producción acelerada para obtener el avance de obra requerido. Para esto se tomó la decisión de formar dos frentes de ataque (el frente norte en San Fernando, Tamps., y el frente sur que inicia a partir de la margen izquierda del Río Barberena), auxiliándose con la planta de doble junta de donde se obtenían tramos de tubería de 24 mts., de largo, incrementando considerablemente la producción.

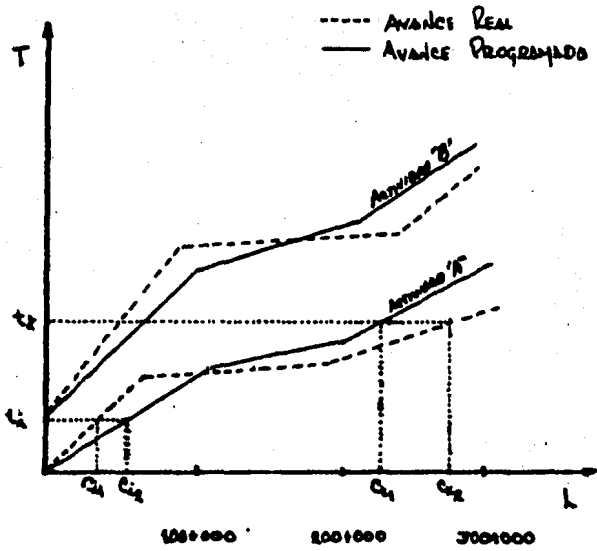
Un programa de obra usualmente se presenta en gráficas o diagramas de barras, en donde se muestran para un proyecto dado, las actividades, la unidad de obra, la rapidez de construcción de cada actividad y las fechas estimadas de comienzo y terminación de los trabajos por ejecutar.

La representación gráfica del programa de obra del T.S.N.G., tramo norte es mostrada por el diagrama de barras de la figura 3.1.

Resulta aconsejable la utilización del programa de obra en gráficas, ya que en él se puede observar que tan avanzadas o retrasadas se encuentran las actividades en un tiempo dado. Por ejemplo, en la figura 3.2. se tiene la gráfica de avance para un camino cualquiera con las actividades "A" y "B"; en el eje de las ordenadas se tiene representado el tiempo (t) y en el eje de las abscisas el cadenamiento del camino que representa el avance de obra.

Fig. 3.1 PROGRAMA DE OBRAS
TRAMO NORTE DEL T. S. N. G.

CONCEPTO	VOLUMEN DE OBRAS	UNIDAD	M E S												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	TRANSPORTE DE MAQ.	-	-	[Barra de actividad]											
2	DERECHO DE VIA	1,000.00	HA.	[Barra de actividad]											
3	EXAVACION DE ZANJA	8'185,350.00	M3	[Barra de actividad]											
4	ACERQUE DE TUBERIA		M-K	[Barra de actividad]											
5	TENDIDO DE TUBERIA	400.00	KM	[Barra de actividad]											
6	ALAMBADO Y SOLDADO	33,333.00	JM	[Barra de actividad]											
7	PROTECCION MECANICA	400.00	KM	[Barra de actividad]											
8	BAJADO Y TAPADO	400.00	KM	[Barra de actividad]											
9	PRUEBA HIDRASTATICA	400.00	KM	[Barra de actividad]											
10	OBRAS ESPECIALES	-	-	[Barra de actividad]											



Suponiendo que se desea conocer el avance de la actividad "A" para la fecha (t_i), se traza una línea paralela al eje de las abscisas hasta tocar las gráficas de avance real y avance programado de ahí se bajan las ordenadas al eje de las abscisas obteniendo los cadenamientos (c_i), para avance real y (c_{i2}) para avance programado.

Como regla general se puede decir que cuando para un tiempo (t) la abscisa correspondiente al avance real sea menor que la abscisa obtenida para el avance programado, la actividad se encontrará retrasada, y cuando la abscisa correspondiente al avance real sea menor que la abscisa obtenida para el avance programado, la actividad se encontrará adelantada.

4.- FASES DE CONSTRUCCION.

En obras de gran magnitud en las que, por lo general, se desarrollan varias actividades -- constructivas, resulta esencial dividir la obra -- en sus diferentes fases de construcción; las cuales pueden desarrollarse de manera independiente o en conjunto.

Una fase de construcción se puede definir -- como una porción de la obra total con características propias que para poder ejecutarse requieren, ya sea, de una clasificación de mano de obra o de un determinado tipo de maquinaria.

El dividir el proyecto en fases de construcción facilita en forma considerable el planeamiento, manejo y control de la obra en sí, ya que con esto se puede visualizar y detectar de inmediato algún problema que llegara a presentarse repercutiendo en las demás actividades, causando retrasos en la terminación del proyecto.

En el desarrollo del proyecto T.S.N.G. se -- llevó a cabo la clasificación de las fases de -- construcción que se deben realizar para la construcción del ducto, dichas fases son:

- a).- Apertura de derecho de vía.
- b).- Excavación de zanja.
- c).- Tendido de Tuberia.
- d).- Doblado, alineado y soldado.
- e).- Reparaciones y empates.
- f).- Planta de Doble Junta.
- g).- Protección mecánica.
- h).- Bajado y tapado.
- i).- Prueba Hidrostática.
- j).- Obras especiales.

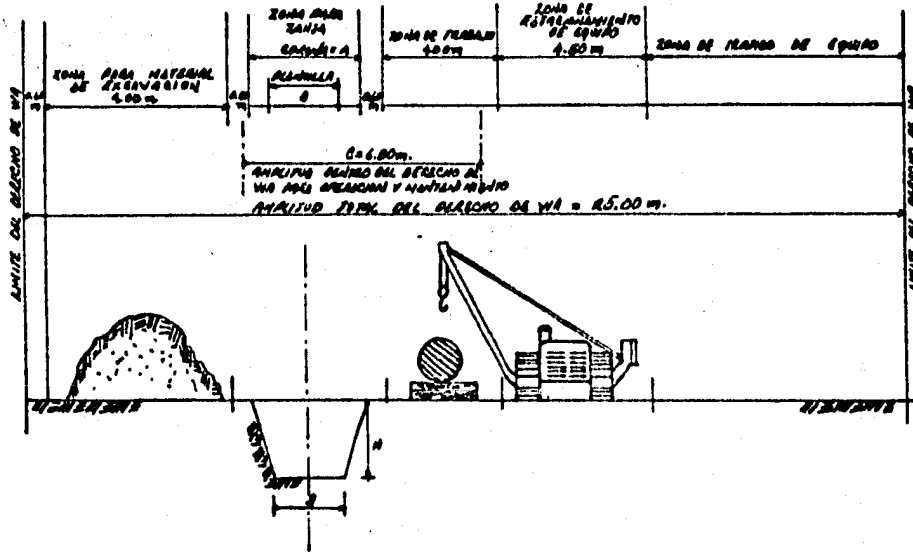
- Válvulas de seccionamiento y trampas de diablos.
- Cruzamientos con escurrimientos y ríos.
- Cruzamiento de carreteras y vías férreas.

4.1.- APERTURA DEL DERECHO DE VIA.

La apertura del derecho de vía consiste en abrir una brecha cuya amplitud depende del diámetro de la tubería a instalar; en el caso del T.S.N.G. el ancho del d.d.v. es de 25.00 mts., magnitud que puede variar debido a limitaciones de espacio disponible. La distribución del d.d.v. está integrada por las siguientes zonas: zona para material de excavación (4.00 mts.); zona para zanja (4.00 mts.), zona de trabajo (4.00 mts.), zona para estacionamiento de maquinaria y equipo (4.50 mts.), y zona de tráfico (8.50 mts.). La figura 4.1 muestra claramente la ubicación de las zonas mencionadas.

El eje de la plantilla debe seguir el perfil del terreno natural, eliminándose los obstáculos e irregularidades que se encuentren en su trayecto.

FIG. 4.1



48'6"

DIMENSIONES DE ZANJA (METROS)

TIPO DE TERMINO	A	B	H	PAISAJE
ARREGLA	3.10	2.00	2.30	1:0.85
ARCA	3.15	2.00	2.30	1:0.85
ARENA	3.00	2.00	2.30	1:0.85
ALFARDO	3.60	2.00	2.30	1:2.0

DIMENSIONES DE ZANJA (METROS)

TIPO DE TERMINO	A	B	H	PAISAJE
ARREGLA	2.20	1.80	2.00	1:0.85
ARCA	2.20	1.80	2.00	1:0.85
ARENA	2.20	1.80	2.00	1:2.5
ALFARDO	2.80	1.80	2.00	1:1.80

Para poder llevar a cabo la construcción -- del d.d.v. es necesario ejecutar las actividades que se enumeran a continuación:

- a).- Trazo y Nivelación.
- b).- Desmante.
- c).- Despalmes y Cortes.
- d).- Conformación del D. de V.
- e).- Mantenimiento del D. de V.

4.1.1.- Trazo y Nivelación.

El trazo y nivelación se hace siguiendo los lineamientos convencionales topográficos; primero se hace un vuelo, sobre la zona que se pretende construir, a una altura de 25,000 pies para obtener fotografías aéreas con escala 1:50,000; - con estas fotografías se forman mosaicos fotográficos en los que se tiene un panorama general del área para construir y las zonas adyacentes, con lo que se define una franja en la que se trazarán rutas factibles; sobre dicha franja se ejecuta un segundo vuelo a 10,000 pies de altura de donde se obtienen fotografías con escala 1:20,000 para formar el mosaico respectivo en el cual se trazan varias rutas probables hasta seleccionar la óptima.

Ya seleccionada la ruta óptima, se hace un tercer vuelo a 10,000 pies de altura y se toman - fotografías cuya escala es 1:5,000, se vuelven a formar los mosaicos en donde se localizan los puntos de inflexión (p.i.) y los puntos de liga - - (P.L.) que son la base para poder ejecutar el trazo topográfico de la línea. El paso siguiente -- consiste en ir al campo auxiliándose del mosaico

con escala 1:50,000 para ubicar las vías de acceso al lugar; ya en campo se identifican físicamente los P.I. y P.L., los cuales son señalados con "Monumentos de Referencia" para no perderlos, con lo anterior se levanta el trazo definitivo de la línea como poligonal abierta, abriendo una brecha de un metro de ancho, colocando estacas marcadas con el kilometraje de la línea a cada 200 mts., - esta brecha queda fuera del derecho de vía y del lado opuesto a aquel en que se excavará la zanja. Con apoyo en la brecha mencionada se marcan con estacas los hombros del derecho de vía.

Al estar ejecutando el trazo se toman las lecturas necesarias para obtener los datos para dibujar los planos de nivelación del terreno, que resultan básicos para posteriormente obtener la cuantificación de los volúmenes de corte.

Las actividades de trazo y nivelación se -- realizan por especialistas y son entregados previamente al contratista los planos de nivelación, localización definitiva de la línea señalando los cruzamientos con arroyos, ríos, pantanos, vías de ferrocarril y vías de comunicación existentes, con estos planos el contratista (después de ejecutar el derecho de vía) marca con estacas el eje que - debe tener el ducto una vez construído.

