

6
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA



"CARACTERISTICAS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE
DIABLOS Y PROCEDIMIENTOS PARA SU USO EN
TUBERIAS DE CONDUCCION DE HIDROCARBUROS"

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO PETROLERO
P R E S E N T A
ARQUIMIDES BLANCO PATRON



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D. F.

1990



Universidad Nacional
Autónoma de México

UNAM



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

C A P I T U L O		PAGINA
I	INTRODUCCION.	2
II	DIABLOS, DIFERENTES TIPOS, APLICACION Y SELECCION.	5
III	INSTALACIONES UTILIZADAS EN LAS OPERACIONES CON DIABLOS.	34
IV	CORRIDAS DE DIABLOS, PROPOSITO Y RESULTADOS BENEFICOS OBTENIDOS.	102
V	DIABLO INSTRUMENTADO, INSPECCION INTERIOR DE LINEAS DE CONDUCCION.	140
VI	REPARACIONES QUE SE PODRAN EFECTUAR EN LA LINEA COMO RESULTADO DE LA INSPECCION CON DIABLO INSTRUMENTADO.	201
VII	NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN OPERACIONES CON DIABLOS.	217

CAPITULO I

INTRODUCCION

CAPITULO I

INTRODUCCION

Los diablos son frecuentemente usados, durante la construcción y operación de líneas de conducción, con distintos propósitos, por ejemplo:

- 1) Para mejorar la eficiencia de la línea mediante la limpieza interior.
- 2) Para calibrar o medir el diámetro interior de la tubería.
- 3) Para separación de productos.
- 4) Para drenar las tuberías después de la prueba hidrostática.
- 5) Para llenar una línea y ponerla en operación.

Aunque estos dispositivos son ampliamente usados, poco se ha hecho para reunir información sobre los mismos y su comportamiento durante su utilización.

El presente trabajo se propone proporcionar una idea sobre corrida de diablos y de los fines que se persiguen con su realización. Las prácticas que se describen son aplicables de una manera general; pero siempre será necesario y conveniente desarrollar programas específicos de acuerdo con las condiciones de la tubería y con políticas operacionales y procedimientos actuales.

El propósito de la corrida de diablos, es mejorar la eficiencia de la línea desde este punto de vista los diablos se corren en una línea para mantener la eficiencia de la misma. Cualquier disminución en su eficiencia reduce el volumen de

fluido manejado en la tubería. Es imposible que una línea sea 100% eficiente, la fricción y otros factores físicos obstruyen el flujo.

La acumulación de parafina y arena en oleoductos, el atascamiento de líquido en oleogasoductos y sedimentos lodosos en poliductos originan el mismo problema en todos los casos la acumulación de contaminación incrementa la resistencia al flujo, disminuyendo la eficiencia de la línea de conducción.

Mediante pruebas de operación para calcular la eficiencia del flujo o de bombeo, se determina cuando una línea de conducción requiere atención, en caso de que sea necesario llevar a cabo la limpieza interior se introducirá un diablo en la corriente del fluido para raspar o tallar interiormente la pared del tubo con lo que se incrementará el flujo en la línea de conducción.

C A P I T U L O I I

DIABLOS DIFERENTES TIPOS, APLICACION Y SELECCION

C A P I T U L O I I

DIABLOS DIFERENTES TIPOS, APLICACION Y SELECCION

- 1.- Los diferentes diablos que se tienen para mantener en -- condiciones óptimas las líneas o tuberías, se pueden --- observar en las figuras, y se tienen: (De limpieza, ca- libración e instrumentados).

La aplicación de estas herramientas es con el fin, de -- darle mantenimiento al interior de las tuberías; así co- mo poder detectar las anomalías que la tubería contenga- para una eficiente operación de ésta. Estas herramien-- tas se emplean en líneas de conducción de gas, líneas de conducción de líquidos (crudo y productos petroquími--- cos) etc.

Para la selección de los diablos se emplea una tabla con las diferentes características de la línea, como de sus- componentes. (Codos, válvulas, tes y derivaciones) como la que se encuentra enseguida.

CUESTIONARIO PAA LA SELECCION DE RASPATUBOS PARA TUBERIAS

(Una información completa ayudará a proporcionar la mejor recomendación de uso)

1. Identificación de la línea _____

2. Propósito de uso del raspatabos (limpieza, desplazamiento, calibración).

3. Condiciones de la línea:

Material de la tubería: Acero Hierro Colado

Aluminio Concreto Otro _____

Diámetro (s) nominales _____ (pulgadas y cm.) -

Diámetro interior máximo _____

Diámetro interior mínimo _____

Contenido de la línea _____

(Crudo, gas, productos, agua, etc.)

Contenido de la línea al pasar el raspatabos (si es diferente al anterior) _____

Presión disponible para impulsión del raspador:

Normal: _____ Máxima: _____

1. CODOS Y CURVAS DE LA TUBERIA:

Distancia mínima entre codos _____

_____ (m.)

Tipo de codo: _____

CODOS DOBLADOS EN FRIJO

CODOS DOBLADOS EN CALIENTE

CODOS ANGULARES

Codos a recorrer:

Diámetro interior

Radio mínimo

Angulo máximo

II. VALVULAS DE
COMPUERTA:

Tipo doble disco o de cuña Tipo de conducto
Válvulas de Compuerta a recorrer:

Marca	Tipo	Serie	Material	Fig. No.	D.I. Min.
Espaciamiento del asiento					

III. VALVULAS DE
RETENCION
(CHECK):

Sobresale algo dentro de la
válvula? _____

Profundidad e inclinación -
de concavidad en el extremo
de salida _____

Otras válvulas a recorrer (check,
válvula macho, etc.):

Describe: _____

IV. "TES" Y
DERIVACIONES:

Si Tamaño de la barra _____
No Espaciamiento _____

Orificios Laterales por pasar: Diámetro Max. _____

Angulo con respecto a la tubería _____

Distancia máxima de recorrido del raspatubos por tanda _____

4. Otros requerimientos o información adicional:

Dirigir cotización a: _____

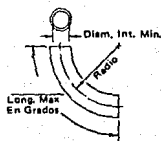
Firmado por: _____

Atención de: _____

Fecha: _____

Dirección: _____

1. CODOS Y CURVAS DE LA TUBERIA:



CODOS DOBLADOS EN FRIO

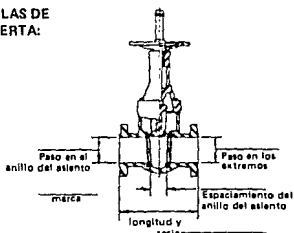


CODOS DOBLADOS EN CALIENTE

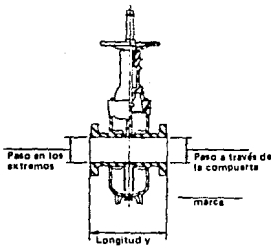


CODOS ANGULARES

II. VALVULAS DE COMPUERTA:

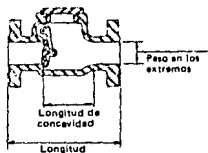


Tipo doble disco o de cuña



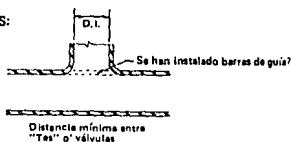
Tipo de conducto

III. VALVULAS DE RETENCION (CHECK):



Otras válvulas a recorrer (check, válvula macho, etc.):

IV. "TES" Y DERIVACIONES:



- 2.- Diferentes tipos de diablos que se utilizan en líneas que transportan gas natural.

Entre los tipos de diablos que se utilizan en gasoductos se tienen 3 tipos:

Diablos de limpieza.

Estos tipos de diablos emplean 2 tipos de elementos de limpieza, cepillos de acero y cuchillas de uretano.

Los cepillos de acero pueden ser usados en líneas con depósitos duros adheridos en la pared del tubo ver fig. -- (FJR) ejemplo de un diablo de cepillos de acero.

Las cuchillas de uretano pueden ser usadas para remover gomas o depósitos sueltos que pueden venir en el flujo de fluidos partículas que van modificando la eficiencia del tubo y disminuyendo el diámetro interior de la tubería ver fig. (UC-2) ejemplo de diablo con cuchillas de uretano.

La puerta de desvío está incorporada dentro de algunos diablos de limpieza.

La operación del desviador consiste en: Que parte del flujo es dividido a través del diablo o cerca del cuerpo del diablo para crear turbulencia adelante del diablo, esto ayuda a mantener el material extraño suspendido en el frente del diablo, para que este material sea desplazado por el diablo. Para que las copas que son los elementos de limpieza no acumulen polvo o partículas extrañas y cumplan un sello con las paredes de la tubería.

Diablos de desplazamiento.

Los diablos de desplazamiento TDW emplean múltiples copas o discos que mantienen un sello a través de las curvas y llenan el diámetro de la sección de operación como lo observamos en la fig. (SBN-4A, LBN-4A).

El diablo vantage IV mostrado en fig. (LBCC-2) con copas cónicas, que permiten el paso del diablo sobre las obstrucciones en la línea y forman un sello continuo.

Diablos instrumentados.

También se emplean diablos con dispositivos para la detección de variación del espesor de los tubos causados por corrosión por medio de una cinta magnética grabada, además registran el kilometraje recorrido y los puntos en los cuales se encuentran tal o cual falla o sea la ubicación de éstas.

3.- Diferentes tipos de diablos que se utilizan en líneas -- que transportan líquidos (crudo y productos).

Entre los diferentes tipos de diablos utilizados en lí--neas para transporte de líquidos tenemos 3 tipos como --son:

- Diablos de limpieza.

Estos diablos emplean 2 tipos de elementos de limpieza:- Cepillos de acero y cuchillas de uretano.

Los cepillos de acero pueden ser usados en líneas con de pósitos duros incrustados en la pared del tubo, se tiene un diablo con cepillos compensadores como se observa en la fig. (FJR) (diablos de limpieza).

Las cuchillas de uretano pueden ser usadas para remover gomas o depósitos sueltos como ejemplo de este tipo de - diablo observar la fig. (UC1, UC2 uretano). Estos dia--blos pueden ser usados en aceite crudo, productos refinados, químicos porque son resistentes a la abrasión.

La puerta de desvío está incorporada dentro de los dia--blos de limpieza.

El funcionamiento de este aditamento consiste en que par te del flujo es dividido, a través del tubo y el cuerpo del diablo, para con esto crear una turbulencia delante del diablo, con esta situación se tiene el material ex--traño suspendido en el frente del diablo y pueda ser des plazado, las copas sirven de sello con las paredes del - tubo para arrastrar todas las partículas extrañas y de--jar el tubo limpio.

- Diablos de desplazamiento.

Estos diablos emplean una serie de copas múltiples o --- discos que mantienen un sello con las paredes del tubo, tanto en tramos rectos como en las curvas fig. (SBN-4A - desplazamiento).

También se usa el vantage IV con copas cónicas las cuales permiten el paso del diablo a través de las obstrucciones y forman un sello continuo.

- Diablos instrumentados.

Estos diablos con implementos que detectan fallas en el espesor de los tubos debido a corrosión u otras fallas.

4.- Fines que se persiguen con la utilización de cada uno de estos tipos de diablos.

Son dispositivos de limpieza y detección de fallas. Entre los dispositivos más utilizados en los programas de mantenimiento preventivo se describirán a continuación - los conocidos en el lenguaje de la industria petrolera - con el nombre de cochinos o diablos, aunque existen diferentes tipos, éstos son básicamente artefactos que se -- desplazan por el interior del tubo impulsados por los diferentes fluidos.

De acuerdo al fin que se busca se pueden distinguir 3 tipos: Raspatubos.- Para limpiar internamente la tubería; calibradores.- Para detectar deformaciones tales como -- abolladuras, aplastamientos, etc.; electro-magnéticos.-- Para detectar variaciones en el espesor de pared, producidas por corrosión interna o externa.

Los raspatubos son usados como se dijo para limpiar interiormente la línea de depósitos provenientes de los hidrocarburos transportados, a fin de restaurar la capacidad original de la línea. También se pueden usar para - difundir un inhibidor de corrosión a lo largo de la lí--nea o para retardar la corrosión interna reduciendo la - cantidad de material corrosivo dentro de ella.

Los cochinos actualmente en uso son metálicos, de plástico espumoso y en el caso de los detectores están equipados con delicados equipos electrónicos. Tanto para el - lanzamiento como para la recepción de estos dispositivos se utilizan instalaciones especiales llamadas trampas, - que mediante un juego de válvulas permiten una operación segura tanto para el personal operador como para los dispositivos. Los calibradores se pasan generalmente antes

del detector electromagnético para tener la seguridad de que las deformaciones que tiene la tubería son admisibles en el sentido de que no dañarán al segundo detector.

El detector electromagnético es la última mejora de la técnica en este tipo de dispositivos, permite detectar disminuciones en el espesor de pared a lo largo de la tubería en los 360° de cada sección transversal de la misma.

Esta información es sumamente importante en la planificación del mantenimiento preventivo de la línea. De acuerdo a esta información se deberán de reparar tramos con anomalías para mantener la línea en óptimas condiciones de operabilidad y seguridad.

Los fines que se persiguen con la utilización de éstas herramientas, es de mantener las líneas de transporte de hidrocarburos con una máxima eficiencia de operación, en la conducción de los diferentes fluidos por las tuberías sin obstrucciones.

5.- Características de cada uno de los tipos de diablos:

Diablos de limpieza y desplazamiento.

5.1 Estructura (partes componentes principales).

Cuentan con:

Cuerpo de tubo.

Copas de uretano 2 tipos.

Cepillos de alambre (limpieza).

Cuchilla con costillas de uretano (limpieza).

Para choques.

Tuerca del cuerpo.

Rondana de seguro.

Tapón desviador.

5.2 Material de fabricación de cada componente:

Cuerpo de tubo es de tubo de acero.

Copas son de uretano para desplazar líquido y tienen un alto poder de dureza.

Cepillos de alambre - Son de acero inoxidable.

Costillas de uretano - Son de uretano.

Para choques - de acero y uretano.

Tuerca - de acero.

5.3 Función que desempeña cada componente.

Cuerpo de tubo - Sirve para darle firmeza - al diablo en el cual van - los implementos asegura--- dos.

Copas de uretano - Sirven para desplazar lí-
Copas de neopreno - quido y tienen resistencia a los hidrocarburos con un mínimo de hinchazón, ---- también sirven para sellar contra las paredes del tubo y de impulsor del diablo.

Cepillos de alambre - Sirven para la limpieza de incrustaciones duras en la pared de la tubería.

Cuchillas de uretano - También sirven para la --- limpieza de incrustaciones de gomas o productos residuos con poca dureza.

Para choques - Sirven como su nombre lo - indica para choques de los diablos.

Entre los diablos de limpieza se tienen los siguientes:

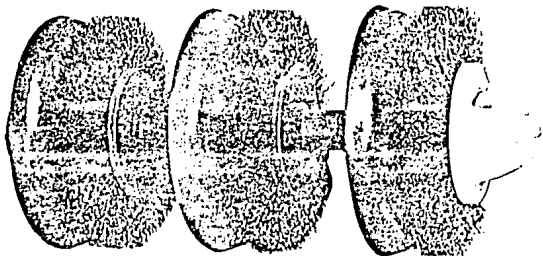
T I P O		T A M A Ñ O
F J R	Para	2" a 6"
J R N	"	2" a 6"
W C K 12	"	6" a 14"
W C K 16		
W C K 12 DD	"	6" a 14"
W C K - 3	"	6" a 14"
T - 2	"	12" a 24"
T - 1	"	12" a 36"
U C - 2	"	20" a 36"
U C - 2	"	10" a 18"
U C - 1	"	20" a 36"

Como los podemos observar en las siguientes figuras:

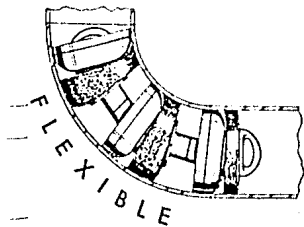
Entre los diablos de desplazamiento se tienen los siguientes:

T I P O		T A M A Ñ O
S B N - 4A		2" a 4"
S B - 4A		3" a 14"
S B - 6 PL		4" a 14"
S B N - 5 PL		4" a 14"
L B N - 4A		16" a 36"
L B B - 4 S B B 4 - 4		6" a 36"
L B C C - 2		16" a 48"
S G - 2		2" a 14"
L G - 2		16" a 36"

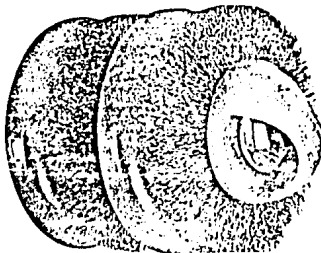
DIABLOS DE LIMPIEZA

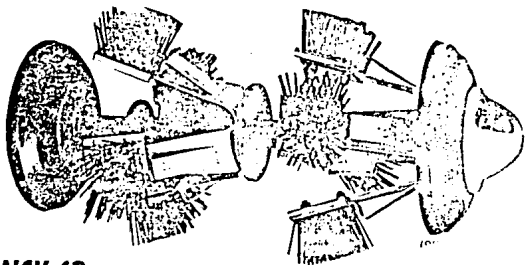


FJR

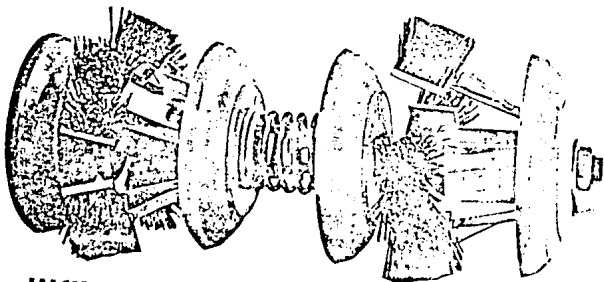


JRN

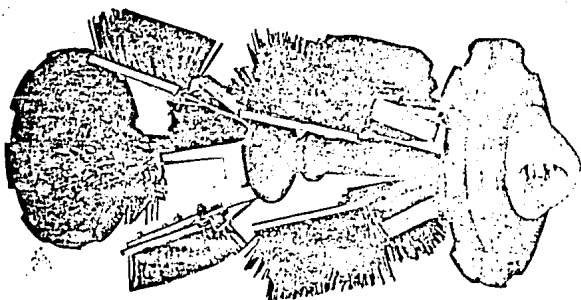




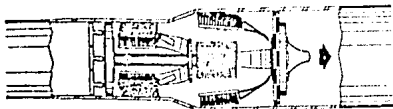
WCK-12



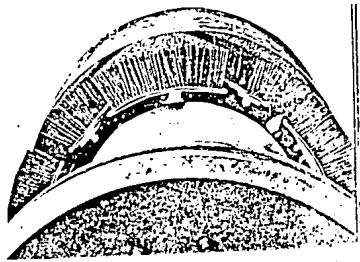
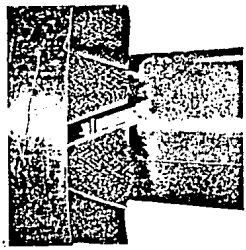
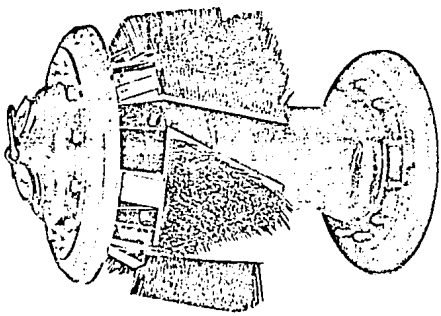
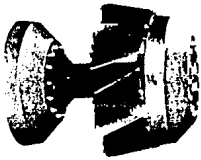
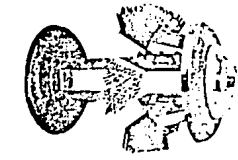
WCK-3



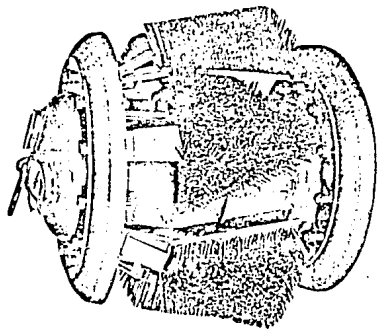
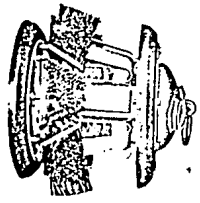
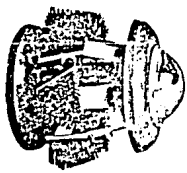
WCK-12DD



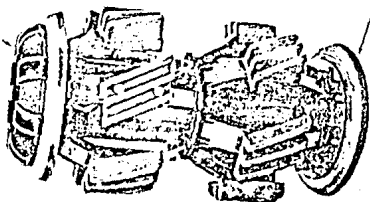
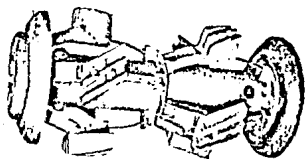
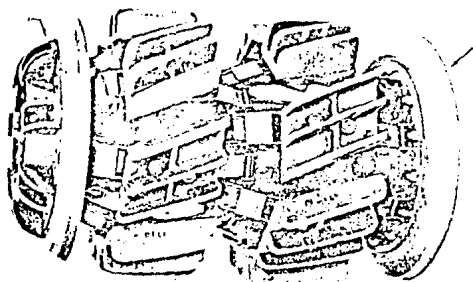
T-2



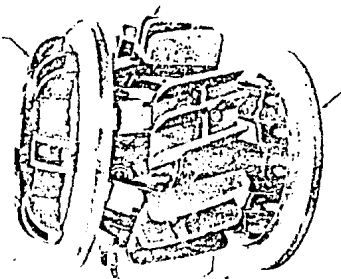
T-1



UC - 2



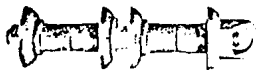
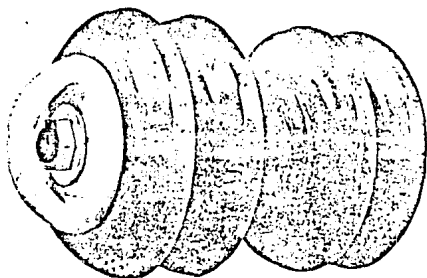
UC - 1



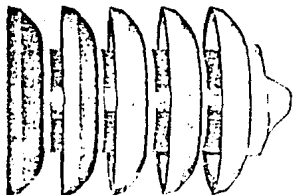
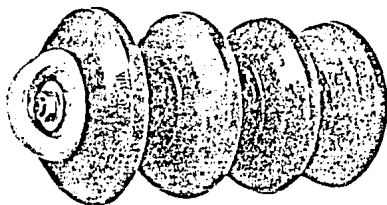
DIABLOS DE DESPLAZAMIENTO



SBN-4A

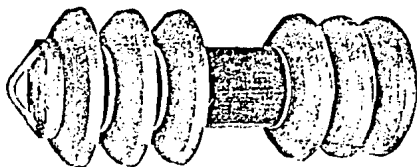


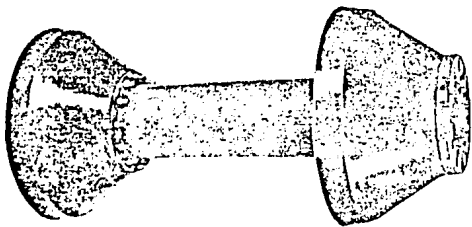
SB-4A



SBN-5 PL

SB-6 PL

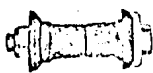




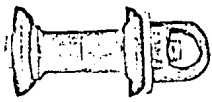
LBCC-2 Pig



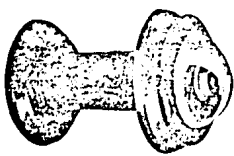
raspa
tubos
LBCC 2



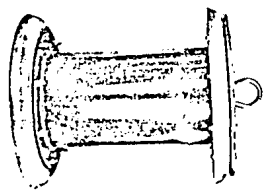
SG-2 2" & 2 1/2"



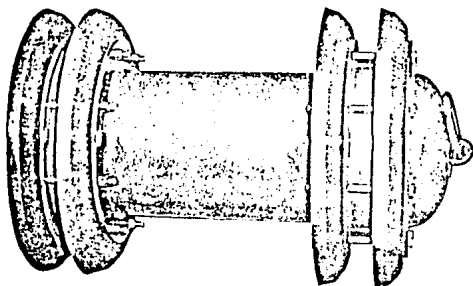
SG-2 3" & 4"



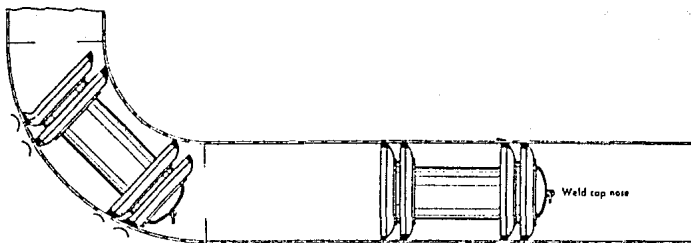
SG-2



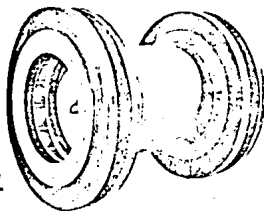
LG-2



LBN-4A

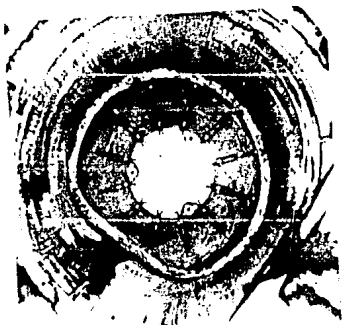
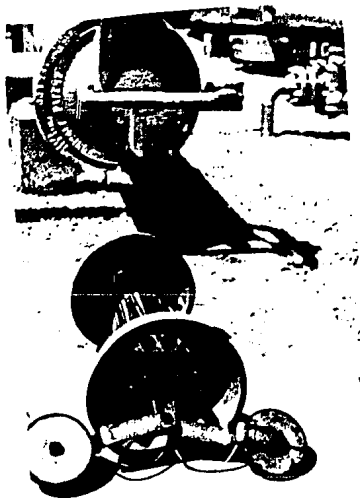


SBB-4

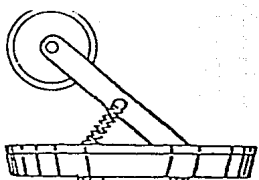


LBB-4

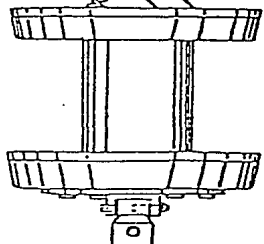
DIABLO INSTRUMENTADO



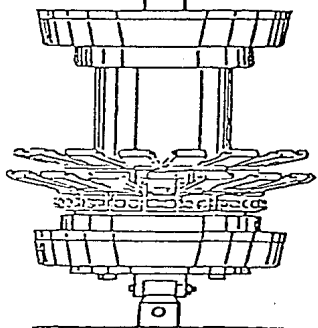
Los sensores mecánicos se mueven al pasar por una reducción en el diámetro interno de la línea.