Al ejecutar los trabajos se deben cuidar -- las estacas reponiendo aquellas que sean afectadas antes de la excavación de zanja, mientras que las estacas de referencia se mantendrán en toda - la duración de la obra.

Es necesario contar con los servicios de -- una cuadrilla topográfica durante la construcción de la línea, ya que se puede requerir de ella -- para reubicar puntos perdidos.

4.1.2.-DESMONTE.

El desmonte consiste en quitar todo tipo de vegetación que se encuentre dentro del D.D.V., incluyendo troncos que queden a 1.0 mts. o menos de los límites señalados por la línea de trazo.

La maquinaria a utilizar en la operación de desmonte depende del tipo de monte por atacar, -- como se puede observar en la tabla 4.2.

La operación de desmonte está integrada por las siguientes actividades:

- a) Tumba.- Consiste en cortar los árboles y arbustos que se encuentren dentro del d.d.v.
- b) Roza.- Consiste en quitar la maleza, -- hierba, zacate o residuos de -- siembra.
- c) Desenraice.-Consiste en sacar los troncos con raíces dejados durante la tumba.
- d).- Junta.-Consiste en estibar el producto de desmonte desperdiciable.
- e) Quema.- Como su nombre lo dice consiste en quemar los desperdicios arrojados por el desmonte.

El desmante para el T.S.N.G. se realizó en la siguiente forma: Primeramente se ejecutó la tumba con equipos de ataque integrados por parejas de tractores Bulldozers, los cuales tienen sujeta en su parte trasera una cadena tipo marino de gran peso y tamaño con la que van arrazando con todo cuanto sobresalga del nivel del terreno natural, la figura 4.3. muestra más claramente la ejecución de la tumba. Una vez ejecutada la tumba, tractores con hoja recta se encargan de la roza, desenraice y junta en esa secuencia; cuando se dispone de tiempo se deja secar el producto del desmante para facilitar su quema.

Al ejecutar el desmante la madera utilizable se deja a disposición de los dueños de los terrenos afectados, esto es de acuerdo con la Ley Forestal.

Cuando se cruce por huertos se debe procurar talar el mínimo posible de árboles; en ocasiones, cuando se tienen árboles productivos se puede optar por mover el árbol con todo y raíz sin dañarlo para posteriormente reubicarlo.

4.1.3.- DESPALMES Y CORTES.

El despalme consiste en el retiro de la capa vegetal (por lo regular se hace hasta una profundidad de 10 a 20 cms.) hacia los costados del d.d.v. por medio de tractores con hoja recta.

Cuando el d.d.v. atraviese por pastizales - estos se dañarán lo menos posible, para que una vez terminada la línea se lleve a cabo su pronta restauración.

Al ejecutar el despalme se pueden comenzar los cortes que se requieran. Los cortes son excavaciones a cielo abierto necesarias para poder -- configurar la sección del d.d.v.

Los cortes se realizan en material A, B, & C según la siguiente clasificación:

Material "A".-- Son los suelos poco o nada -- cementados con partículas -- hasta de 7.5 cm (3"). Los ma -- teriales más comunes en este tipo son limos, arcillas y -- arenas.

Material "B".-- Se consideran como material "B" las piedras sueltas meno -- res de 75 cms. de diámetro; -- como material "B" se tienen -- rocas muy alteradas, conglo -- merados medianamente cementa -- dos, areniscas blancas y te -- petates.

Material "C".-- Son las piedras sueltas con una dimensión mayor de 75 cms. de diámetro; como material -- "C" se tienen rocas basálti -- cas, areniscas y conglomerados fuertemente cementados, -- calizas, riolitas, granitos y andesitas sanas.

Con los cortes se eliminan las irregularidades topográficas evitando dobleces pronunciados -- en la tubería; los cortes se ejecutan de manera -- que se pueda obtener un drenaje natural.

En la construcción del T.S.N.G., los cortes en material "A" se realizaron con tractores -- Bulldozers D8-K con hoja recta. Los mismos tractores se utilizaron en cortes en material "B" incorporándole desgarradores en su parte trasera -- para remover mas fácilmente el material.

En cuanto a estrategia de construcción los Bulldozers atacan el terreno en forma transversal al eje del gasoducto, desperdiciando hacia los costados a partir del centro de la sección; esto se hace con el fin de desperdiciar hacia la distancia mas corta.

Cuando se tienen cortes pequeños los Bulldozers juntan el material en dos o más pasadas paralelas al eje longitudinal de la línea y posteriormente empujar el material hacia los lados; lo anterior es con el objeto de que tractores trabajen con la cuchilla llena y lograr así un mayor rendimiento.

En lo posible se debe aprovechar la pendiente del terreno natural, ya que los tractores incrementan su eficiencia cuando atacan en forma -- descendente.

Si se efectúan cortes en material "C", se utilizan rompedoras neumáticas cuando los afloramientos de roca son poco pronunciados, pero si el volumen de roca es considerable entonces se requiere el uso de explosivos que implican la utilización del Track-Drill (perforadora vertical sobre orugas), que prepara los orificios donde se alojan dichos explosivos. Para utilizar rompedoras neumáticas o Track-Drill se requiere de un --

compresor, que por lo regular es de 600 P.C.M., - que es quien les proporciona la fuerza motriz. Al ejecutar los cortes se deben evitar salientes de roca hasta un nivel de -15 cm.

Al realizar cortes en el derecho de vía, se debe evitar que el material de corte se acumule - sobre las cercas; en las partes bajas del derecho de vía y en el lecho de ríos, arroyos o canales - que se atravesasen, ya que se pueden provocar alteraciones en el drenaje de la zona.

Cuando se tengan materiales de desperdicio producto de cortes, los Bulldozers acumulan dichos materiales para que cargadores frontales (de 3' / 2 Yd. 3) carguen camiones, vagonetas, plataformas, motoescrapas o yucles, los cuales se encargan de desperdiciar el material a la distancia de tiro fijada por Pémex.

4.1.4.- CONFORMACION DEL DERECHO DE VIA.

La conformación del derecho de vía se lleva a cabo en todo lo ancho de este, procurando proporcionarle una estabilidad permanente; el objetivo de la conformación es tener una plantilla que permita la operación óptima de la maquinaria y -- equipo utilizado en el período de construcción. - El eje de la plantilla debe seguir el perfil del terreno natural.

En el sentido transversal, se le debe dar a la plantilla un bombeo mínimo del 2% y un máximo del 5% con el fin de facilitar el escurrimiento y evitar encharcamientos provocados por precipitaciones del lugar, facilitando las operaciones de construcción.

En el sentido longitudinal, la pendiente -- máxima permitida es del 12% debiéndose tomar muy en cuenta que no se permiten terraplenes.

La conformación deberá ejecutarse de tal manera que los desperdicios no estorben los riegos de los terrenos adyacentes, el drenaje; el paso de personas, animales y vehículos.

La maquinaria utilizada durante la conformación del D.D.V. es la motoconformadora, la cual ataca en dirección paralela al eje longitudinal de la plantilla, efectuando las pasadas que sean necesarias hasta obtener un nivel fijado de plantilla en todo lo ancho del D.D.V. La misma maquinaria se encargará de formar las cunetas inclinando su cuchilla para obtener la sección deseada.

4.1.5.- MANTENIMIENTO DEL DERECHO DE VIA.

Durante la construcción de la obra se deben tomar las medidas necesarias para conservar el -- D.D.V. en buen estado; es por esto que se realizan obras complementarias, cuyo objetivo es darle el mantenimiento y la funcionalidad debida; las obras de mantenimiento que se realizan son: instalación de "falsetes" y "guardaganado", reposición de cercas, obras de drenaje, rompecorrientes y -- zampeados.



4.2.- EXCAVACION DE ZANJA.

La fase constructiva de excavación de zanja consiste, como su nombre lo dice, en abrir una zanja en cuyo fondo se arrojará la tubería, cuidando que en todo lo largo de su longitud conserve, en su parte superior, una capa de tierra no menor a 90 cm.

La excavación de zanja debe de ejecutarse cuando se tenga ya concluida la conformación del derecho de vía; la zanja debe cumplir con las dimensiones mínimas según especificaciones de Pemex (según diámetro de la tubería y tipo de terreno).

El material producto de la excavación se colocará a una distancia mínima de 60 cm. del borde de la zanja y del lado opuesto a donde se haya tendido la tubería; se debe cuidar que la zanja quede totalmente limpia de raíces y todo material ajeno a ella, asimismo se debe conservar el material de excavación cuando este sea utilizable durante el tapado de la zanja.

Cuando el terreno presente una topografía irregular se puede recurrir a una zanja con mayor profundidad de la especificada, esto es con el fin de reducir al mínimo el doblado de la tubería.

Al cruzar la zanja por veredas o caminos particulares se acondicionarán pasos provisionales que faciliten el tránsito acostumbrado en la zona afectada.

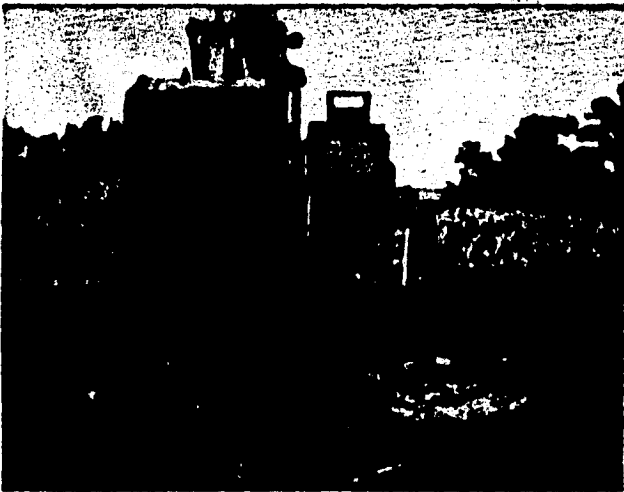
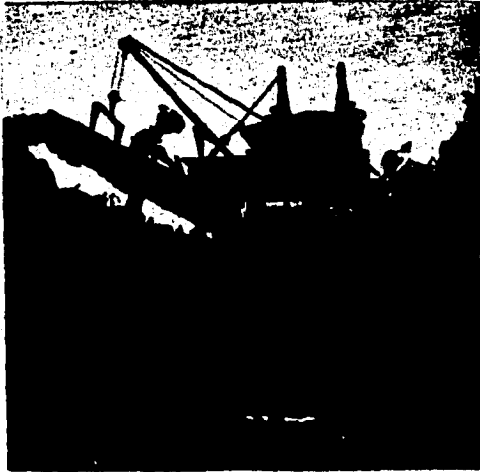
Al excavar zanja en zona urbana o industrial se debe dañar lo menos posible el pavimento, haciendo cortes uniformes sobre este sin invadir áreas que queden fuera de los límites definidos para la corona de la zanja.

El ancho de la zanja debe tener una amplitud lo suficientemente holgada, de manera que pueda contener la tubería y permita su colocación dentro de la zanja, sin dañar el tubo ni su recubrimiento; para esto el ancho de la zanja debe exceder el mínimo de 12 pulgadas el diámetro de la tubería.

La plantilla de la zanja debe tener una superficie plana de tal forma que permita el movimiento horizontal de la tubería cuando esta sufra efectos de dilatación.