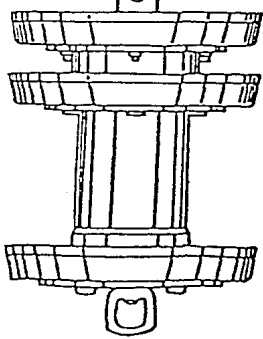
Seccion de Instrumentos



Seccion Transductora



Seccion Impulsora



5.4 Mantenimiento general de los diablos.

Extraer el diablo de la cámara o barril de recibo y ---- limpiar inmediatamente con agua caliente o agentes ----- limpiadores solubles en agua para prevenir la corrosión y facilitar la inspección de partes dañadas. No usar -- vapor sobre los componentes de poliuretano ni se pretenda aplicar fuego al diablo.

Escudos.

Reemplazar los escudos cuando éstos se encuentren severamente dañados en una zona o cuando el diámetro se haya - reducido de manera que el diablo no pueda permanecer via jando de manera uniforme en la corriente.

Muelles.

El mantenimiento de las muelles es importante ya que --- cualquier deformación en las mismas motiva un desgaste - acelerado e irregular en los escudos y en los elementos- limpiadores precisamente del lado donde se encuentra localizada la muelle dañada. El desperfecto en la muelle puede ser causado por deformaciones en la tubería o por falta de cuidado.

Elementos limpiadores.

Se deberán reemplazar los cepillos y las rasquetas en -- diablos de desgaste compensado antes que éstos sufran -- desgaste hasta los tornillos o tuercas de montaje, o --- bien cuando no levanten cuando menos 2.5 mm. (3/8") por encima del diámetro exterior del escudo.

Tornillos, tuercas, pasadores o chavetas.

Se reemplazarán todos los herrajes dañados y se comprobará que todas las tuercas y todos los tornillos queden -- herméticos en el apriete.

Cuerpo.

Se pintará con anticorrosivo todas las raspaduras y muescas en los cuerpos metálicos del diablo para prevenir la corrosión.

Copas.

Reemplace las copas cuando éstas estén severamente gastadas en un área o el diámetro no alcanza a formar un sello en la línea.

6.- Diferencias encontradas en el diseño de un tipo a otro - de diablo.

Las diferencias que se encuentran en los diablos de un tipo y otro son:

En su estructura, en sus implementos y además para el tipo de trabajo que se realice; es por eso que los diablos son de 3 tipos: de limpieza, calibración y desplazamiento y la nueva herramienta que se tiene que es el diablo instrumentado. De acuerdo a las necesidades de los trabajos, es que se diseñan los diferentes diablos. Como lo podemos observar en las figuras unos tienen pocas copas otros tienen más copas y cepillos de alambre otros cuentan con instrumentos electrónicos, esto es con el fin de poder detectar las fallas en operación de las líneas de flujo y que operen éstas eficientemente en la conducción de los hidrocarburos.

C A P I T U L O I I I

**INSTALACIONES UTILIZADAS EN LAS OPERACIONES
CON DIABLOS**

C A P I T U L O I I I

INSTALACIONES UTILIZADAS EN LAS OPERACIONES CON DIABLOS

Trampas.

1.- Dibujo de una trampa para envío de diablos.

2.- Dibujo de una trampa para recibo de diablos.

Los componentes de las trampas de envío y recibo son:

a) Una cámara (barril, cubeta, etc.)

b) Una tapa de apertura rápida.

c) Una válvula de paso de diablo.

d) Una válvula de pateo o puente hidráulico.

e) Una válvula de venteo.

f) Una válvula de quemador.

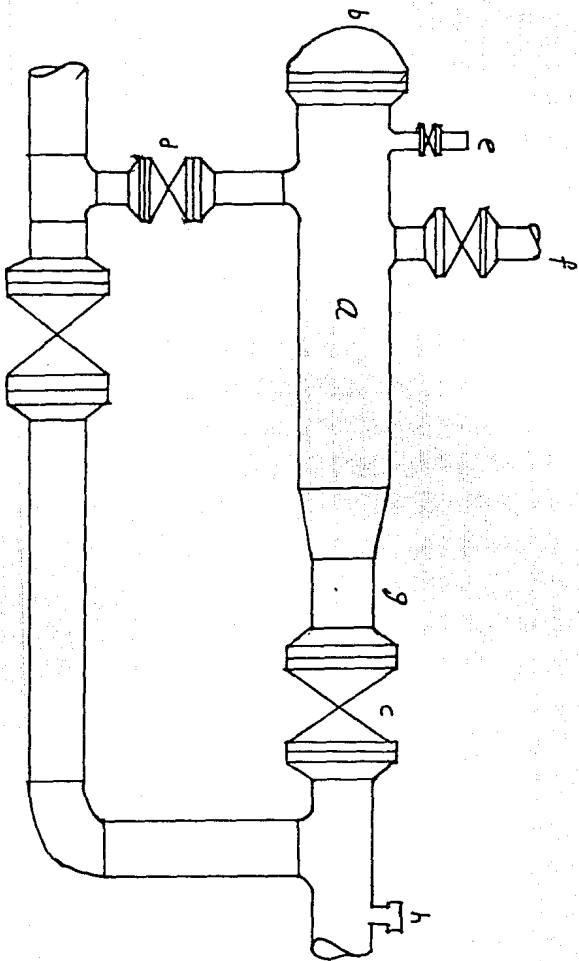
g) Tramo de tubería del mismo diámetro que la línea principal
(corto en envío y largo en recibo).

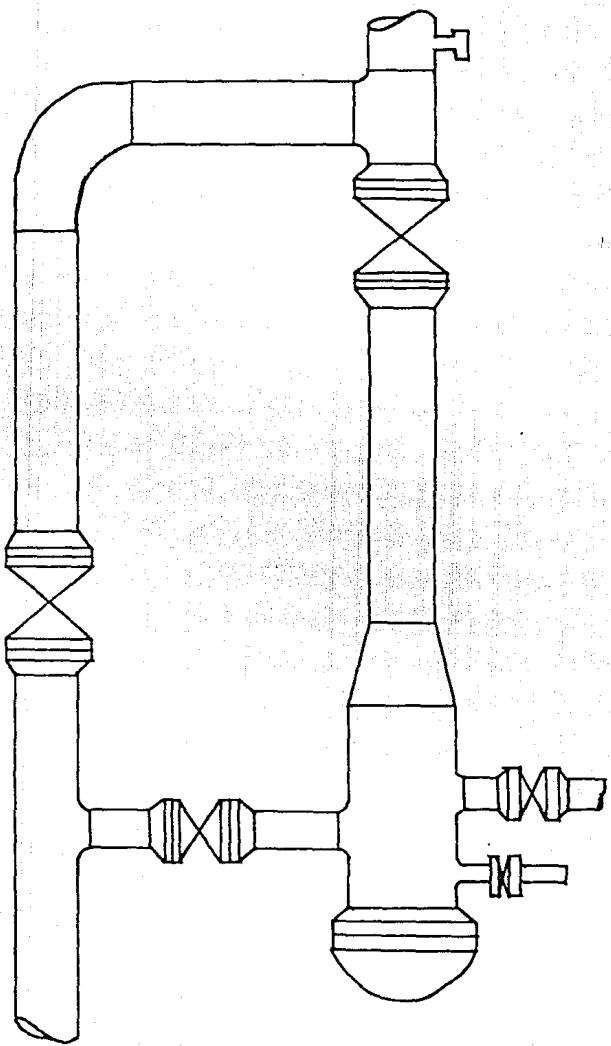
h) Indicador de paso de diablo

3.- Diferencias existentes entre trampas de envío y de recibo.

Las trampas de diablos están unidas a las líneas principa--
les, pero aisladas por medio de válvulas, esto es con el --
fin de poder llevar a cabo las corridas de diablos y tener-

ENVIO





RECIBO

seguridad para tales operaciones las trampas de envío se diferencian de las trampas de recibo en el tubo de salida o de llegada, este tubo es más pequeño en las trampas de envío que en las de recibo y es del diámetro de la línea; es más grande en las trampas de recibo porque permite que el diablo penetre o se aloje en la trampa y no quede atorado en la válvula de paso de diablo, ya que el elemento de empuje del diablo son las primeras copas, es por eso que se necesita un tubo grande o de longitud larga.

4.- Características de la cámara (barril, cubeta, etc.) de la trampa de envío (gas, líquido).

Las características de la cámara de la trampa es que el tamaño del barril de lanzamiento es comúnmente uno o dos diámetros mayor que el de la línea regular, y la longitud del mismo deberá ser por lo menos 1.5 veces la longitud del diablo más largo que podrá ser usado en la instalación. Esto es con el fin de permitir el manejo del diablo con más facilidad al introducirlo y no correr el riesgo de dañarlo, también nos permite que el diablo sea empujado hasta que las primeras copas estén en contacto con la tubería de diámetro igual al de la línea.

El barril está equipado con una tapa o cerradura de apertura rápida y cerca de ésta se inserta en el barril, la tubería del puente hidráulico la cual será equivalente en diámetro a 1/4 o 1/3 del correspondiente a la línea regular. El flujo conducido por esta tubería se introducirá al barril por detrás del último escudo del diablo.

El diámetro de la tubería de venteo será de 1/6 del relativo a la línea regular y su localización se deberá efectuar en el domo del barril en la proximidad de la tapa del extremo. Corriente abajo o inmediatamente después de la trampa de lanzamiento, se instalará un indicador de paso de

diablo para señalización del paso del dispositivo hacia la línea después de abandonar la instalación o trampa.

Para facilitar las operaciones de abrir y cerrar la válvula de descarga de la estación, la tubería correspondiente se inserta lateralmente sobre la línea principal, la abertura para la inserción se deberá equipar con barras guía - al ras del diámetro interior de la tubería, con el fin de evitar que el diablo se gire y se atranque en la inserción.

5.- Características de la cámara (barril, cubeta, etc.) de la trampa de recibo (gas, líquidos).

El tamaño del barril es de uno a dos diámetros más grande que el diámetro de la línea principal y la longitud del mismo varía considerablemente y depende del número de diablos y cantidad de rebabas que se podrán recibir antes de abrir; pero la longitud mínima que deberá tener deberá ser por lo menos de 2.5 veces la longitud del diablo más largo que será utilizado. También está equipado con una tapa de abertura rápida. El diámetro de la tubería del puente hidráulico es de $1/4$ a $1/3$ del correspondiente a la línea principal y se separa de la trampa desde un lugar cercano a la reducción de diámetros entre barril y línea principal. Esta localización motiva una disminución de flujo de atrás del diablo, lo que permite que éste abata su velocidad conforme entra en el barril. Sobre el domo lleva una válvula de venteo cerca de la tapa cuyo diámetro es de $1/6$ de la línea principal, y en el extremo opuesto se localiza el indicador de paso de diablo, que señalará la entrada de éste al barril.