La excavación de la zanja para el T.S.N.G. tramo norte se efectuó en material "A", "B" y "C" dependiendo de esta clasificación la elección de estrategia y maquinaria de ataque.

Para la excavación en material "A" con pendiente poco pronunciada se utiliza una zanjadora que se desplaza siguiendo las estacas que marcan la localización del eje de la zanja. La zanjadora ataca el terreno con cangilones que conforme van girando extraen el material para desalojarlo al costado izquierdo de la zanja por medio de un sistema de bandas transportadoras propias de la máquina. Durante esta actividad es conveniente contar con equipo de excavación (retroexcavadoras, draga, etc.) que estén pendientes para efec-

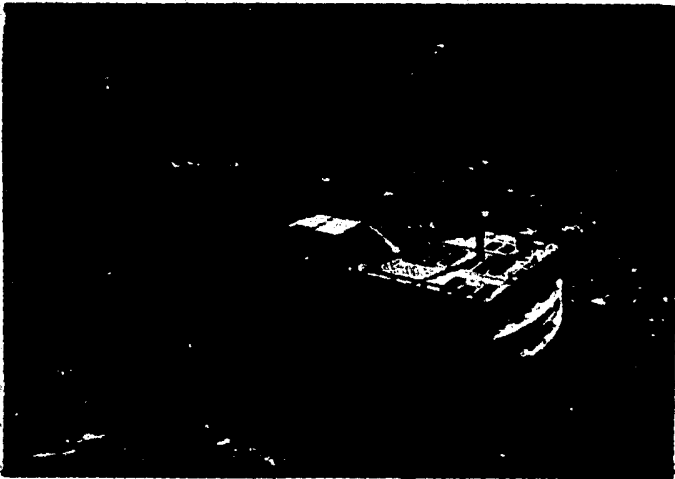


tuar reparaciones a la zanja cuando esta se deslave o para limpiarla de agentes ajenos a ella.

Cuando se tiene material "B" primeramente se atacan con un tractor con escarificador de manera que aflojen el material para obtener un mejor aprovechamiento de la zanjadora incrementando con esto su rendimiento. Cuando las condiciones topográficas no permitan la utilización de la zanjadora se recurre a los servicios de material "B" es recomendable "ripear" la zona de zanja con el fin de facilitarle el trabajo a la retroexcavadora.

Cuando se presenta excavación en material "C" se requiere la utilización de explosivos, -- para lo cual es necesario un diseño de voladura, - como el que se muestra en la figura 4.2.2.

El tipo de barrenación utilizada es la denominada "cinco de oros" efectuando "tronadas" con tiempos, esto es para facilitar la salida al material tronado. La barrenación se realizó con brocas de 2' / 2" de diámetro, con una profundidad de barrenación de 2.5 mts. Como se puede ver en la figura 4.2.2. la profundidad de zanja en roca es de 2.30 m. pero se sub-barrena un 10% mas de la - profundidad señalada con el fin de evitar "moneos" (bolas de roca que sobresalen de la plantilla de la zanja).



El equipo utilizado durante esta actividad - son perforadoras sobre orugas, compresores y retroexcavadoras que se encargan de extraer el material tronado del interior de la zanja.

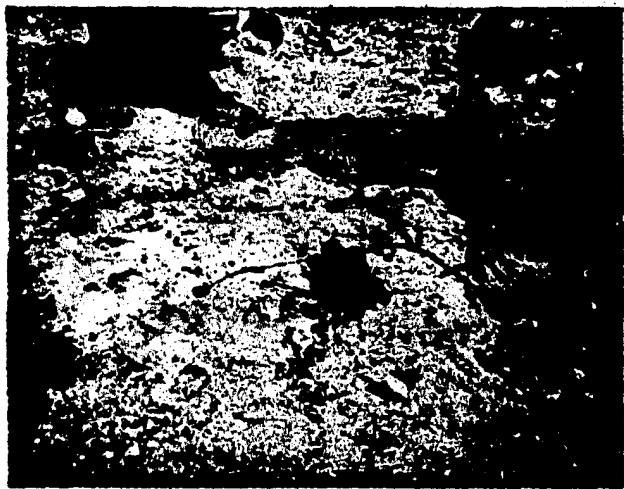
En un principio se experimenta con diferentes cantidades de dinamita y diferentes separaciones entre barrenos hasta llegar a las cantidades que nos den el rendimiento óptimo.

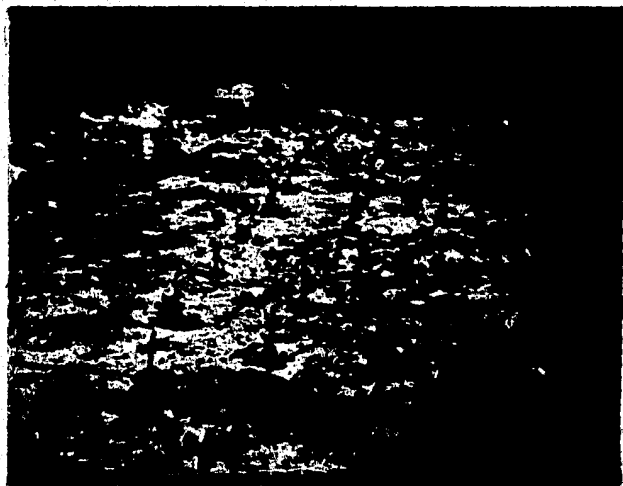
Los datos siguientes muestran la cantidad - de explosivo empleado en la voladura.

Rendimiento de dinamita	0.8 Kg./M3	0.8 Kg./M3
Volumen por metro de zanja	5.9 M 3/M	4.8 M 3/M
Necesidad de Dinamita por metro de zanja	4.7 Kg./m	3.8 Kg./M
No. de Barrenos por metro	1.4 Barr/M	1.4 Barr/M
Necesidad de Dinamita por barreno	3.4 Kgs./Barr	2.7Kg./Barr

Cabe hacer notar que es de suma importancia conocer perfectamente la geología del terreno para poder definir el método de ataque más adecuado para obtener el avance más positivo posible.

De los 400 Kms. de zanja, 130 Kms. correspondieron a material "C" (Roca) y los 270 Kms. -- restantes fueron de material "A" y "B".





4.3.- ACARREO Y TENDIDO DE TUBERIA.

La tubería utilizada en el tramo norte del T.S.N.G. fue recibida en el puerto de Tampico, -- Tamps., de ahí fué transportada en góndolas de ferrocarril a las áreas de almacenamiento que PEMEX ya había acondicionado para recibir el tubo. El siguiente cuadro muestra las áreas de almacenamiento establecidas en el tramo norte.

ZONA	AREA DE ALMACENAMIENTO.	UBICACION	ZONA DE INFLUENCIA	INFLUENCIA
	Miramar	K.785+000	K.824+000	K.926+000 102Km.
	Cd.Victoria	K.960+000	K.926+000	K.1031+000 105Km.
Norte	San Fernando	K.1070+000	K.1031+000	K.1133+000 102Km.
	Aldamas	K.1226+000	K.1133+000	K.1248+000 115Km.

El tubo utilizado fue de fabricación alemana, japonesa, italiana, francesa y tubo mexicano de Tubacero; lo ideal hubiera sido utilizar tubo de un solo fabricante pero ninguno de ellos tenía la capacidad de producción para surtir todo el pedido.

Al realizar la descarga de la tubería del barco, la tubería es movida hacia el derecho de vía cuando se requiera un tendido en forma directa, o bien transportarlos hacia las áreas de almacenamiento empleando chalán, góndola o trailer.

Las áreas de almacenamiento son lugares escogidos estratégicamente considerando que el punto medio entre dos áreas de almacenamiento la distancia a recorrer sea equivalente.

La zona de influencia de una área de almacenamiento está delimitada por los puntos localizados sobre el trazo de la línea, cuya distancia de recorrido sea igual para dos áreas de almacenamiento dadas.

El acarreo y tendido de la tubería consiste en la carga en los centros de distribución, el transporte al derecho de vía y la descarga sobre el mismo.

La carga en los centros de distribución se realiza con grúas sobre neumáticos o bien cargadores frontales acondicionados con tenazas, que depositan el tubo sobre tractocamionetas con plataforma.

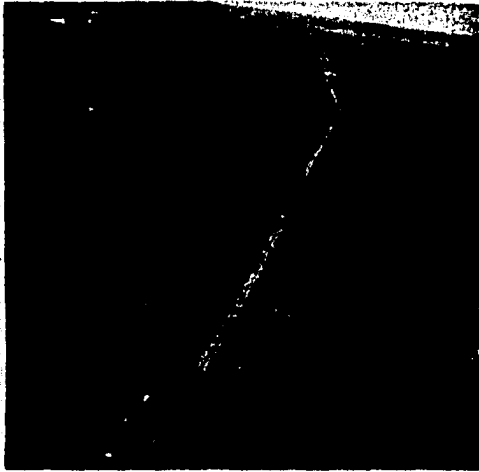
El acarreo de Tubería sencilla se hace con tractocamionetas con plataforma de 30 ton. y 40 pies de longitud, llevando en cada viaje un total de 3 tubos lo que equivale a 17 ton. aproximadamente.

El acarreo de tubería doble se hace con tractocamionetas llamados "Dollies"; el "Dollies" es un remolque muy liviano que tiene la característica de poder variar su longitud según las necesidades que se presenten; pero lo que hace tan versátil es que posee una quinta rueda en los ejes traseros y un sistema de dirección especial constituido por un mecanismo de cables en cruz que le permiten dar vuelta en curvas con radio de giro corto transportando el tubo con un mínimo de dificultad. En cada viaje un "Dollie" transporta dos tubos dobles lo que equivale a 22 toneladas aproximadamente. Se requieren señalamientos especiales en los caminos a utilizar por los "dollies", además de un vehículo que anuncie que

le siguen tractocamiones con carga extralarga con el fin de evitar accidente.

La descarga en el derecho de vía se efectúa con grúas, sobre orugas o bien con tractores tiendetubos, que bajan la tubería de los tractocamiones para depositarla sobre el derecho de vía asentándola sobre polines de 4" x 6" x 4' con el objeto de que la tubería no se dañe ni se contamine.

La tubería queda depositada a un costado de la zanja, en forma paralela a ésta cuidando dejar un paso libre de 60 cm. entre la corona de la zanja y la tubería; esto se hace con el fin de evitar derrumbes dentro de la zanja debidos al peso de la tubería. Los tubos se deben alinear con un traslape aproximado de 10 cms. para facilitar las maniobras durante el alineado y soldado.



4.4.- DOBLADO, ALINEADO Y SOLDADO.

a).- Doblado.

Para que la tubería pueda seguir el perfil del terreno y hacer los cambios de dirección que se requieran, es necesario doblar el tubo para poder cumplir con las sollicitaciones del proyecto.- Aunque siempre se hace lo posible para abatir el número de dobleces por kilómetro (bajando el nivel de plantilla de la zanja), hubo casos en que se presentó un alto grado de dobleces de tubería.

Debido al tamaño de la tubería, fue necesario utilizar una máquina dobladora capaz de doblar el tubo sin alterar el diámetro del mismo, y además ejecutara esta operación sobre el mismo derecho de vía, esta máquina fue una dobladora hidráulica con mandril.

La dobladora hidráulica con mandril es una máquina que por medio de un mecanismo puede sostener el tubo y flexionarlo con gatos hidráulicos - de gran potencia, que producen esfuerzos mayores al límite elástico del material del tubo provocando una deformación longitudinal permanente sin alterar la sección transversal del tubo; además la dobladora cuenta con un mandril neumático que se utiliza para apoyar las paredes interiores del tubo evitando el pandeo y eliminando la distorsión de su redondez; esto es debido a que el mandril tiene la propiedad de expanderse dentro del tubo.

El diámetro del tubo no se reduce más del 2.5% del mismo y completamente doblado permite el paso de los dispositivos de limpieza (diablos) -- que tienen un diámetro similar al interior del tubo.





Los dobleces efectuados en la tubería se deben ajustar a las especificaciones de PEMEX, las cuales dictan que sólo se permite un doblés máximo de un grado por metro para tubería de 48" de diámetro, además se deben tener tramos rectos de tubería con una longitud mínima de 1.80m en las secciones dobladas.

Cuando se hacen dobleces sobre la soldadura transversal de un tramo, ésta se debe radiografiar para comprobar que no ha sufrido daño alguno.

Para realizar dobleces que se ajusten a las necesidades de la obra se cuenta con los servicios de una cuadrilla de topografía, que se encarga de tomar los datos que requiere el operador de la dobladora para ejecutar el dobléz correcto. El operador de la máquina checa que los dobleces sean correctos con un aparato parecido al clisímetro. El topógrafo recorre el eje de la zanja y con el teodolito obtiene los grados de curvatura tanto verticales como horizontales para cada tubo, para posteriormente señalarlos sobre estacas que son las que guían al operador de la dobladora.

La maquinaria utilizada durante esta operación es la dobladora hidráulica, el tractor tien-detubos que se encarga de colocar los tubos en la dobladora y movilizar a esta de un lado a otro ya que carece de locomoción propia. Además se requiere de un compresor que suministre aire al mandril.

b).- Biselado y Alineado.

Una vez que se tiene listo el tubo se procede al biselado y alineado, no sin antes haber limpiado los extremos del tubo que deben estar libres de tierra, costras o recubrimiento, ésta operación se lleva a cabo con cepillos de alambre y esmeriles.

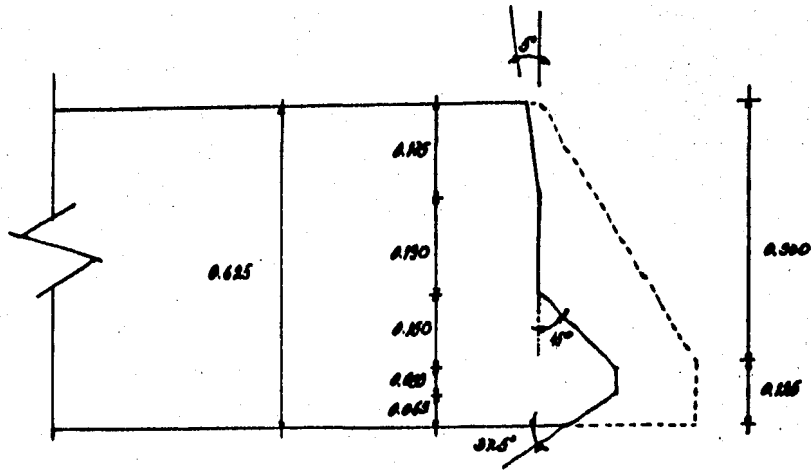
Debido a que en el T.S.N.G. fue utilizado el sistema de soldadura automática, el bisel requerido debería cumplir con las características solicitadas por este método de soldadura; es por esta razón que el bisel original de la tubería tuvo que ser modificado con biseladoras automáticas de alta precisión (fig. 4.4.1), el bisel tiene definidas cuatro zonas (fig. 4.4.2).

ZONA "A".- En esta zona se deposita la soldadura interior o de raíz, o fondeo; la inclinación de la arista del bisel es de 37.5° con lo que se permite una óptima penetración de la soldadura.

ZONA "B".- En esta zona se aplica el primer cordón de soldadura exterior denominado "paso caliente", esta sección conserva un ángulo de 45° que es el ángulo más abierto de la sección del bisel dando lugar a una buena penetración de la soldadura que servirá de apoyo a los demás cordones.

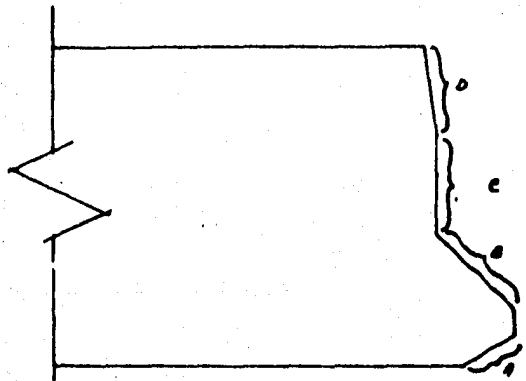
ZONA "C".- Esta es la parte recta del bisel y es donde se depositan los cordones de relleno, esta sección se conserva recta con el fin de que reciba un mínimo de soldadura y evitar excesos.

FIGURA 1.9.1



-----BISEL DE FABRICA.
——BISEL COM SOLDADURA AUTOMATICA.

Fig. 1.1.R - ZONAS DEL BIBEL



ZONA "D".- En esta zona se deposita el cordón de remate, la arista de la zona "D" tiene un ángulo de 5° que se hace con el fin de evitar una posible falla en el cordón de soldadura y evitar una mala penetración del mismo.

La maquinaria utilizada durante el biselado son la biseladora automática, el mandril neumático y el tractor tiendetubos que se encarga de levantar el tubo mientras se hace el biselado.

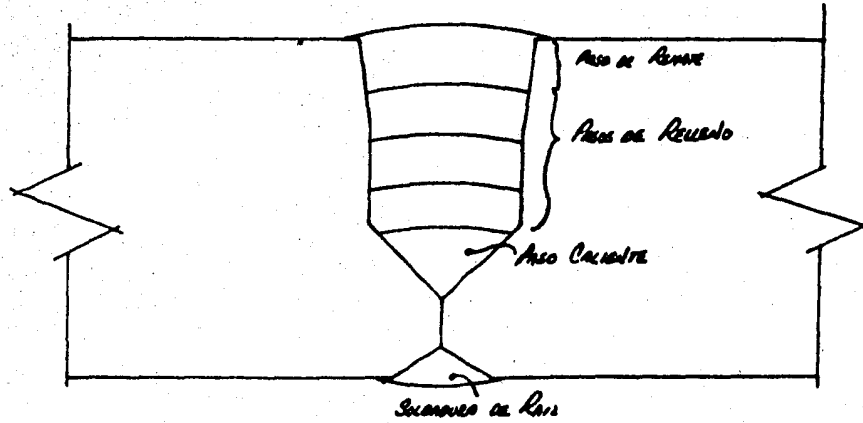
Una vez que se tiene listo el bisel de la tubería se procede al alineado de la misma, operación que consiste en hacer que dos tubos que van a ser unidos queden perfectamente acoplados para poder iniciar la soldadura; el alineamiento de los tubos se hace con alineadores interiores.

c).- Soldadura.

La actividad de soldadura consiste básicamente en la unión de dos tramos de tubo, que ya han sido biselados y alineados.

La fase de soldadura es la que mas repercusión tiene dentro de la construcción de un gasoducto, ya que viene a ser la que determina la velocidad de avance de la obra, debido a que es la actividad crítica.

FIG. 1.1.3 CORDONES DE SOLDADURA



El tener un tiempo de terminación de obra - bastante limitado dió lugar a utilizar un método de soldadura que cumpliera con los rendimientos - requeridos para satisfacer el programa, es por -- esto que se decidió utilizar, por vez primera en este tipo de obra, el sistema de soldadura automática.

Debido al poco tiempo disponible se tomo la decisión de atacar con dos frentes de soldadura - automática, apoyandose en la planta de doble junta en la que se obtienen tramos de tubería dobles para después llevarlos al campo.

La soldadura automática en el campo aplica los cordones de soldadura en el orden siguiente :

- 1.- Cordón de raíz o interior o fondeo.
- 2.- Paso caliente (primer cordón de soldadura exterior)
- 3.- Cordones de relleno (se aplican tres -- cordones).
- 4.- Cordón de remate (último cordón de soldadura ext.).

El cordón de fondeo o de raíz se aplica utilizando seis cabezas soldadoras; la mitad de las cabezas aplican la soldadura en el sentido de las manecillas del reloj hasta completar un semicírculo de 180°, cuando esta porción de soldadura ha sido concluido, las cabezas restantes inician su giro en el sentido opuesto al de las manecillas -- del reloj, hasta completar el semicírculo restante de soldadura. Este procedimiento se debe a -- que la soldadura siempre se debe aplicar de arriba hacia abajo, ya que así lo estipulan las especificaciones de PEMEX.

En la soldadura interna se utiliza una combinación de 75% argón y un 25% CO₂ que funciona como escudo de gas para el electrodo de alambre; una cabeza de soldado cuenta con un carrete de -- 3.250 libras.

La soldadura exterior esta integrada por -- los cordones de paso caliente, rellenos y remate; para aplicar estos cordones se fijan dos bandas de acero sobre el tubo que sirven de guía a las soldadoras automáticas; se utilizan dos cabezas de soldado exterior en cada estación, una se desliza en el sentido de las manecillas del reloj -- hasta completar un arco de 180°; para que después la otra cabeza de soldado inicie su recorrido en sentido contrario hasta completar el círculo de soldadura.

Cada paso de soldadura ya sea paso caliente, relleno o remate se efectúan básicamente de la misma forma.

Las soldadoras exteriores utilizan un 100% de CO₂, el electrodo de alambre se suministra en carretes de seis libras.

El espesor de pared del tubo determina el número de rellenos a utilizar ya que cada cordón de soldadura da un espesor de 0.125 pulg.

En la actividad de soldadura existen factores determinantes para obtener óptimos resultados, estos factores son: el biselado, la velocidad de avance de la soldadura y la velocidad de alimentación del microalambre, es por esto que se debe tener especial cuidado en ellos al calibrar el equipo.