Para facilidad en la operación de la válvula de succión, - la conexión de la línea correspondiente con la línea -----

principal, se ejecuta por un costado y nunca por el fondo de ésta, el agujero correspondiente se deberá equipar con barras guía a ras con el diámetro interior para prevenir que el diablo pueda dar un giro hacia la succión y atrancarse en la salida del ramal.

6.- Del indicador de paso de diablos.

6.1 Los diferentes tipos de indicadores de paso de diablos que se utilizan son: Los de señal eléctrica, - señal neumática y señal visual. Estos indicadores de paso de diablo pueden ser instalados, removidos y reemplazados cerrando afuera, justo al soldar el nipple a la línea mediante un golpecito, los nipples usados entre otros tenemos un Wm som-Hillco Modelos 100, 100B, 100C, el T-101, 300 o 360 de tapón maquinado - con un standard de 1 - 7/16" de diámetro.

Se tienen indicadores con gatillo largo para tubos - muy grandes para trampas de diablos.

También se tienen indicadores de paso de diablo con gatillo bidireccional es designado así porque puede ser usado en líneas con flujo en una y otra dirección, estos indicadores son de acero inoxidable, sirven para indicarnos el paso del diablo en el interior de la línea.

6.2 Cuales con los más usados por eficiencia y seguridad.

Los indicadores de paso de diablos más usados son - los IIC mejorado, nos dá una positiva indicación del paso del diablo por medio de una señal eléctrica, -- neumática o visual y pueden operarse desde afuera, - éstos indicadores de paso de diablo tienen o cuentan

con ciertas características de eficiencia:

Mejoran la visibilidad de la indicación del paso de diablo.

Mejora la protección para el medio ambiente.

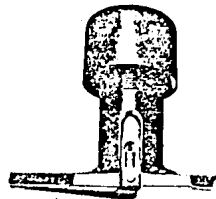
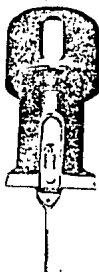
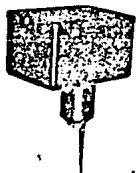
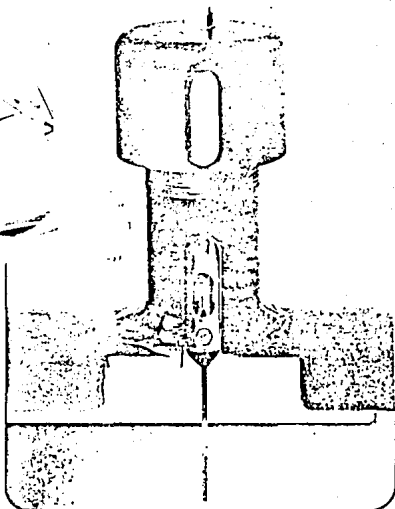
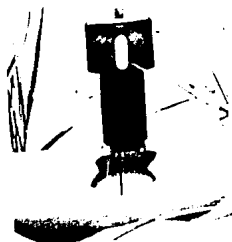
Puede operarse hasta con presiones de 3 600 psi.

Los cuales se observan en las siguientes figuras.

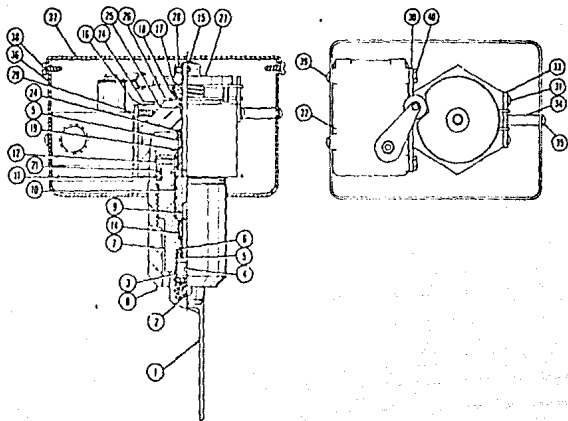
6.3 Descripción de cada uno de los tipos más usados de indicadores de paso de diablo.

Como son:

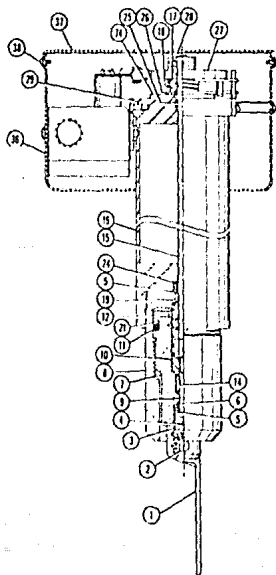
- a) Indicador eléctrico con sus componentes.
- b) Indicador visual con sus componentes.
- c) Indicador neumático con sus componentes.



INDICADOR ELECTRICO (DE PASO DE DIABLO)



EXTENDED*

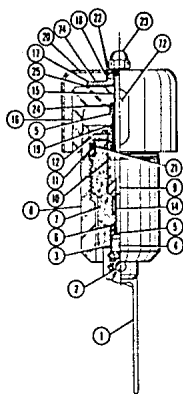


INDICADOR ELECTRICO DE PASO DE DIABLO.

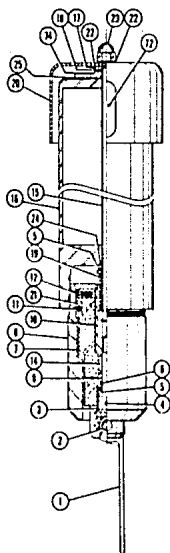
No.	CANTIDAD	DESCRIPCION
1	1	Disparador o gatillo.
2	1	Horquilla del disparador.
3	1	Atavío.
4	1	Horquilla de salto.
5	1	Compartimiento de empuje.
6	1	Anillo.
7	1	Tapón.
8	1	Niple.
9	1	Flecha.
10	1	Manga.
11	1	Anillo.
12	1	Tornillo de colocación.
14	1	Compartimiento de aguja.
15	1	Leva de flecha.
16	1	Tapadera.
17	1	Espacio de cerradura.
18	1	Horquilla de salto.
19	1	Espacio.
21	1	Respaldo de anillo.

No.	CANTIDAD	DESCRIPCION
24	1	Anillo.
25	1	Compartimiento de borde.
26	1	Salto de torsión.
27	1	Leva.
28	2	Tornillo de colocación.
29	3	Tornillo de cabeza plana.
30	1	Soporte del switch.
31	2	Tornillo cabeza.
32	1	Micro switch.
33	1	Soporte de salto.
34	1	Espacio.
35	1	Tornillo de cabeza.
36	1	Alojamiento.
37	1	Protección de alojamiento.
38	2	Tornillo cabeza completa.
39	2	Tornillo con cabeza.
40	2	Tornillo con cabeza.
74	1	Avisador.

INDICADOR VISUAL (DE PASO DE DIABLO)



EXTENDED*

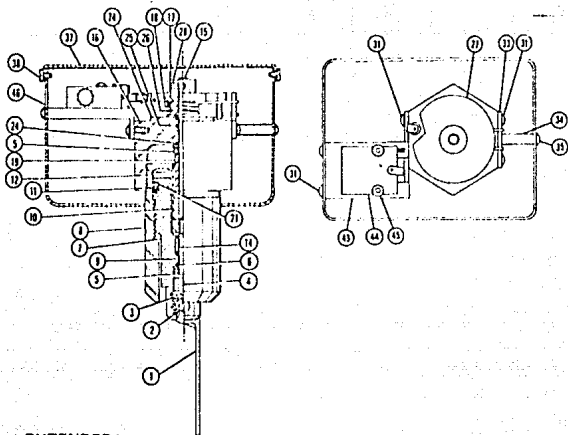


INDICADOR VISUAL DEL PASO DE DIABLO.

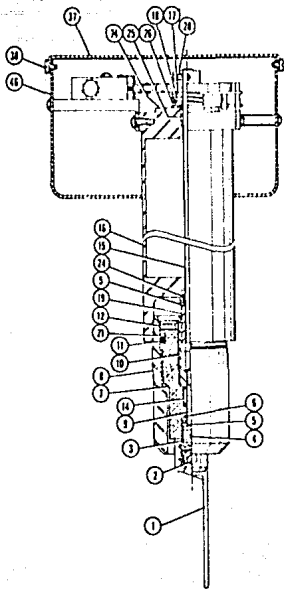
No.	CANTIDAD	DESCRIPCION
1	1	Disparador o gatillo.
2	1	Horquilla del disparador.
3	1	Atavío.
4	1	Horquilla de salto.
5	1	Compartimiento de empuje.
6	1	Anillo.
7	1	Tapón.
8	1	Niple.
9	1	Flecha.
10	1	Manga.
11	1	Anillo.
12	1	Tornillo de colocación.
14	1	Compartimiento de aguja.
15	1	Perno especial.
16	1	Gorro.
17	1	Espacio de cerradura.
18	1	Horquilla de salto.
19	1	Salto de compresión.
20	1	Indicador.

No.	CANTIDAD	DESCRIPCION
21	1	Respaldo de anillo.
22	2	Lavador de cerradura.
23	1	Gorro de nuez.
24	1	Anillo.
25	1	Lavador de fricción.
72	2	Tapa indicadora.
74	1	Aviso.

INDICADOR PNEUMATICO (DE PASO DE DIABLO)



EXTENDED*



INDICADOR NEUMATIVO DE PASO DE DIABLO

No.	CANTIDAD	D E S C R I P C I O N
1	1	Disparador o gatillo.
2	1	Horquilla del disparador.
3	1	Atavío.
4	1	Horquilla de salto.
5	1	Compartimiento de empuje.
6	1	Anillo.
7	1	Tapón.
8	1	Niple.
9	1	Flecha.
10	1	Manga.
11	1	Anillo.
12	1	Tornillo de colocación.
14	1	Compartimiento de aguja.
15	1	Leva de flecha.
16	1	Gorro.
17	1	Espacio de cerradura.
18	1	Horquilla de salto.
19	1	Espacio.
21	1	Respaldo de anillo.

No.	CANTIDAD	DESCRIPCION
24	1	Anillo.
25	1	Compartimiento de borde.
26	1	Salto de torsión.
27	1	Leva.
28	2	Tornillo de colocación.
31	6	Tornillo con gorro.
33	1	Soporte de salto.
34	1	Espacio.
35	1	Tornillo con gorro.
37	1	Protección de alojamiento.
38	2	Tornillo de cabeza completa.
43	1	Soporte de válvula.
44	1	Válvula.
45	2	Tornillo con gorro.
46	1	Alojamiento.
74	1	Avisador.

6.4 Descripción de la operación de cada uno de dichos tipos:

- Indicador de paso de diablo con señal visual.

Está el indicador soldado al tubo y cuenta con una ventana o una flecha que nos dá la posición del gatillo, el cual debe estar perpendicular al tubo, para así poder detectar el paso del diablo, con el movimiento de la flecha o la tapa del indicador, nos damos cuenta que el diablo pasó por ese indicador o ese punto.

- Indicador de paso de diablo con señal eléctrica.

Soldado al tubo este indicador, además se cuenta -- con un tablero en el cual está dibujada la línea -- y las posiciones de los indicadores, cuando el gatillo se coloca por medio de una corriente eléctrica en posición perpendicular al tubo, se prende un foco en el tablero y esto indica que el indicador está en posición de detectar el paso del diablo -- con la luz de otro foco detectar y con esto se ubica en que posición se encuentra el diablo en la -- línea, con un brazo de palanca de simple polo do-- ble a través de un micro switch. El receptor es -- automático.

- Indicador de paso de diablo con señal neumática.

Este indicador también está soldado al tubo, cuenta con una válvula para paso de aire para colocar el gatillo en posición perpendicular con respecto al tubo, dándonos una señal en el tablero en esa -- posición por medio del avisador nos indica cuando el diablo pasa por el indicador del paso de diablo

mandando una señal al tablero, con un receptor -- automático, operado con un brazo de palanca de 2- posiciones, 3 caminos y una microválvula a un tablero.

6.5 Mantenimiento preventivo en caso de que se les efectúe.

No se les puede dar mantenimiento a estos indicadores de paso de diablo porque están soldados en los tubos.

7.- De la tapa de seguridad de la cámara de la trampa (charnela).

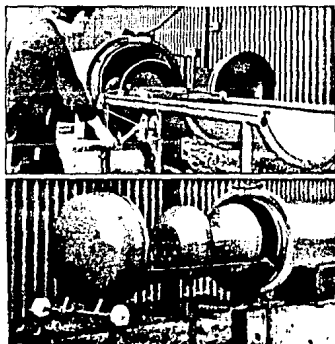
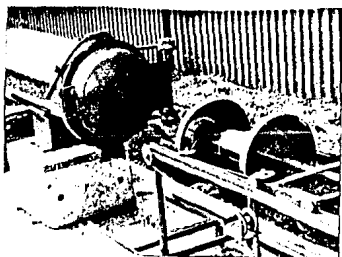
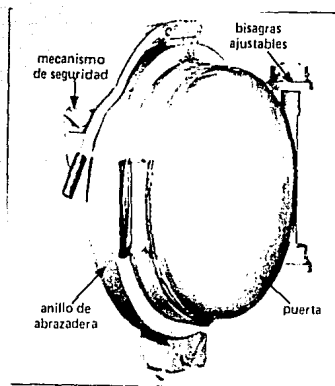
7.1 Diferentes tipos de tapas utilizadas.