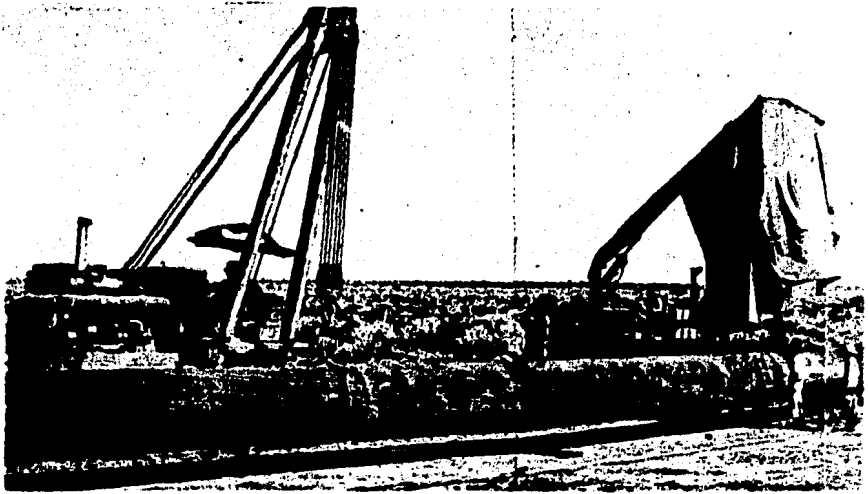


FIG. 4.4.3

P A S O S :

PARAMETRO	INTERIOR	PASO CALIENTE	1ER. RELLENO	2DO. RELLENO	3ER. RELLENO	REMATE
VELOCIDAD DEL ALAMBRE	360"	500"	525"	525"	525"-10%	320"-10%
VELOCIDAD DEL VIAJE	32"	40"	15"	15"	15"	13"
OSCILACION	-	-	.210/120	.210/120	.250/20	.312/120
VOLTAJE	19	24	24	24	22.5	20
DDCAT	.250	.350	.500	.500	.550	.350
GAS	75% ARGON 25% CO ₂	CO ₂	CO ₂	CO ₂	CO ₂	CO ₂

LAS VELOCIDADES ESTAN EN PULGADAS POR MINUTO.

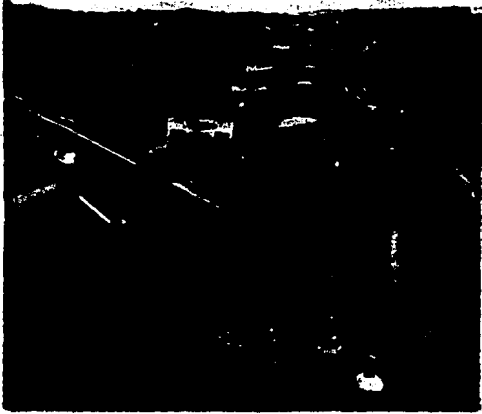
DDCAT (DISTANCIA DEL CONTACTO AL TRABAJO).

Si se ejecuta la soldadura a velocidad lenta se corre el riesgo de quemar el metal en que se aplica; y si se aplica con una velocidad excesiva se puede presentar falta de fusión.

En lo referente a la velocidad de alimentación del microalambre, una alimentación demasiado rápida ocasiona quemaduras: mientras que una alimentación lenta puede provocar falta de material de depósito y por ende falta de fusión. Deficiencias de este género son detectadas durante las -- pruebas de calidad de soldadura que se realizan -- por medio de rayos "x".

El método de soldadura automática opera con un sistema de condiciones prefijadas que no son -- alteradas por el operador en ningún momento. Es-- tas condiciones las fijan técnicos de C.R.C. (téc-- nicos en el sistema de soldadura automática) y se mantienen inalterables durante la duración del -- proyecto, o hasta que las condiciones de la tube-- ría así lo exijan, en cuyo momento serán los téc-- nicos de C.R.C. quienes las determinen y fijen.

La tabla 4.4.3 indica los parámetros utilizados en el proceso de soldadura.



4.4.1 REPARACIONES Y EMPATES.

a).- Reparaciones.

Como ya se mencionó anteriormente la fase de mayor relevancia dentro de la construcción de un gasoducto es la soldadura, es por esa razón -- que se lleva un estricto control de calidad en todas las soldaduras aplicadas.

La prueba de control de calidad consiste en inspeccionar toda la soldadura aplicada a base de rayos "X", esto es, se obtienen radiografías de toda la zona en que se tenga soldadura. Las -- radiografías de rayos "X" se pueden tomar tanto del interior de la tubería, como del exterior de la misma. El proceso consiste en tomar películas de las áreas de interés, procesarlas y evaluarlas en el mismo campo.

Por lo regular se hace inspección radiográfica del 100% de las soldaduras sobre todo en los cruces de la línea con carreteras, vías de ferrocarril, ríos y cuando la tubería está destinada a estar bajo el agua. El porcentaje de radiografías requerido en otras áreas varía del 50 al -- 100%, éste último porcentaje se aplica cuando se tienen tuberías de alta resistencia o en tuberías de pared delgada.

De las radiografías se determina las reparaciones que hay que hacer según el standard de soldadura API-1104 detrás de la cuadrilla de soldadura automática se tiene el equipo de reparaciones que trabaja a base de soldadura manual con elec--trodo revestido.

Cuando se tenga que efectuar una reparación ésta se hace de la siguiente manera: Se corta el tubo con la biseladora a ambos lados de la soldadura rechazada, se prepara un tramo de tubo o --carrete con la longitud requerida, se biselan los extremos de las partes afectadas y se procede a --soldar nuevamente hasta satisfacer los límites de tolerancia establecidos por las especificaciones, checando nuevamente con inspección de rayos "X".

b).- Empates.

Para los cruces con carreteras, se cuenta -- con una cuadrilla de empates que se encarga de -- unir los segmentos sueltos para concluir en una -- línea continua.

La cuadrilla de empates finales es en realidad un frente completo en miniatura, ya que en -- los empates se corta la tubería sobrante y se bisela, se aplica la soldadura requerida, y el recubrimiento anticorrosivo que haya sido afectado.

4.4.2.- PLANTA DE DOBLE-JUNTA

Debido a la necesidad de obtener una producción acelerada, por lo apretado del programa de obra, se optó por instalar una planta de soldadura, la llamada planta de doblejunta; en esta planta se obtendrían tramos dobles de tubería (24 mts. de longitud) reduciendo a la mitad el número de juntas a soldar en el campo.

La planta de doble junta utilizada en el tramo norte del T.S.N.G. es la misma que se utilizo en el oleoducto de "48" de diámetro construido en Alaska.

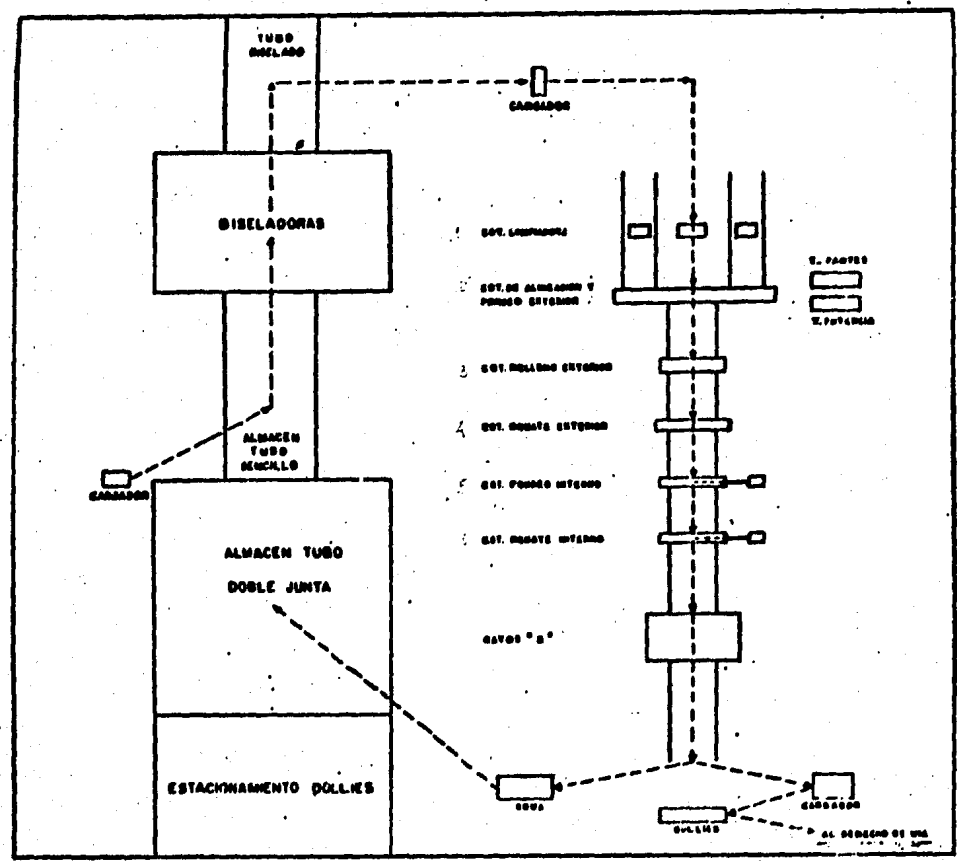
Al principio fue necesario contar con los servicios de asesores extranjeros para instalar y poner en servicio la planta, la cual quedó ubicada en Soto la Marina, Tamps.

La planta de doble junta cuenta con seis estaciones, las cuales están distribuidas en tal forma que permiten un ciclo de producción continuo (Fig. 4.4.2.1.).

Se tiene la primera estación que es la de limpieza, esta se hace por medio de cardas circulares que cuentan con un sistema de rotación automático; las cardas se colocan en los extremos del tubo y limpian el área a 15 cm. del bisel, esto se hace con el fin de evitar contaminación al fundente provocando poros en la soldadura.



FIG. 4.4.1.1. PROCESO PLANTA DE DOBLE JUNTA



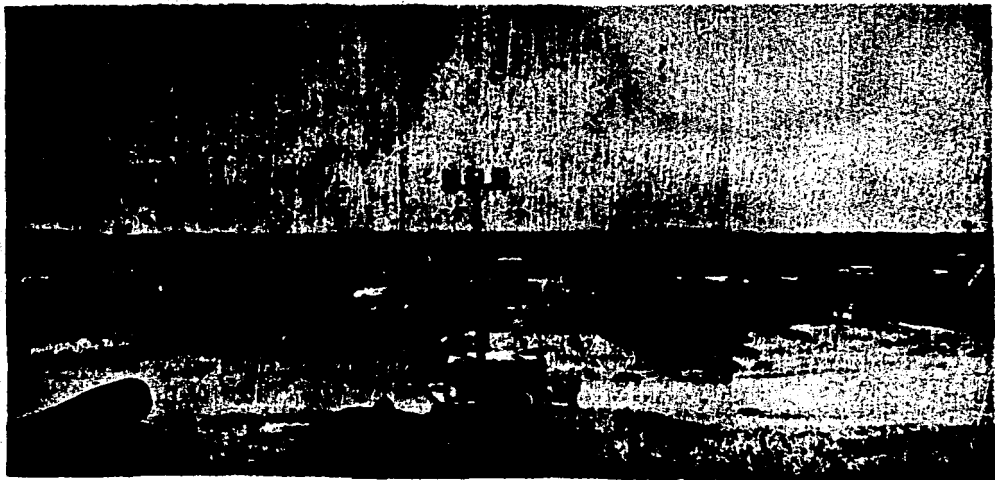
En la segunda estación de la planta se realiza la alineación de la pareja de tubos por medio de un alineador interior neumático, una vez alineado se procede a la aplicación del primer cordón de soldadura denominado fondeo exterior.

En la tercera estación se recibe ya el tubo doble (24 mts.) y se le aplican los cordones de relleno.

En la cuarta estación se aplica la soldadura de remate exterior concluyendo con esto la soldadura exterior del tubo.

La quinta y sexta estaciones, son de soldadura interior en la quinta estación aplica el cordón de fondeo interno, y en la sexta estación se efectúa la soldadura de remate interior.