Los diferentes tipos de tapas (charnelas) utilizadas en las trampas para diablos las más comunes son:

- a) Las tapas abisagradas.
- b) Las tapas roscadas.
- c) Las tapas con abrazaderas.

7.2 Descripción de cada uno de los tipos utilizados.

- a) Las tapas abisagradas cuentan con un broche de golpe para cerrar y un seguro, cuenta con bisagras para abrirla, y también tiene una junta.
- b) Las tapas roscadas son roscadas en la trampa, -- con un seguro en la parte posterior, cuenta con una junta.



- c) Las tapas con abrazaderas estas cuentan con 2 -- tornillos en cada abrazadera y con golpes se asegura su sello, cuenta con una junta.

8.- Línea de conducción.

8.1 Diferentes fluidos que se transportan por tuberías - (crudo, gas y productos derivados).

Entre los diferentes productos que se transportan en tuberías tenemos como sus nombres lo indican los siguientes:

Amoniaco ducto.

Propileno ducto.

Hidrogeno ducto.

Etileno ducto.

Gosolino ducto.

Etano ducto.

Propano ducto.

Gasoducto.

Poliducto.

Combustoleo ducto.

Oleo ducto.

Metano ducto.

Butadieno ducto.

Turbosinoducto.

Dieselducto.

Paraxilenoducto.

8.2 Descripción General.

8.2.1 De un gasoducto.

Un gasoducto es un sistema de tubos conectados entre sí, los cuales llevan a lo largo de los tramos unas válvulas de seccionamiento, espaciadas estas como -- máximo 30 kms. según las necesidades operacionales - de las líneas de transporte de gas. Las condiciones operacionales que influirán en la ubicación de las - válvulas de seccionamiento son:

- a) En la succión y descarga de las estaciones de -- compresión, regulación y medición.
- b) En la salida y llegada a plantas de proceso o -- áreas de almacenamiento.
- c) En lugares estratégicos desde el punto de vista - de operación y mantenimiento en toda la línea.
- d) En puntos cercanos a zonas pobladas.
- e) En ramales antes de su conexión a líneas princi - pales.
- f) Antes y después del cruce de ríos, lagos, panta - nos, etc. que tengan más de 30.5 m. (100 pies) - de ancho en crecientes o mareas.

Cada tramo de tubería, entre válvulas de seccionamiento, podrá tener una válvula de purga, cuya descarga se canalizará hacia lugares donde no represente riesgo por la presencia de líneas y equipos eléctricos u otra posible fuente de ignición.

El criterio a seguir para determinar la clase de localización por donde pase una tubería de transporte de gas será el siguiente:

La unidad para la clasificación de la localización será una área de 400 X 1600 M. (0.25 X 1 milla aprox.) o sea 200 M. (0.125 milla aprox.) a ambos lados del eje de la tubería en un tramo de 1600 M. (1 milla aprox.) La clase de localización se determinará por el número de construcciones que se encuentren en el área unitaria.

También deben contar los gasoductos con trampas de envío de diablos y trampas de recibo entre las estaciones para su mantenimiento interior de las tuberías.

8.2.2 Descripción de un oleoducto.

Un oleoducto es una serie de tubos conectados entre sí, para el transporte de petróleo hasta las plantas de refinación o refinerías.

Cuenta también con válvulas de seccionamiento, espaciadas estas como máximo 30 km. (18.63 millas). La localización de las válvulas será preferentemente en los lugares que son de obligatoriedad instalarse por razones operacionales, siempre que la distancia no exceda el 10% de lo estipulado en el inciso mencionado como sigue:

- a) En la succión y descarga de las estaciones reguladoras y de bombeo.
- b) En la salida y llegada de producto o patios o -- áreas de almacenamiento.
- c) En lugares estratégicos, desde el punto de vista de operación y mantenimiento a lo largo del trayecto.
- d) En puntos cercanos a zonas pobladas.
- e) En ramales, antes de su conexión a líneas principales.
- f) Antes y después del cruce de ríos, lagos, pantanos, etc. que tengan más de 30.5 m. (100 pies) - de ancho en crecientes o mareas.
- g) Antes y después del cruce de fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano.
- h) En el caso en que el fluido a manejar sea amoníaco anhidro o gas L.P. Las válvulas de seccionamiento se espaciaran de acuerdo a esos fluidos.

Cada tramo de tubería, entre válvulas de seccionamiento, podrá tener una válvula de purga, cuya descarga se canalizará hacia lugares donde no represente riesgo por la presencia de líneas y equipos eléctricos que representen una posible fuente de ignición.

Estas tuberías para transporte de petróleo crudo deben estar dotadas en las estaciones con trampas de -

envío y recibo de diablos para su mantenimiento interior de las tuberías.

8.2.3 Descripción de un poliducto.

El poliducto es una serie de tubos conectados entre sí, los cuales entre cada determinado tramo de tubos cuenta con válvulas de seccionamiento, y estas tuberías transportan varios productos a la vez, de allí su nombre.

La localización de las válvulas de seccionamiento se instalarán en donde sea necesario instalarse por --- ciertas razones operacionales:

- a) En la succión y descarga de las estaciones reguladoras y de bombeo.
- b) En la salida y llegada del producto a patios o áreas de almacenamiento.
- c) En lugares estratégicos de operación y mantenimiento.
- d) En puntos cercanos a zonas pobladas.
- e) En ramales antes de su conexión con líneas principales.
- f) Antes y después del cruce de ríos, lagos, etc.

Estos poliductos deben contar con una trampa de envío y otra de recibo de diablos, para su mantenimiento interno, en las estaciones de bombeo.

8.2.4 Descripción de una línea para transporte de productos petroquímicos.

Las líneas de transporte para productos petroquímicos son una serie de tubos conectados las cuales deben contar con válvulas de seccionamiento, espaciadas localizadas y con las características aplicables. Las válvulas de seccionamiento deberán estar espaciadas como máximo 30 km. (18.63 millas).

Se instalarán de acuerdo a las características operacionales de los productos.

- a) En la salida y llegada de producto a áreas de almacenamiento.
- b) En lugares estratégicos desde el punto de vista de operación y mantenimiento a lo largo del trayecto.

Las tuberías de transporte para productos químicos o petroquímicos deben ser metálicas y deben considerar los siguientes aspectos:

1. Toxicidad, reactividad e inflamabilidad del producto.
2. Fase o estado físico del producto.

9.- Normas o especificaciones que debe satisfacer la fabricación de tubería para líneas de transporte (resistencia mínima especificada a la cedencia).

La tubería destinada al transporte de hidrocarburos, debe ser de acero. Todos los tubos, conexiones y accesorios -

que vayan a instalarse deben estar con una inscripción in-
deleble, que certifique la especificación del material. -
Los tubos, válvulas, bridas y otros accesorios nuevos de
especificación conocida, destinados a integrar una tube-
ría para transporte de hidrocarburos, deben satisfacer --
los requisitos de composición, comportamiento y control -
de calidad correspondientes a cualquier de los materiales
que autoriza la última edición del código ANSI B.31.4 los
tubos usados de especificación conocida excepto ASTM-A --
120 está permitido cuando:

La especificación corresponda a cualquiera aprobada por -
el código ANSI B.31.4 el material sea sometido a las dife-
rentes pruebas que se mencionan a continuación y son:

Pruebas:

Prueba No. 1 Inspección visual.

Consiste en revisar cada uno de los tramos y accesorios -
antes y durante la construcción para asegurar que se en-
cuentren limpios y libres de defectos o daños mecánicos.

Prueba No. 2 Doblado.

Prueba No. 3 Espesor.

Consiste en determinar el espesor de pared nominal de un
lote de tubos.

Prueba No. 4 Eficiencia de junta longitudinal.

Consiste en asignar un valor a la eficiencia de la solda-
dura "E".

Prueba No. 5 Soldabilidad.

Consiste en determinar la capacidad de unirse de los tubos por soldadura.

Prueba No. 6 Pruebas a la tensión y cedencia.

Consiste en determinar el comportamiento esfuerzo aplicado - deformación de los tubos.

"Resistencia mínima especificada a la cedencia"

El valor se obtendrá de la manera siguiente:

- a) Tubería nueva de especificación conocida de la tabla 402.3.1 de la última edición del código ANSI B.31.4
- b) Tubos usados de especificación conocida excepto ASTM-A 120 de la tabla 402.3.1 de la última edición del código ANSI B.31.4 si satisface los requisitos (visual, espesor y eficiencia de junta longitudinal).
- c) Tubos nuevos o usados de especificación desconocida o ASTM A 120 de cualquiera de los procedimientos que se describen a continuación:

1. El menor de los valores siguientes:

- a) El 80% del promedio aritmético de los resultados obtenidos en las pruebas de tensión.
- b) El más bajo obtenido en las pruebas de tensión descritas, sin exceder de 3662 kg/cm². - - - (52000 lb/pg²).

- c) 1690 kg/cm² (24000 lb/pg²) si la relación entre - promedio de resistencia a la cedencia y resistencia a la tensión excede de 0.85.
- d) De 1640 kg/cm² (24000 lb/pg²) sino se llevan a ca bo las pruebas descritas (doblado y cedencia).

El tubo podrá trabajar a esfuerzo tangencial (ST) no mayor a 422.54 kg/cm² (6000 lb/pg²).

Pruebas de resistencia.

A toda tubería para transporte de hidrocarburos se le deben hacer una serie de pruebas, tubos, válvulas, co nexiones y demás accesorios que operan sometidos a -- las mismas condiciones.

El agua que se utilice debe ser dulce, neutra y libre de partículas en suspensión que no pasen por una ma-- lla de 100 hilos por pulgada.

La presión de prueba debe ser aquella que produzca un esfuerzo tangencial igual a 90% de la resistencia mínima especificada a la cedencia:

$$P = \left(\frac{2 \times 0.90 \times S}{D} \right) t$$

P = Presión de prueba (lb/pg²).

S = Resistencia mínima especificada a la cedencia --- multiplicada por E (eficiencia de junta soldada).

t = Espesor de pared mínimo de la tubería (pulg.)

D = Diámetro nominal exterior (pulg.)

Durante la vida útil del sistema o parte del sistema de tubería, se deben conservar registros de las pruebas realizadas después de la construcción, reparación, modificación, etc. La dependencia deberá recibir copia de las pruebas como la siguiente:

- a) Dependencia responsable de las pruebas y técnicos que las realizaron y aceptaron.
- b) Tipo y medio de prueba.
- c) Presiones de diseño; operación y prueba.
- d) Duración de la prueba, gráficas y otros registros.
- e) Variaciones en cada prueba y sus causas.
- f) Fugas y otras fallas con sus características y localización.
- g) Cantidad tipo y características de las reparaciones realizadas.

Después de la construcción e inspección de una tubería, se correrán como mínimo 3 diablos, con el fin de limpiar el interior de las líneas. El fluido desplazante se dejará circular, después de recuperados los diablos hasta que salga limpio y se tomarán en cuenta los requisitos siguientes:

1. Terminada la limpieza, debe incrementarse la presión en la línea mediante el bombeo del fluido de prueba, hasta alcanzar la presión de prueba.
2. La longitud máxima de un tramo de tubería sometido a prueba será la que exista entre sus válvulas

de seccionamiento; la diferencia de presión hidrostática entre los puntos de mayor y menor elevación del desarrollo no debe exceder del 10%.

3. No debe usarse aire como fluido de prueba.
4. Deben localizarse todas las fugas y fallas que ocurren mediante un método eficiente.
5. Después de alcanzar la presión de prueba debe seguirse el procedimiento siguiente:
 - a) Registro de variaciones en la presión durante 1 hora.
 - b) Abatimiento de la presión del sistema al 50%.
 - c) Incremento de la presión hasta su valor de prueba, que se mantendrá durante 24 horas.
 - d) Para la ejecución de la prueba hidrostática deben emplearse registros gráficos de presión y temperatura.

10.- Composición química metalúrgica de los diferentes aceros utilizados en la fabricación de tubería para líneas de transporte de hidrocarburos.

La composición de casi todos los tipos de aceros que se ocupan en la construcción de los tubos de las líneas de flujo de productos petroleros, son por lo general acero al carbón con aleaciones según el tipo de servicio para el que se vaya ocupar la tubería.