La planta de doble junta se instaló en un terreno de 250 m x 250 m compactado al 95% para evitar asentamientos, el tubo se desplaza hacia las estaciones de soldado por gravedad ya que al nivelar la superficie de rodamiento de los tubos se deja una pendiente de 2 pulgadas verticales -- por cada 10 metros horizontales; se debe vigilar la pendiente mencionada ya que una inclinación mayor provocaría que los tubos rodaran a mayor velocidad y podrían romper los posicionadores que lo reciben en cada estación; por otra parte una pendiente menor evitaría que el tubo rodara ya que no sería suficiente para vencer la inercia del tubo.



Para iniciar el proceso de soldado en la -- planta, se toma el tubo sencillo del almacén con cargadores con tenazas que desplazan el tubo ha-- cia las biseladoras, una vez hecho el bisel el -- tubo se traslada al llamado "RACX" de estirado de la planta, donde el tubo se desliza mediante posi-- cionadores automáticos hacia la primera estación de la planta que es la de limpieza para posterior-- mente pasar a las estaciones ya antes descritas.

Al salir la última estación de soldadura -- (remate interno) el tubo llega al llamado "RACX" de salida donde el tubo doble se somete al con-- trol de calidad mediante la aplicación de rayos -- "X" a la junta efectuada. Según los resultados -- de la prueba de rayos "X" el tubo se traslada al almacén de reparaciones o al almacén de tubo do-- ble, para posteriormente ser trasladado al dere-- cho de vía mediante "Dollies".

Cabe mencionar que para cada tubo de fabri-- cante distinto se tiene que calibrar la planta en sus parámetros de operación como voltaje, veloci-- dad de rotación del tubo y velocidad de alimenta-- ción de alambre, que son los que incluyen para ob-- tener un cordón de soldadura de buena calidad.

4.5.- PROTECCION MECANICA.

Una vez que se ha ejecutado la soldadura - con resultados satisfactorios, se procede a efectuar la protección mecánica de la tubería, que -- consiste en la limpieza y aplicación de recubri-- mientos.

Los tractores tiendetubos levantan la tube-- ría ya soldada de los polines en que fue colocada por la cuadrilla de alineado y soldado.

La limpieza consiste en quitar todo mate-- rial ajeno al tubo, esto se realiza por medio de una máquina rasqueteadora, completándose la lim-- pieza con cepillos y rasquetas de mano en los lu-- gares que se requiera.

Se debe cuidar que la superficie exterior - del tubo quede completamente limpia, esto se lo-- gra calibrando la velocidad de viaje de la máqui-- na rasqueteadora, la cual posee un sistema de lo-- comoción propio que le permite desplazarse por -- donde se encuentra el tubo.

Ya realizada la limpieza se procede a la -- aplicación de los diferentes recubrimientos que - integran la protección mecánica, estos son:

- a).- Pintura primaria.
- b).- Esmalte anticorrosivo.
- c).- Malla de refuerzo (vidrioflex).
- d).- Envoltura exterior (vidriomat).

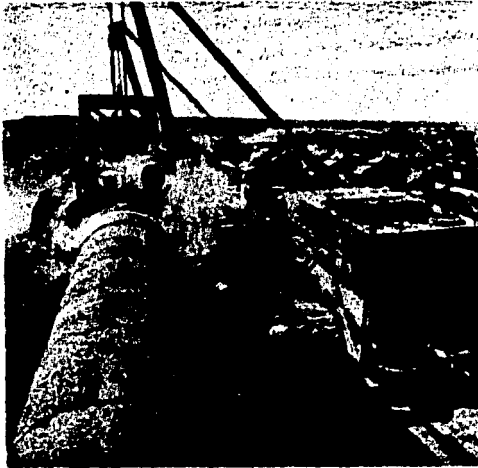
Los recubrimientos tienen como principal -- función el evitar que el agua entre en contacto - con el acero de la tubería; la efectividad del re cubrimiento se basa en su calidad y durabilidad, - además de la habilidad y cuidado con que se apli- que.

La pintura primaria la aplica la misma ras- queteadora, esta pintura deberá cubrir perfecta- mente todo el tubo cuidando no dejar puntos sin - pintura o partes con burbujas o exceso de pintu- ra, de existir estos casos se corrigen a mano con una cuadrilla de "brocheros" que van detrás de la rasqueteadora.

Se debe cuidar que no transiten vehículos - que levanten polvo al estar aplicando la pintura; cuando se trabaje en terreno con demasiado polvo suelto se requieren los servicios de pipas de -- agua que rieguen el área, con el fin de evitar -- que se levante polvo.

La función de la pintura primaria es propi- ciar la máxima adhesión entre la superficie del - tubo y las capas subsecuentes de esmalte.

Detrás de la rasqueteadora le sigue muy de cerca la esmaltadora que también cuenta con un me canismo de autopropulsión. Antes de aplicar el - esmalte la superficie exterior del tubo ya pinta- do debe estar libre de polvo, tierra o cualquier materia extraña.



El esmalte se debe aplicar a una temperatura de 235 a 280°C (de 455 a 536°F), esto se logra con una caldera que es jalada por un tractor tiendetubos; se suministra el esmalte a la esmaltadora por medio de una manguera metálica flexible.

La esmaltadora cuenta con un sistema de cabezas giratorias que envuelven el tubo con la malla de refuerzo (vidrioflex) y con la envoltura exterior (vidriomat); la función principal de las envolturas es proteger al esmalte de daños mecánicos durante la instalación de tubos dentro de la zanja.

La capa de malla de refuerzo debe tener un espesor mínimo de 3/32" (aproximadamente 0.093") y ya con la envoltura exterior debe alcanzar un espesor mínimo de 0.105".

- PARCHEO.

Una vez que se han aplicado todas las capas del recubrimiento anticorrosivo se procede a la inspección y prueba del mismo, esto se hace por medio de un detector eléctrico, tipo impulso, baja corriente y tensión ajustable; el detector se coloca alrededor del tubo y se recorre la tubería, si se escucha la chicharra del detector quiere decir que hay una falla en el recubrimiento, esta falla se marca en el tubo con crayones para proceder a su reparación o parcheo.

El parcheo de las fallas en el recubrimien-
to se hace inmediatamente después del paso de la
esmaltadora; el parcheo se efectúa quitando el re
cubrimiento del área de falla con una charrasca y
utilizando una cubeta de esmalte y trozos de vi--
drioflex y vidriomat colocando un parche en la --
zona afectada.

4.6.- BAJADO Y TAPADO.

El bajado consiste en mover la tubería (apoyada en polines) de un lado de la zanja a su posición final dentro de la misma.

El bajado se debe realizar de tal modo que la tubería no sufra deformaciones permanentes, -- tanto longitudinales como transversales.

Antes de comenzar la actividad de bajado, -- se debe preparar el fondo de la zanja limpiándolo de obstáculos, piedras o irregularidades que pudieran provocar concentración de cargas, dañando el revestimiento al depositar la tubería.

En los lugares con formaciones rocosas se -- debe preparar el fondo de la zanja con tierra o -- arena suelta formando un colchón con el fin de -- dar un apoyo uniforme a la tubería, evitando así -- daños al revestimiento.

En la operación de bajado intervienen cuatro tractores tiendetubos que levantan la tubería y abriendo sus plumas van dejando la tubería dentro de la zanja. Los tiendetubos se alinean a un lado del tubo y lo levantan por medio de bandas -- de lona de 60cms. de ancho, se vigila no provocar esfuerzos excesivos a la tubería; el primer tiendetubos abre su pluma apenas unos grados mientras que el cuarto tiendetubos abre la pluma totalmente moviendo el tubo al interior de la zanja; ya -- dentro de la zanja se quitan las bandas de bajado y el cuarto tractor tiendetubos se desplaza al -- primer lugar de la línea de tractores para levantar otro tramo de tubos y así sucesivamente.



Al levantar la tubería de sus apoyos (polines de madera) se pasa el detector eléctrico por estos puntos chequeando que el recubrimiento se encuentre en perfecto estado, en caso contrario se procede a la reparación correspondiente.

Una vez alineada la tubería dentro de la zanja se procede al tapado, esto se hace con material suave hasta alcanzar un espesor de 20 cms. - arriba del lomo del tubo, posteriormente se puede seguir el tapado con material grueso.

Sobre la línea de la zanja se deja la tierra sobrante para compensar por asentamientos que llegaran a presentarse posteriormente el resto se distribuye a lo ancho del derecho de vía.

A lo ancho de la corona de la zanja se lleva a cabo una leve compactación por bandeo (mínimo tres pasadas). La operación de tapado la realizan tractores Bulldozer.

Ya ejecutado el tapado se procede a reparar las obras existentes tales como canales, drenes, etc., procurando dejar la zona lo mas semejante posible a como se encontraba antes de iniciar operaciones constructivas del gasoducto.

4.7.- PRUEBA HIDROSTATICA.

La prueba hidrostática se realiza con el fin de checar que todas las soldaduras transversales así como las longitudinales, que se hicieron al fabricar el tubo, estén en perfecto estado y sean capaces de soportar la presión a que serán sometidas durante la operación del gasoducto.

El método de prueba consiste básicamente en sellar las secciones ya soldado, enterrado y tapado, llenarlo de agua y subir la presión a un máximo de 1500 PSI durante 24 horas; si la presión no baja mas de lo estipulado por las especificaciones de PEMEX, la sección queda probada y aprobada.

Al probar la tubería se sigue el procedimiento siguiente: Se fabrican los dispositivos de envío y recibo de diablos, que son los llamados "Manifolds", estos son carretes de tubo de 1.50 mts. cuando se utilizan para enviar el diablo (dispositivo de limpieza) y de 4.50 mts. de longitud cuando se usan para recibir el diablo, éste es de tres copas de hule y de 1.20 de diámetro.

El "Manifold" lleva soldada en un extremo una tapa de 48" de diámetro y lleva integradas válvulas de 1, 2 y 8 pulgadas de diámetro, que son utilizadas al hacer las conexiones de las bombas de llenado y de alta presión.

El "Manifold" se solda a cada extremo del tramo a probar; se corre el diablo que es empujado con agua efectuandose así la limpieza de la línea de lodo o basura que se haya acumulado durante la construcción; al final de esta corrida, la línea queda llena de agua.

Una vez que se corrió el diablo de limpieza y se purgó del aire, la línea queda llena a una presión de 300 PSI. Cuando esto sucede se dice que la línea está empacada; se procede a cerrar la válvula de la bomba de llenado, para abrir la válvula de la bomba de alta presión que llena la sección hasta alcanzar 1523 PSI, que equivalen al 90% de la presión de falla del tubo.

Generalmente se esperan seis horas para que se estabilice el flujo dentro de la línea.

Los 1523 PSI, se mantienen durante 24 horas, durante este tiempo se toman mediciones continuas y se registra una gráfica en que se detecta cualquier cambio en la presión. En las mediciones se utiliza un instrumento de medición denominado balanza de pesos muertos, que es de alta precisión ya que registra variaciones de presión hasta de una libra, en realidad este es el instrumento en que se registran las fallas o fugas.

Según especificaciones se tiene una tolerancia que permite una baja de presión hasta de 5 -- libras; si los cambios de presión registrados no rebasan este límite la sección queda aprobada.