La composición de los 4 componentes básicos varía de

acuerdo a los siguientes límites:

Carbono 0.27% máximo.

Manganeso 0.3 a 1.15% máximo.

Fósforo 0.045 a 0.080% máximo.

Azufre 0.06% máximo.

Los tubos pueden ser con o sin costura estando limitados éstos últimos en diámetros de 24".

En lo que a conexiones se refiere el material varía de acuerdo al rango de presiones a las cuales aquellas van a estar sometidas así:

Hierro fundido para presiones hasta 150 lbs/pg2.

Acero fundido para presiones de 150 a 2.500 lbs/pg2.

Acero forjado para presiones de 1.000 a 6.000 lbs/pg2.

Las condiciones de diseño de las tuberías de acero se toman en cuenta los siguientes parámetros:

Presión.

Temperatura.

Influencias del ambiente.

Efectos dinámicos.

Sobrecargas.

Cargas por expansión y contracción térmica.

11.- Reglamentos, normas y especificaciones generales aplicables al diseño, construcción, operación, mantenimiento e inspección de líneas de transporte (gases y líquidos).

11.1 Diseño de tuberías de transporte de hidrocarburos.

El diseño de tuberías para transporte de hidrocarburos deben considerarse los siguientes aspectos:

- a) Características físicas y químicas del fluido.
- b) Presión y temperatura máximas de operación en condiciones estables.
- c) Especificaciones del material seleccionado.
- d) Cargas adicionales. En el diseño de tuberías deben considerarse las cargas que pueda prever se actuarán sobre la tubería, de acuerdo con las características de las regiones que atravieza y las condiciones de trabajo, tales como:
 - Cargas externas.
 - Cargas de viento, etc.
 - Sismos.
 - Esfuerzos causados por asentamientos o derrumbes.
 - Esfuerzos por oleajes y corrientes marinas.
- e) Tolerancia y variaciones permisibles.

- f) Factor de seguridad por eficiencia de junta - (E).
- g) Espesor adicional por desgaste o margen de -- corrosión.
- h) Incremento de la población por un período de 10 años.

Presión de diseño.

Es el valor de presión (P) utilizado en la fórmula de espesor mínimo, el cual debe ser mayor o igual a la presión máxima de operación en condiciones estables y ésta a su vez debe ser mayor de 1.06 kg/cm² (15 lb/pg²)

$$P = \frac{2 St}{D} \times F \times E \times T$$

Temperatura de diseño.

Es la temperatura tomada como referencia para considerar la resistencia del material, debe ser mayor o igual a la temperatura máxima de operación y está comprendida entre 28.9°C (-20°F) y 121.1°C (250°F).

Esfuerzo máximo permisible.

Es el valor del esfuerzo a la tensión más grande a que puede someterse un material, sin que sufra deformaciones permanentes.

$$t = \frac{PD}{2 S F E T}$$

Espesor mínimo.

Es el espesor mínimo necesario de la pared de un tubo sometido exclusivamente a presión interna, -- calculada con la fórmula anterior.

Márgen de corrosión.

El espesor adicional como márgen de corrosión se -- determinará en función de la experiencia que se -- tenga en el manejo de los productos y de la efi-- ciencia de los sistemas de prevención o control -- que se adopten, considerando una vida útil de la -- tubería de por lo menos 10 años. El márgen de co-- rrosión debe ser mayor o igual a 2.54 mm. (0.100 -- pulg.) de acuerdo con lo que se establezca.

11.2 Construcción de líneas de transporte de hidrocarburos.

La construcción de tuberías para transporte de hidrocarburos, deben contar con la aprobación de --- acuerdo con la edición más reciente del código --- ANSI 31.4 con lo que establece la norma: Sistemas de transporte de petróleo por tubería.

La Gerencia responsable realizará la inspección de construcción de la tubería de transporte así como las conexiones de la misma, y otras fases como --- son:

- a) Derecho de vía y nivelación.
- b) Zanjas.
- c) Inspección de alineamiento y la superficie del

tubo.

- d) Soldadura.
- e) Recubrimiento.
- f) Soldaduras de conexión y descenso a la zanja.
- g) Relleno y limpieza.
- h) Pruebas de presión.
- i) Servicios especiales para prueba e inspección de instalaciones como construcción de estaciones, cruces de ríos, instalaciones eléctricas, radiografías, control de corrosión, etc.

Todos los tubos, conexiones y accesorios que se -- instalen deben contar desde la fábrica con una inscripc*ión* indeleble, que certifique la especificación del material.

Se llevará un registro de los tubos, conexiones, - válvulas, etc. que se usen en la construcción, an*o*tando: Especificación del material, proveedor, n*ú*mero de fabricación, su localización por pieza en la línea, etc.

Limitaciones.

- No se permite emplear en las tuberías de con---ducción uniones mitradas o de inglete denominadas uniones hechizas.
- No se permite emplear refuerzos hechizos en las

uniones soldadas de los ramales.

- No se permite hacer curvas mediante calentamiento.
- No se permite hacer curvas plegadas en tubos de acero.

Las curvas hechas en frío en el campo.

El proceso de doblado y la curva misma no deben -- afectar la eficiencia del tubo.

Si el tubo tiene costura longitudinal ésta deberá ubicarse lo más cerca posible al eje neutro de la curva.

Las tuberías de 12 pulgadas de diámetro o más destinadas para transportar hidrocarburos gaseosos, - no deberán tener curvas con deflexiones de más de 1.5° en cualquier tramo cuya longitud sea igual a su diámetro. En tuberías para transporte de hidrocarburos líquidos los radios mínimos de dobléz serán los siguientes:

Diámetro nominal exterior del tubo (pulg.)	Radio mínimo de dobléz en grados (en diámetros del tubo).
12 3/4	180
14	210
16	240
18	270
20 y mayores	300

Todas las curvas deben tener un contorno suave y -
los tubos deben estar libres de daños mecánicos.

Los codos soldables de acero forjado y sus segmen-
tos transversales no se podrán usar para cambios -
de dirección en tuberías de acero de 50.8 mm. ---
(2 pulg.) y mayores, a menos que la longitud de --
arco interior sea superior a 25.4 mm. (1 pulg.)

Soldado de tubos de acero y sus componentes.

Los soldadores no podrán soldar tuberías de conduc-
ción dentro de áreas de compresoras, estaciones de
bombeo, baterías de recolección y de separación y -
en áreas de tanques.

Las soldaduras deberán protegerse de las condicio-
nes meteorológicas que puedan perjudicarlas.

Las soldaduras longitudinales de tubos adyacentes-
no deberán quedar alineadas.

Preferentemente se usarán tes de acero forjado de-
contornos lisos.

Inspección y prueba de soldaduras.

Las soldaduras en tuberías de conducción que vayan
a operarse a presiones que generen esfuerzos tan-
genciales de 20% o más de la resistencia mínima es-
pecificada a la cedencia, deberán probarse además-
por métodos no destructivos. La aceptación de sol-
daduras por éstos métodos en lo largo del tramo en
todo su perímetro.

Los procedimientos de inspección no destructiva --
son:

- a) Inspección radiográfica.
- b) Inspección con partículas magnéticas.
- c) Inspección ultrasónica.
- d) Inspección con tintes penetrantes.
- e) Inspección con corrientes parásitas.
- f) Inspección radiográfica neutrónica.
- g) Inspección por detección de fugas.

Protección de las tuberías contra agentes exter---
nos.

Todas las tuberías principales de conducción y las troncales deben protegerse contra deslaves, inunda
ciones, suelos inestables, deslizamientos de talu-
des y de cualquier otro riesgo que pueda desplazar
la o someterla a cargas anormales.

Todas las tuberías que se construyan sobre la su--
perficie del terreno deben protegerse contra los -
daños que puedan causarles el tránsito de vehicu--
los o cualquier otro agente externo ya sea colocán
dolas a una distancia segura de las vías de comuni
cación o resguardándolas con barreras.

Soportes para tubería enterrada.

Las curvas o cambios de nivel en tubería enterrada inducen fuerzas longitudinales que pueden ser resistidas por anclajes en la curva por restricción-- debido a fricción del suelo o por esfuerzos longitudinales y transversales del tubo.

Es esencial que a las tuberías dentro de la zanja, se les proporcione apoyo uniforme y adecuado, especialmente aquellas sometidas a altos esfuerzos por presión interna.

La inadecuada instalación de la tubería puede producirle esfuerzos de flexión adicionales.

Los empujes laterales de los ramales pueden incrementar grandemente los esfuerzos en la conexión -- del ramal mismo, por lo tanto el relleno en esos sitios debe ser completamente consolidado o tomar otras provisiones para resistir el empuje.

Cuando se hagan excavaciones en un relleno consolidado para conectar ramales a líneas existentes, debe tomarse la precaución de proveer un apoyo firme al cabezal y al ramal para prevenir movimientos -- verticales y laterales.

Tubería instalada en zanja.

Las zanjas donde se alojará la tubería, deben tener la profundidad y amplitud indicadas en el proyecto de construcción de acuerdo con su diámetro; -- para asegurar la debida protección a la tubería y evitar daños a su recubrimiento durante el bajado.

El fondo de la zanja no deberá tener irregularidades ni objetos que generen concentración de cargas

sobre el revestimiento de la tubería, deberá permitirse un apoyo uniforme sin forzamiento ni dobleces mecánicos de la tubería. En terreno rocoso se tendrá sobre el fondo de la misma una capa de por lo menos 10 cm. de espesor con material suelto libre de rocas o componentes de aristas agudas o cortantes.

Encamisado de tuberías.

En los casos en que las tuberías vayan enterradas en áreas en que haya tránsito de vehículos y en los cruces con vías de comunicación en general, deben proyectarse para soportar los esfuerzos adicionales originados por las causas externas o bien ir éstas dentro de un tubo protector llamado camisa - que sea capaz de absorber dichos esfuerzos.

El ducto y la camisa, serán concéntricos y se conservarán en esta posición por medio de aisladores y centradores.

El espacio anular entre la tubería de conducción y el tubo protector, irá sellado en los dos extremos del tubo, debiendo realizarse ésta operación tan pronto como se haya introducido la línea dentro de la camisa.

Protección mecánica contra la corrosión externa.

Ninguna tubería deberá enterrarse, ni sus accesos, sin recubrimiento mecánico. Este recubrimiento deberá tener la adherencia adecuada sobre la superficie metálica de los tubos para evitar que penetre la humedad, este recubrimiento deberá

soportar y ser compatible con el sistema de protección catódica, que se instalará paralelamente a la construcción de la línea.

Quando por causas de fuerza mayor se tenga que suspender la construcción de una línea de tubería, -- los tramos construídos deben dejarse completamente protegidos contra corrosión.

Soportes y anclajes para tubería.

La tubería y sus accesorios deben ser soportados - en forma adecuada a fin de evitar o amortiguar las vibraciones excesivas, anclandola debidamente para contrarrestar los esfuerzos sobre el equipo al que se conecta.

Tampoco debe quedar restringida la libre expansión o contracción de la tubería entre soportes y anclajes. Deberán de instalarse donde sea necesario -- los colgantes, tirantes, anclajes, patines, etc. - Estos accesorios deben ser fabricados de material-durable incombustible y diseñados e instalados de acuerdo a las necesidades que se tengan, todas las partes del soporte deberán ser diseñadas e instaladas de tal manera que no se rompan o destruyan por el movimiento de la tubería.

Claro máximo para cruzar con tubería.

Diámetro Nominal (Pulg.)	Claro (M.)	Diámetro Nominal (Pulg.)	Claro (M.)
6	15	16	21
8	16.5	18	19.5
10	18	20	18
12	19.5	22	16.5
14	19.5	24	15

Con el fin de prever accidentes y evitar daños durante la construcción e instalación de tuberías paralelas a las ya existentes en un mismo derecho de vía, así como de disponer del espacio suficiente para poder efectuar las labores de mantenimiento y reparación si se presentara el caso, con la libertad y seguridad necesaria. La separación de tuberías de transporte alojadas en un derecho de vía común deberá ser de 1.50 M. (4.92 pies) mínimo para tuberías con diámetros hasta de 20 pulgadas y de 2.00 M. (6.5 pies) mínimo para tuberías de más de 20 pulgadas de diámetro.

Sistemas de protección catódica.

Se deberán instalar en tuberías, excepto subacuáticas, cables eléctricos de prueba para control de corrosión e intervalos adecuados. El punto de conexión con la tubería, deberá recubrirse con un material que proporcione aislamiento eléctrico compatible con la protección mecánica y con el aislamiento de alambre. Se debe evitar instalar tuberías dentro del derecho de vía de líneas eléctricas de alta tensión.

11.3 Operación de líneas de transporte de hidrocarburos.

Toda tubería que se destine al transporte de crudo sólo deberá transportarlo cuando éste tenga como máximo 2% de agua, 500 gr. (500 PPM)* de sal.

(*) Sal por metro cúbico y 2% de sedimento.

Cuando la tubería se opere con gas a centros de - distribución para uso industrial o a usuarios de - grandes volúmenes, el gas deberá transportarse -- con los siguientes requisitos: Libre de polvo, - gomas o aceites contaminantes y de hidrocarburos- que puedan licuarse a temperaturas superiores a - 10°C (50°F) y a una presión de 56 kg/cm². (796.3- lb/pulg².) el contenido de agua no deberá ser ma- yor de 128 gr. (128 PPM) por cada metro cúbico de gas a 16.6°C (62°F) y una atmósfera la cantidad - de sulfuro de hidrógeno no deberá exceder de 20 - miligramos por metro cúbico y el bióxido de carbo no deberá exceder de 2% (20000 PPM).

Toda dependencia encargada de operar un sistema - de transporte por tubería, deberá establecer pla- nes escritos de operación en los que se incluya:

- a) Instrucciones a los operadores sobre los pro- cedimientos de operación y mantenimiento en - condiciones normales.
- b) Programas específicos sobre los procedimientos a seguir, en las operaciones que representen - peligro a la seguridad pública ya sea por una- emergencia o por las necesidades extraordina- rias de la construcción y mantenimiento de la- tubería.
- c) Disposiciones y programas para efectuar ins- - pecciones periódicas para asegurar que la pre- sión de operación de la tubería esté de -----

acuerdo con la clase de localización en que realmente se encuentra.

- d) El programa de inhibidores a inyectar que deben aplicarse desde el principio de la operación para el transporte de hidrocarburos amargos.

Planes de emergencia.

Las dependencias encargadas de operar tuberías, deben preparar y mantener continuamente actualizados:

- Los procedimientos inscritos para actuar en caso de emergencia.
- Los entrenamientos del personal de operación y de mantenimiento sobre los procedimientos de emergencia, realizando los simulacros correspondientes.
- Los mecanismos de los programas educacionales con el público (o sea que a cada propietario o usuario de terreno que aloja un ducto, proporcionarle un boletín de seguridad industrial para que en caso de detectar fugas o anomalías, se reporten de inmediato, así como para que no se exponga sino es necesario a algún peligro.

Presión máxima de operación.

La presión máxima de operación para una tubería de transporte, debe ser menor o igual a la presión más alta, a que se haya sometido dicha

tubería durante su operación en los últimos 5 --- años. Este valor será aplicable siempre y cuando:

- La tubería se encuentre en condiciones de conservación satisfactorias, en base a los registros de su operación.
- Se satisfagan los requisitos de la presión a que se probó la tubería cuando se construyó.
- La reducción en la presión de operación, ---- implica que deben instalarse dispositivos adecuados para limitación o control que eviten - sobrepresión en la tubería.

Tanto en las tuberías troncales, como en las líneas de distribución o salidas de instalaciones - debe odorizarse el gas natural y el gas licuado.

La concentración del odorante debe ser tal que -- permita ser fácilmente detectable en concentraciones de aproximadamente el 20% del límite inferior de explosividad de dichos gases. De acuerdo con la concentración permitida el odorante no deberá:

- Ser nosivo a las personas o a los materiales con los que está en contacto.
- No ser tóxicos sus productos de combustión.

El equipo para odorizar debe ser de tal manera -- que permita dosificar continua y correctamente el odorante.

La dependencia que opera el sistema, realizará -- muestras periódicas del gas transportado para asegurarse que el odorante se encuentra en cantidad requerida.

11.4 Mantenimiento de líneas de transporte de hidrocarburos.

Con el propósito de mantener la integridad de los sistemas de tubería de transporte, se debe establecer y cumplir programas de vigilancia y mantenimiento continuos.

Todas las tuberías en que se observen fugas o se comprueben mermas en el transporte, deberán rehabilitarse. La dependencia que dé mantenimiento a una tubería, deberá establecer y cumplir programas para vigilar, a intervalos no mayores de 30 días, las condiciones de la superficie y áreas -- adyacentes al derecho de vía, con el fin de obtener indicaciones de fugas, actividad en construcción de habitaciones u otras instalaciones; los tramos de tubería instalados bajo aguas navegables deben inspeccionarse por lo menos cada 5 años con el fin de conocer y registrar sus condiciones; así como programar su adecuado mantenimiento.

Cuando en una tubería de transporte se realice -- una reparación con carácter provisional, tal como el uso de trampas, de inmediato debe quedar programada la reparación definitiva, la que se llevará a cabo en un término no mayor de 30 días para la reparación permanente de una tubería con fuga, si es posible ponerla fuera de operación, la --

reparación se efectuará cortando una porción cilíndrica del tubo y reemplazándola con tubo de similar o mayor espesor, y si la tubería no es puesta fuera de operación, se debe reducir la presión de operación a un nivel seguro, realizándose en cada caso un análisis en el cual participarán operación, mantenimiento y seguridad de la rama responsable del ducto y deberá soldarse un aditamento de diseño y material adecuado a las dimensiones necesarias alrededor del tubo, cubriendo el daño, o se puede colocar una abrazadera diseñada para la fuga y posteriormente soldarla al tubo.

Los tubos reemplazados deben ser probados en igual forma que un tubo nuevo.

Para poner definitivamente fuera de servicio una tubería deberán tomarse ciertas precauciones.

- Depresionarla, posteriormente desconectarla de cualquier posible suministro y finalmente purgarla o drenarla.

Si se observa que cualquier equipo está defectuoso, deberá repararse o reemplazarse a la brevedad posible, todas las válvulas del sistema de tubería que puedan requerirse durante una emergencia o para la operación segura de los sistemas, deberán tener mantenimiento y ser operadas en intervalos que no excedan de un año.

Cuando se observe abatimiento en el gasto que pudiera ser indicio de obstrucción en la tubería -- por acumulación de líquidos, polvos y otros materiales extraños, debe efectuarse la limpieza de -

la tubería en el tramo afectado, lo cual podrá -- realizarse mediante la corrida de diablos adecuados a cada caso.

Por ningún motivo se dejará un diablo atorado en la tubería.

11.5 Inspección de líneas de transporte de hidrocarburos.

La finalidad de la inspección de sistemas de tuberías de transporte, es comprobar periódicamente -- que operen con seguridad, de acuerdo con los requisitos y ordenamientos estipulados.

Los resultados obtenidos de las inspecciones deberán reportarse a todas las dependencias involucradas las cuales corregirán las anomalías existentes para asegurar la operación de los sistemas o tuberías de transporte.

Programas de inspección:

Las dependencias relacionadas con la operación o el mantenimiento de los sistemas o tuberías de -- transporte, deberán establecer y vigilar que se -- cumplan los programas de inspección y cubran los siguientes puntos:

Protección catódica.

- a) Mediciones de potencial tubo suelo cada 6 meses para comprobar el estado del recubrimiento y elaborar una gráfica correspondiente.

- b) Comprobación del correcto funcionamiento de los rectificadores y camas de anodos cada --- tres meses.
- c) Cuando se detecten anomalías en la protección catódica, deberá hacerse un muestreo en las partes más críticas del sistema de tubería, con el fin de determinar el estado del recubrimiento.
- d) Comprobación del buen estado de las juntas de aislamiento en los lugares requeridos.

Dispositivos de seguridad.

- 1. Vigilancia de los sistemas y dispositivos de seguridad para asegurar su funcionamiento eficiente.
- 2. Revisión y calibración de las válvulas de alivio.
- 3. Revisión de los sistemas y equipo contraincendio en terminales, estaciones de compresión y rebombeo, etc. para asegurar su correcto funcionamiento en caso de incendio o emergencia.
- 4. Los simulacros contraincendio en terminales, estaciones de compresión y rebombeo, etc. se realizarán por lo menos cada 6 meses, verificando condiciones del equipo y actitud del personal, registrando lo anterior para su control.
- 5. El equipo de protección para el personal y --

primeros auxilios, debe ser revisado cada 30-días como mínimo, para poder asegurar su buen estado.

Inspecciones que se realizan en los sistemas de tuberías, a lo largo de las líneas de conducción; entre estas inspecciones están:

a) Del derecho de vía.

Se debe hacer un recorrido completo del derecho de vía cada mes, para detectar cualquier anomalía, especialmente en cruzamientos, - pasos aéreos, válvulas, trampas de diablos, - etc.

Inspección de la existencia y buen estado de los señalamientos de localización e identificación de las líneas de conducción.

b) Equipo y conexiones.

Revisión del equipo instalado en terminales, - estaciones, etc. con el propósito de localizar y reportar fallas o anomalías, tal equipo como son: (bombas, compresores, recipientes, trampas de diablos, instrumentos, etc.)

Revisión de válvulas, bridas, injertos y demás conexiones o accesorios.

c) Calibración de espesores.

Se deben determinar los espesores de la tubería en lugares accesibles, como lo son: ---

Entradas y salidas de estaciones de compresión o de bombeo, válvulas, pasos aéreos, etc. con el fin de controlar el desgaste por corrosión, estas mediciones deberán efectuarse cada año en un principio, posteriormente de acuerdo a las velocidades de desgaste se establecerá un programa de inspección.

d) Sistemas de comunicación.

Comprobación de la existencia y eficiencia de sistemas de telecomunicación, necesarios en casos de incendio o emergencia.

e) Inhibidores de corrosión.

Comprobación de que el inhibidor de corrosión usado sea adecuado y se dosifique correctamente.

Comprobación de la efectividad del inhibidor de corrosión mediante testigos, corrosómetros, velocidades de desgaste, etc.

Para poder llevar a cabo la inspección de un tramo o sistema de tubería se deberá disponer de la información siguiente:

- Características de la tubería: servicio, diámetro, longitud, condiciones de operación, especificaciones del material, etc.
- Planos topográficos que indiquen trazo, kilometraje, estaciones, válvulas, cruzamientos, injertos, clase de localización, etc.

- Datos acerca del recubrimiento exterior aplicado.
- Diseño de la protección catódica aplicada y registro de las mediciones.
- Histograma de fugas, registro de accidentes y reparaciones en el tiempo de operación del sistema.
- Datos sobre otras tuberías o estructuras metálicas próximas que crucen, sigan trayectorias paralelas o se deriven del sistema de tubería que se inspeccionará.
- Reportes de calibración, reparación, fallas, accidentes, simulacros y actividades de seguridad.
- Reportes de inspecciones anteriores y solicitudes de trabajo para corregir anomalías.

12.- Requisitos que una línea de conducción debe reunir para corridas de diablos seguras y eficientes.

Para asegurar la operación de diablos, muchos tubos de flujo tienen características que pueden ser consideradas.

- a) Dimensión para la corrida de diablo (distancia entre trampas de diablo).

Esta no es una fórmula de la distancia de recorrido de los diablos. La vida del diablo depende de la calidad de tal objeto o de la construcción de

la línea, velocidad del diablo, condición interior de la línea (áspero, semiáspero, plano, etc.) sin embargo se tienen a continuación unas características, de distancias de recorridos de diablos:

100 millas (160 km.) para construcciones nuevas de líneas de flujo de gas.

150 millas (240 km.) para construcciones nuevas de líneas de flujo de productos corrosivos.

200 millas (320 km.) para construcciones nuevas de líneas de flujo de crudo, no se trata con esto de dar una regla para construcción de líneas de acuerdo a las distancias de recorrido de los diablos, para que ningún diablo pueda viajar en corridas simples.

b) Curvas.

Cada diablo es designado para atravesar un cierto radio mínimo de curvatura. Un diablo puede atravesar un $1 \frac{1}{2}$ radio de curvatura, mientras que otro puede solamente ser capaz de atravesar a 3 radios de curvatura. El radio de una curva es la distancia del centro del radio del centro de la línea del tubo. Un largo radio $1 \frac{1}{2}$ radio de codo es equivalente a $1.5 \times$ el diámetro nominal del tubo - el cuerpo del diablo es de metal rígido requiere una corrida en línea recta de tubo entre curvas con igualdad de 2 diámetros de tubo.

c) Válvulas.

Operación máxima a través de la conducción para --

válvulas, sin obstrucción del diablo para que éste pueda pasar a través de la línea y la válvula, las válvulas usadas deben tener una bola que no obstruya el paso del diablo, éstos diablos están capacitados para expandirse lo ancho de las válvulas.

d) Tees.

Las tees están manufacturadas para operar en un 75% de diámetro mínimo interior del tubo y la línea, será instalada con una guía de salida a la rama, esto previene para que el diablo no se moleste ni entre al orificio de salida.

Tapa caliente augeros 6" (152.40 mm) y se tiene una guía larga o se puede reinstalar un tapón para prevenir cepillos para raspador en las esquinas.