Una vez aceptada la sección de tubería se procede a soltar el agua. En este caso los ríos para tomar el agua se encontraban muy retirados y fue necesario pasar el agua de una sección a otra por medio de conexiones. En los 400 kilómetros del tramo Norte del T.S.N.G. sólo se pudo tomar agua de tres fuentes de abastecimiento que fueron el río "tigre" (km. 844+055), el río Soto La Marina (km. 950+000) y el río "conchos" (km. 1062+000).

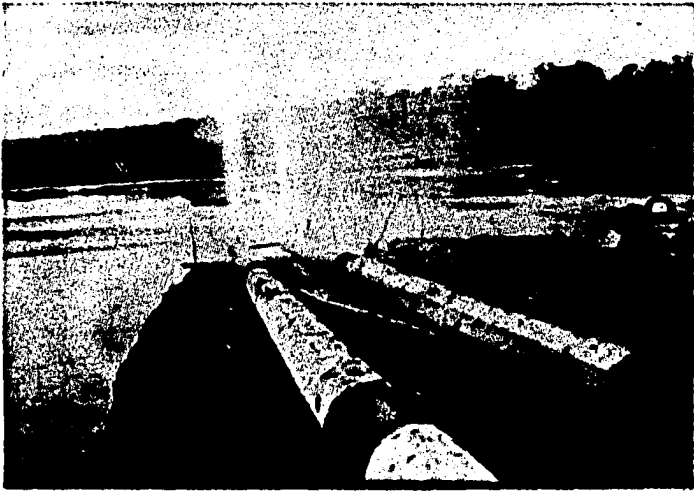
La falta de agua obligó a que se prepararan con manifolds todas las secciones entre una fuente de agua y otra; de esta forma se llenaban de agua las diferentes secciones de tubería quedando empacadas a 300 PSI de presión.

Posteriormente la bomba de alta presión se traslada hacia cada sección de prueba para levantar la presión al nivel requerido.

Cuando se registra una fuga se vuelve a levantar la presión y se inicia la prueba de nuevo. Si en varios intentos sigue bajando la presión se concluye entonces que hay una fuga en la sección.

Existen tres métodos para localizar una falla, estos son:

a).- Se hacen sondeos en las partes en que se observan revestimientos de agua en la superficie del terreno cerca de la línea. Estos sondeos se efectúan descubriendo partes de la línea para buscar la falla; este procedimiento no es muy efectivo ya que se puede tratar de afloramientos naturales, causados por manantiales o arroyos subterráneos.



b).- Agregar anilinas (colorantes) al agua de llenado de la sección y esperar a que el colorante marque el punto de la falla. Este método es efectivo si el terreno no es rocoso, ya que el agua se puede desviar a través de las rocas y no aflorar.

c).- El método mas eficaz y efectivo es cortar la sección que presenta la fuga a la mitad y probar uno y otro lado; una vez detectada la mitad que tiene la fuga se vuelve a cortar y así sucesivamente hasta el punto exacto de la fuga.

Se fabricaron un total de 22 manifold, de estos 14 de 48" de diámetro y los 8 restantes de 42" de diámetro; se tarda aproximadamente tres días para fabricar un manifold y tres días en la instalación de las bombas de llenado, válvulas y manifolds a la línea regular para cada sección. Las bombas de llenado rinden 2800 GPM (galones por minuto), lo que equivale a 300 mts. lineales por hora ó 6 Km. por día.

El tramo norte del T.S.N.G. fue dividido en 18 secciones de prueba, estas secciones las define PEMEX y forman parte del proyecto.

El factor principal a considerar, para decir de cuantos kilómetros será una sección de prueba, es la presión que se logra alcanzar en el punto más bajo y en el más alto de la misma sección.

Por ejemplo para una tubería de 0.625" de espesor, los límites de presión especificados para prueba hidrostática son:

- Límite mínimo de presión 1340 PSI
- Límite máximo de presión 1523 PSI (90% de la --
presión de --
falla).

Esto significa que en una sección con pen--
diente, el punto mas alto debe alcanzar cuando me
nos un límite mínimo de presión y el punto más al
to no rebasar el límite máximo de presión.

Las secciones de prueba del tramo norte del
T.S.N.G. fueron las siguientes:

	DEL	AL	TOTAL
1)	821+681	843+500	21.819Km.
2)	843+500	853+800	10.300Km.
3)	853+800	871+861	18.061Km.
4)	871+861	880+608	8.747Km.
5)	880+608	917+000	36.392Km.
6)	917+000	950+000	33.000Km.
7)	950+000	961+000	11.000Km.
8)	961+000	970+000	9.000Km.
9)	970+000	989+000	19.000Km.
10)	989+000	1021+000	32.000Km.
11)	1021+000	1044+300	23.300Km.
12)	1044+300	1062+000	17.700Km.
13)	1062+000	1079+000	17.000Km.
14)	1079+000	1105+000	26.000Km.
15)	1105+000	1133+000	28.000Km.

16)	1133+000	1156+000	23.000Km.
17)	1156+000	1185+000	29.000Km.
18)	1185+000	1217+000	32.000Km.

5.0.- OBRAS ESPECIALES.

Las obras especiales son aquellas que deben hacerse para que la tubería pueda cruzar los obstáculos que se presenten en su trayectoria tales como ríos, carreteras o vías de FF.CC., y también a las obras que se realicen sobre la tubería para su operación, como son válvulas de seccionamiento y trampas de diablos.

5.1.- VALVULAS DE SECCIONAMIENTO.

Las válvulas de seccionamiento son obras especiales que se van habilitando a lo largo del gasoducto, su función es seccionar el ducto en tramos con el objeto de poder efectuar reparaciones o limpiar el gasoducto, para esto se requiere aislar la sección de trabajo.

La localización de las válvulas son determinadas por especificaciones de proyecto; las válvulas se colocan en función de las pendientes o características especiales del terreno.

En el lugar destinado para la colocación de una válvula de seccionamiento es necesario abrir un cajón lo suficientemente holgado para poder -- desplantar la cimentación en que va a ser apoyada la válvula, además se deben habilitar dos cimentaciones adicionales en las salidas de la válvula para apoyar la tubería del gasoducto.

Las válvulas son de 48" de diámetro, con un peso aproximado de 35 toneladas del tipo de compuerta, en donde la operación consiste en subir o bajar la compuerta por medio de un activador hidroneumático; cuentan con un BY-Pass (desvío) --

para poder aislar la válvula en caso de reparación.

Una vez colocada la válvula y apoyado el tubo, se procede a instalar la válvula soldándola a la línea regular existente.

Toda instalación de conexión o válvula debe ser subterránea quedando a la vista solamente el espigón.

En donde se habilita una válvula se efectúa una instalación adicional de un firme de concreto y andadores, además de una barba alambrada para su protección.

5.2.- TRAMPAS DE DIABLOS.

Las trampas de diablos son las instalaciones necesarias para poder efectuar el envío y recibo de los diablos utilizados durante la limpieza del gasoducto. Esta instalación consiste en un ducto paralelo a la línea regular que puede tener una longitud de 100 a 150 mts., utilizado como BY-PASS.

Los diablos se corren entre una y otra trampa con el fin de limpiar las secciones de tubería, ya que con el uso normal de la línea y con el paso del gas se van formando residuos en el interior del tubo, haciéndose necesario correr uno o varios diablos de limpieza.

Una vez enviado el diablo a través de la línea, se tiene que atrapar cerrando válvulas y desviando el flujo del gas hacia el BY-PASS de la

trampa. El mismo diablo puede ser enviado a recorrer la siguiente sección siempre y cuando se encuentren en buen estado las coronas de éste.

En las trampas de diablos se tienen conexiones para las estaciones de compresión, que se utilizan para elevar la presión del gas cuando se requiera.

El gas tiene normalmente una presión de diseño, pero en casos de tener que vencer cargas por desnivel, el gas conduce a la estación de compresión en donde se le aumenta la presión y se reinyecta a la línea regular. Estas estaciones cuentan con quemadores que eliminan las excedencias de gas que se presenten en un momento dado.

5.3.- CRUZAMIENTO DE ARROYOS Y CAMINOS DE 2o. y 3er. ORDEN.

Al seguir el gasoducto el trazo definido - por el proyecto, se encuentra con que tiene que - superar los obstáculos que se hallen sobre su -- recorrido. Entre éstos obstáculos se tienen los cruces con arroyos y caminos de 2o. y 3er. orden.

En todos estos cruces se hizo una obra es--pecial con el fin de que el gasoducto no perdiera su continuidad; se siguieron diferentes procedi--mientos en cada cruce procurando evitar que el -- avance de la línea regular no sufriera retrasos.- Los procedimientos utilizados en cruces de arro--yos consistieron básicamente en realizar desvíos y pequeños diques de contensión, dejando libre de agua el área de trabajo.

Los desvíos se hacen cuando el arroyo lleva demasiada agua y es relativamente imposible conte--ner el flujo con obras de contensión. Los diques de contensión son de gran utilidad cuando el arro--yo lleva poca agua, ya que ésta se puede almace--nar aguas arriba mientras se efectúan las activi--dades constructivas para efectuar el cruce. En --épocas de estiaje se adelantarán cuadrillas de --personal y maquinaria para dejar lista la sección de cruce y posteriormente empatarla con la línea regular.

El cruce de un arroyo consiste en dejar li--bre de agua el área de trabajo, excavar la zanja en el lecho del arroyo y soldar los tramos de tu--bería hasta completar la sección de cruce.

En lo que respecta a cruces con caminos de 2o. y 3er. orden, se procede a realizar desviaciones con el fin de no interrumpir el tránsito de estos caminos en el área por donde cruza la línea. Una vez hecho el desvío se procede a excavar la zanja y se realizan las actividades de trabajo, ya mencionadas con anterioridad, para el cruce del gasoducto. Después de efectuar el tapado se rehabilita el camino hasta darle las características que tenían antes de efectuar el cruce.

En total se cruzaron 83 caminos y 43 arroyos mismos que se enlistan a continuación con su cadenamamiento respectivo.

RELACION DE CRUZAMIENTOS DE ARROYOS
PANTANOS Y ZONAS BAJAS.

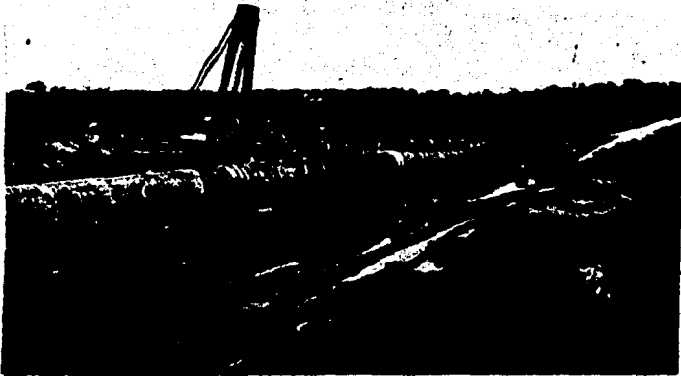
No.	NOMBRE	LOCALIZACION
1	Arroyo	824 + 365
2	"	825 + 350
3	"	825 + 854
4	"	826 + 369
5	"	827 + 076
6	ENTR. DE PRESA	830 + 085
7	ARROYO	832 + 200
8	"	833 + 512
9	"	833 + 870
10	"	836 + 527
11	"	844 + 095
12	"	844 + 779
13	"	854 + 538
14	"	862 + 578
15	"	862 + 936
16	"	863 + 270
17	"	879 + 484
18	ARROYO LA CHAQUITA	876 + 100
19	CANAL DE RIEGO	903 + 573
20	ARROYO	903 + 572
21	"	914 + 814
22	"	914 + 860
23	"	914 + 902
24	"	914 + 922
25	"	918 + 506
26	"	919 + 526
27	"	919 + 811
28	"	920 + 364
29	"	922 + 163
30	"	925 + 401
31	"	926 + 574
32	"	928 + 265
33	"	928 + 848
34	"	932 + 294

Cruzamiento de Ríos y Arroyos

No.	NOMBRE	LOCALIZACION
35	ARROYO	933 ± 533
36	"	933 + 831
37	"	935 + 332
38	"	936 + 367
39	"	936 + 529
40	PANTANO	939 + 817
41	ARROYO	939 + 817
42	"	942 + 134
43	"	946 + 250
45	R. CHARCO DULCE	1060 + 000
46	R. EL HUAPANGO	1063 + 000
47	RANCHO VIEJO	1070 + 000
48	C.A. RANCHO EL TORO	1074 + 000
49	C.A. RCHO. LOS NARANJOS	1084 + 000
50	C.A. GASOLINERA	1096 + 000
51	EJIDO LA JOYA	1106 + 000
52	EJIDO M. DE LEON	1113 + 000
53	RCHO. LA DELICIA	1121 + 500
54	EJIDO LA FLORIDA DEL NORTE	1124 + 500
55	C. A. R. PEÑITAS	1127 + 000
56	C. A. R. PEÑITAS	1129 + 600
57	R. LECHUGILLAS	1131 + 200
58	R. LECHUGILLAS	1133 + 100
59	R. EL CHAPEÑO	1137 + 000
60	EJIDO PARREÑO	1141 + 000
61	EJIDO PEDRO JOSE MENDEZ	1143 + 000
62	EJIDO PEDRO JOSE MENDEZ	1144 + 000
63	EJIDO PEDRO JOSE MENDEZ	1146 + 000
64	GANAD. SN. LORENZO	1149 + 900
65	SAN FERNANDEÑO	1153 + 000
66	SAN FERNANDEÑO	1157 + 000
67	SAN FERNANDEÑO	1161 + 500

Cruzamiento de Ríos y Arroyos

No.	NOMBRE	LOCALIZACION
68	SAN FERNANDEÑO	1163 + 000
69	C. A. RCHO. PERIQUITOS	1165 + 700
70	POB. ALFREDO V. BONFIL	1167 + 000
71	POB. ALFREDO V. BONFIL	1169 + 000
72	RCHO. EL MOLCAJETE	1171 + 000
73	RCHO. PALO ALTO	1173 + 000
74	RCHO. EL ROBLE	1177 + 000
75	RCHO. MONTE CRISTO	1181 + 300
76	RCHO. MONTE CRISTO	1185 + 700
77	RCHO. STO. DOMINGO	1186 + 800
78	RCHO. LA INDIA	1190 + 100
79	RCHO. EL JALAPEÑO	1195 + 800
80	RCHO. LA PALOMA	1198 + 700
81	LOS PATITOS-RCHO.	1201 + 100
82	RCHO. LA CUCHILLA	1204 + 000
83	RCHO. LA CUCHILLA	1206 + 900
84	RCHO. LA RETAMA	1206 + 300
85	EST. DE COMPRESION	1213 + 000
86	EJIDO LA ESCONDIDA	1215 + 500
87	LUIS LAURO	1217 + 500
88	CARR.A RIO BRAVO	1218 + 500



5.4.- Cruzamiento de Ríos.

Al cruzar un río se debe seguir una secuencia lógica de actividades previamente planeadas - para lograr que el cruce del río sea un éxito.

El tubo utilizado para cruzar un río es de espesor mas grueso que el utilizado en línea regular, además se recubre con mastique bituminoso y concreto reforzado con el fin de protegerlo contra la corrosión y darle flotación negativa.

Existen tres métodos para efectuar el cruce de un río, estos son:

- a) Desviando el Río.
- b) Construyendo un bordo en forma de presa para cruzar el lecho del río seco.
- c) Lanzamiento de tubería.

a) Método de Desvío.- Para realizar el desvío del río es necesario construir una pequeña -- presa aguas arriba y habilitar un bordo de protección en la orilla del río en que se esté trabajando. Se comienza a excavar una zanja profunda del lado opuesto a donde se va a iniciar el tendido.- Esta zanja es paralela al eje del río y es por -- donde pasará el flujo una vez que sea lo suficientemente profunda para aceptar todo el caudal del río. Al romperse el bordo del lado donde se escavó la zanja el río pasa a través de ésta quedando desviado.

Inmediatamente después de romper el bordo - se procede a excavar la zanja de la tubería, para seguir con el procedimiento constructivo de línea regular ya que el lecho del río estaría seco, --

esto se hace hasta llegar a $3/4$ partes del total del río. Se coloca un tapón en el extremo de la tubería para evitar que le entre lodo; se procede entonces a tapar la lingada de tubería ya colocada en la zanja. Luego de enterrar la lingada se cambia el desvío del lado donde ya se tendió la lingada, ya que se desvió el río por segunda ocasión, se busca la punta de la lingada ya enterrada para soldarle las secciones necesarias hasta cruzar el río en su totalidad.

b) Método de Presa Aguas Arriba.- Este método se utiliza cuando el río lleva poca agua y es posible almacenarla aguas arriba mientras se realiza el cruce. Al contener el agua se deja seco el lecho del río por donde cruzara la tubería, -- ejecutando las actividades constructivas como si fuese en línea regular en terreno relativamente seco. Una vez hecho el cruce, con la tubería ya tapada, se le da paso al agua quitando la presa de almacenamiento restableciéndose así el flujo normal del río.

c) Método de Lanzamiento.- Este método se utiliza cuando el río es profundo y caudaloso y consiste en preparar una lingada de varias secciones (de 12 Mts.) para después lanzarla al río -- agregándole secciones hasta completar la longitud del cruce.

Primeramente se unen secciones de tubería lastrada fuera del lecho del río y se le coloca en el extremo de la tubería un tapón que tiene la función de evitar que la tubería se llene de lodo, además este tapón cuenta con una preparación (horquilla) que permite que la lingada sea jalada desde el otro lado del río colocándola en la posición correcta.

La lingada se coloca sobre apoyos de rodillos facilitando su desplazamiento; al preparar la tubería se le acoplan un par de flotadores en cada sección por medio de flejes. Esto es muy importante ya que se trata de que la lingada flote y no se hunda clavandose en el fondo, ya que si esto ocurre es practicamente imposible rescatarla.

Simultáneamente a la preparación de la tubería se ejecuta la excavación de la zanja en el lecho del río, por medio de una draga de arrastre.

Una vez lista la tubería y la zanja se procede al lanzamiento, éste se hace sujetando la tubería con tractores que la desplazan hacia el río, a la vez se jala la lingada con un malacate desde el lado opuesto del río, colocándola en el eje de trazo del proyecto; posteriormente se sueltan los flotadores para que la tubería descienda y ocupe su posición definitiva. Por último se realizan los empates con la linga regular quedando listo el cruzamiento.

En general al efectuar un cruce de río se tiende la tubería bajo el cauce de la corriente, enterrándola en el fondo a una profundidad mínima de 2.2 Mts., esto es con el fin de evitar la erosión del agua en todo lo ancho del río.

En todos los cruces se deben evitar las curvas verticales y horizontales cuidando que el tramo de tubería de cruce sea siempre recto con sus extremos perfectamente empotrados en las márgenes del río.

Al elaborar el proyecto del gasoducto se hacen estudios hidrológicos, batimétricos y geológicos en los ríos por donde cruzara la línea, lo -- que permite definir la profundidad a que se debe colocar la tubería para evitar que ésta quede expuesta al flujo o sea socavada por la erosión del agua, también nos permite programar el equipo de construcción adecuada para cada cruce.

Los ríos que se cruzaron en el tramo norte del T.S.N.G. fueron los siguientes:

1. Cruzamiento Río Barberena de desvío y represa con canalizaciones Km. 821+515
2. Cruzamiento Río Tigre método de lanzamiento Km. 843+500
3. Cruzamiento Río Lajas método de lanzamiento Km. 864+930
4. Cruzamiento Río Chiquita método de lanzamiento Km. 876+100
5. Cruzamiento Río San Rafael - método de desvío sin represa con excavación en roca. Km. 880+749
6. Cruzamiento Río Palmas método de desvío Km. 937+531
7. Cruzamiento Río Chorreras método de lanzamiento Km. 949+394
8. Cruzamiento Río Soto la Marina método de lanzamiento Km. 950+479
9. Cruzamiento Río San Fernando método de lanzamiento Km. 1074+000

5.5.- Cruzamiento con Carreteras y Vías de FF.CC.

Al efectuar el cruce con una carretera o una vía de ferrocarril se hace por el método de túnel, evitando así que se interrumpa el tránsito normal en estas vías de comunicación.

El método de túnel consiste en excavar un túnel debajo de la vía o carretera para hincar un tubo de 52" de diámetro ("Camisa"), que ha sido biselado, soldado, rasquetado y esmaltado debidamente; el tubo conductor de 48" de diámetro se trabaja en la forma normal con la excepción de que se le aplican dos capas de esmalte de protección anticorrosiva.

El tubo conductor es engrasado y se introduce la lingada dentro del tubo guía con la ayuda de tractores tiende tubos. El ducto y la camisa deben conservarse concéntricos, ésto se logra colocando separadores y aisladores entre las dos tuberías.

El espacio entre el ducto y la camisa es sellado en sus dos extremos con sellos expansores. Una vez hecho lo anterior se empata el tramo de cruce con la línea regular, quedando la línea continua.

CONCLUSIONES :

Después del estudio realizado en esta tesis se concluye que para cualquier obra que se vaya a realizar dentro de la Ingeniería Civil, es necesario conocer a fondo todas y cada una de las características del proyecto a ejecutar; dentro de dichas características considero de gran importancia tener conocimiento de la geología del terreno en que se va a atacar ya que esto nos define en un momento dado la estrategia constructiva a seguir para obtener rendimientos óptimos; asimismo se deben tener siempre en consideración las especificaciones de construcción establecidas para el tipo de obra que se esté construyendo.

Se debe seguir una secuencia lógica constructiva, en la realización del proyecto es aquí donde entra el Ingeniero Civil que es quien debe vigilar que las actividades se efectúen correctamente y en el orden debido, cuidando la coordinación entre una y otra actividad con el fin de tener un avance óptimo y general de la obra en general.

Al construir, siempre se debe tener presente el factor tiempo ya que es quien nos rige la cantidad de recursos (Mano de obra, Maquinaria y Equipo) a utilizar dentro de cada actividad, para esto se debe hacer un análisis estudio previo de reconocimientos de la maquinaria a utilizar con lo cual podemos definir las cantidades óptimas necesarias de materiales, mano de obra, maquinaria y equipo.