Otro aditamento de las tees es que pueden esquivarse las soldaduras, su fabricación puede causar de acuerdo a su construcción que el diablo no se atore y se desvíen las copas para seguir con un sello dentro de los tubos.

Una situación similar en el volumen largo del desvío, es esquivar las copas del diablo, esta situación es para poder certificar el espacio cerrado entre tees y válvulas y válvula con válvula instaladas.

13.- De los diferentes tipos de válvulas referenciadas en anteriores incisos.

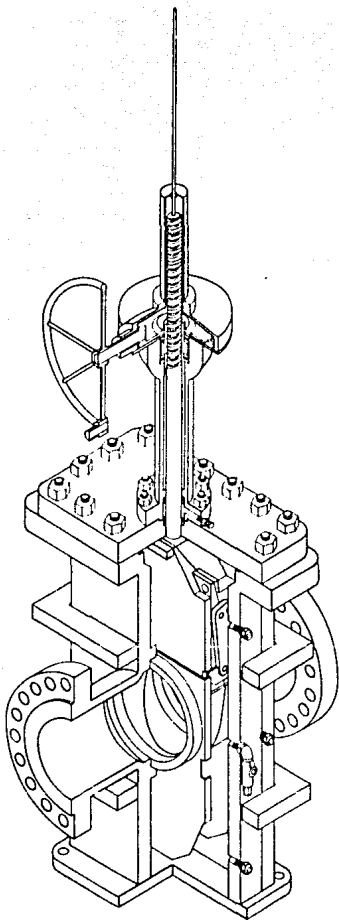
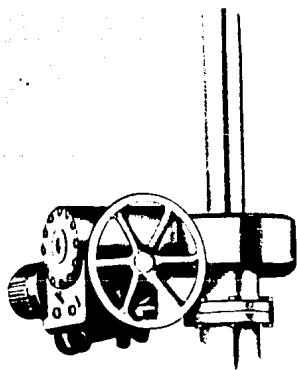
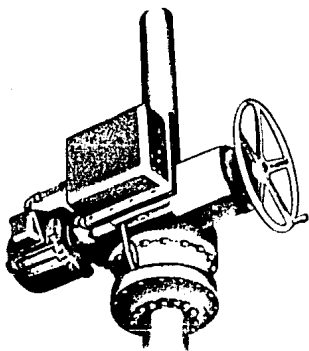
13.1 Descripción general de cada tipo diferente.

En las líneas en donde se encuentran las trampas - de diablos las válvulas que se manejan en las operaciones de envío y recibo de diablos entre las -- cuales tenemos las siguientes.

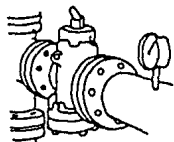
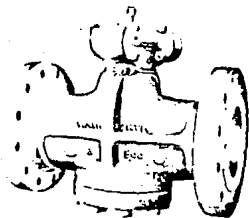
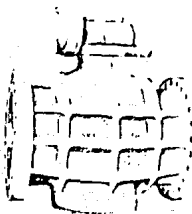
Las válvulas de paso de diablo cuentan con diferentes características debido al diámetro como se puede observar en las figuras.

Las válvulas sello seguro permite el flujo de fluidos por los tubos de línea con un mínimo de turbulencia en la posición de abierta, también permite las corridas de diablos, raspadores por medio de los tubos de línea sin ningún peligro de daño a la válvula.

Cuando el tipo de plancha está en posición de cerrada, los asientos de la válvula se combinan y forman un sello seguro arriba y abajo del flujo, cada asiento cuenta con resina de tetrafluoruro de etileno, insertada en la cara de los sellos, al pasar el flujo estos sellos se expanden a una presión baja, estas válvulas están diseñadas para poderles dar mantenimiento en el campo. Se cuenta también con válvulas macho estas trabajan abiertas o cerradas con un 1/4 de vuelta y no en regulación de flujo, son adecuadas para servicio pesado estables dimensionalmente, ya que las elevadas presiones no afectan sus superficies de sello, seguras - en caso de incendio, flujo en cualquier dirección - más compactas y se encuentran en diferentes diámetros 1" a 24".



VALVULAS MACHO DE ACERO



SEGURAS EN CASO DE INCENDIO.



13.2 Requisitos que deben completar para corridas de --
diablos.

Lás válvulas de seccionamiento en tuberías de ----
transporte deben reunir los siguientes requisitos:

- a) Ser de materiales adecuados para los fluídos -
que manejen, de paso completo continuado y con
tar con accesorios que faciliten su manteni---
miento.
- b) Estar ubicadas en lugares accesibles y protegí
das para evitar que sean dañadas por agentes -
externos.
- c) Contar con mecanismos energizados para accio--
narlas rápida y principalmente a la entrada y
salida de casas de bombas.
- d) Estar debidamente soportadas o ancladas para -
prevenir esfuerzos en la tubería.
- e) Presión de diseño igual o mayor a la presión -
de diseño del sistema de tubería.
- f) Las válvulas deben contar con un dispositivo -
que indique claramente la posición cerrada o -
abierta en que se encuentren; excepto las de -
retención que deben tener marcado con una fle-
cha el sentido del flujo.
- g) Todas las válvulas deben contar con una ins---
cripción o placa en la que se indique marca, -
diámetro nominal, presión nominal y material -
de fabricación.
- h) Las condiciones de presión y temperatura de di
seño, arriba de 1.06 kg/cm2. (15 lb/pulg2.) y-

entre 28.9°C (-20°F) y 121.1°C (250°F) para -- las partes de acero de las válvulas; son aplicables a los materiales de hule, plástico, --- etc. usados para sellar. Por ello deberán ser capaces de soportar las condiciones especificadas para el sistema.

13.3 Normas o especificaciones de fabricación que deben satisfacer.

Se podrán instalar válvulas de acero que cumplan con los estandares y especificaciones enumeradas en las tablas 423.1 y 426.1 de la última edición del código ANSI B.31.4 éstas válvulas pueden tener partes de -- hierro fundido, moleable o forjado, además se deben instalar válvulas, bridas y conexiones metálicas que cumplan con los estandares y especificaciones enumerados en los apéndices A y B de la última edición del código ANSI B.31.8, a continuación se presentan estas normas:

A.P.I. Instituto Americano del Patróleo.

G.D. Sala de acero, pelota y válvula de tapón para servicio de tubo de línea.

599 Válvulas de tapón de acero, extremos bridados y soldar.

598 Inspección y pruebas.

ANSI Instituto Nacional Americano de Standard.

B 2.1 Tubos de rosca.

B 16.5 Tubos de acero con pestaña y pestaña de ajuste.

- B 16.10 Tubo con pestaña de fierro larga y válvula soldada al final, bridadas y soldar.
- B 16.25 Barril soldado, extremos soldar.
- B 18.2 Perno cuadrado y hexagonal.
- ASTM. Sociedad Americana de Pruebas de Materiales.
- A 193 Material de pernos con mezcla de acero para alta temperatura de servicio.
- A 194 Aleación de carbón y acero para alta presión y alta temperatura de servicio.
- A 515 Placa de acero al carbón para vasija de presión intermedia y alta temperatura de servicio.
- M. S. S. Sociedad de Standares de Manufacturas de Válvulas y Ajustes.
- SP - 25 Sistema standard de marca para válvulas, ajustes, pestañas y uniones.
- SP - 44 Tubo de línea de acero con pestaña.
- SP - 47 Dimensiones limitadas de empaquetadura -- con cara de pestaña realzada.
- SP - 61 Prueba de presión de válvula de acero.
- ASME Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos.

SECCION II Parte A, B y C.

SECCION V Pruebas destructivas.

SECCION VIII Calderas y vasijas a presión, código para vasijas a presión y calentamiento.

SECCION IX Calificación de soldaduras.

13.4 Características operacionales.

Las válvulas de seccionamiento localizadas en sitios críticos para operarse en casos de emergencia deben:

1. Instalarse con mecanismos de operación sobre el nivel del terreno (las válvulas de seccionamiento destinadas a otro servicio pueden -- confinarse, de ser necesario, en registros, -- siempre y cuando se evite la transmisión de -- cargas a la tubería).
2. Operarse manual y automáticamente. En los -- cruces de ríos deben instalarse válvulas de -- seccionamiento provistas de mecanismos energizados para su operación en diámetros de 16 -- pulgadas y mayores.

13.5 Operación (manual, hidráulica, eléctrica, etc.)

Manual.- Se lleva a cabo por medio de manijas o volantes los cuales están conectados a unas cajas de engranes que accionan la pelota o la compuerta para poder abrir esta o cerrarla manualmente por el-

personal.

La operación eléctrica puede ser parecida a la manual nada más que la caja de engranes lleva acoplado un motor eléctrico para accionar la válvula ya sea para abrir o cerrar la compuerta o el tapón por medio de la acción del motor eléctrico.

La operación hidráulica se lleva a cabo por medio de circulación de aceite para poder accionar la válvula con unos elementos o herramientas conectadas a la caja de engranes, la cual facilita su operación de abrir o cerrar la válvula rápidamente.

13.6 Material de fabricación de sus partes, componentes principales.

El material de fabricación de sus partes es: --- cuerpo de la válvula, es de acero al carbón, la cubierta también, la compuerta, etc. también tiene partes de acero como son birlos, tuercas, tapas, tapones, tornillos. También cuenta con ---- empaques de asbesto hule, polietileno, etc.

13.7 Mantenimiento preventivo.

Todas las válvulas del sistema de tubería que puedan requerirse durante una emergencia o para la operación segura de los sistemas deberán ser revisados y parcialmente operados a intervalos que no excedan de un año.

Las válvulas, bridas, conexiones y otros componentes usados de especificación conocida y aprobada-

podrán emplearse nuevamente en el rango para el -
cual fueron fabricadas, siempre y cuando hayan te
nido un mantenimiento y posteriormente limpia--
dos y se verifique que satisfacen los requisitos-
de la especificación original como son: espesor,
mecanismos de operación, etc. si fuera necesario-
reacondicionarlos, se utilizarían refacciones de-
la misma especificación y en todo caso, se respe-
tará el código API aplicable a este tipo de acce-
sorios, con lo cual podemos asegurar el funciona-
miento correcto de dichas válvulas.

CAPITULO IV

**CORRIDAS DE DIABLOS, PROPOSITO Y RESULTADOS
BENEFICOS OBTENIDOS**

CAPITULO IV

CORRIDA DE DIABLOS, PROPOSITO Y RESULTADOS BENEFICOS OBTENIDOS

1.- Planeación y programación.

La planeación de una corrida de diablos es debido a la -- frecuencia con la cual se deberán efectuar corridas de -- diablos y la cantidad de diablos que se deben correr. De penderá de las condiciones interiores de la tubería, cada sección de un sistema podrá tener diferentes exigencias - de limpieza, dependiendo de los distintos depósitos o acu mulaciones como: Cuerpos extraños, óxido de hierro, lí-- quidos, lodos, parafinas, etc. Se deben efectuar periódicamente pruebas de eficiencia de la línea en cada sección del sistema, para definir el programa de corridas.

Programar la corrida de diablos.

- a) Fecha y hora para iniciar la operación.
- b) Velocidad a la que se desplazará el diablo (no debe ser mayor a 15 km/hr).
- c) La distancia del recorrido.
- d) El fluido que se utilizará en la corrida.
- e) Tipo de herramienta o diablo.
- f) Puntos de detección para seguimiento de la herramienta o diablo.
- g) Hora estimada de llegada a la trampa de recibo.
- h) De ser posible la cantidad estimada de material extraño.

- i) Nombres del personal encargado de la operación y medios para su localización.

El programa debe hacerse del conocimiento del personal de operación de cada una de las instalaciones que interconecte el ducto, quienes contarán con los medios de comunicación adecuados para que se lleve una coordinación eficiente durante el desarrollo de la corrida.

Deben registrarse los datos reales de la corrida y sus resultados, por ningún motivo se dejará un diablo atorado en la tubería.

PROGRAMA DE CORRIDA DE DIABLOS

Gasoducto de _____ D. N. De _____ A _____ que se efectuará el
 día _____ de _____ de 19____. Hora de lanzamiento _____ Hrs.
 de _____ km. _____ Presión _____ kg/cm².

DETECCIONES	UBICACION	HORA	OBSERVACIONES

Longitud del tramo _____ kms. Velocidad promedio _____ km/hr.

Personal Técnico.

2.- Objetivo de la corrida.

El objetivo de la corrida es con el fin de mejorar la eficiencia de la línea de transporte de hidrocarburos, desde este punto de vista, los diablos se corren en una línea - para mantener la eficiencia de la misma, cualquier disminución en su eficiencia reduce el volúmen de fluido manejado en la tubería.

Es imposible que una línea sea 100% eficiente, la fricción y otros factores físicos obstruyen el flujo por --- ejemplo: En un gasoducto un derrame de aceite del compresor en el flujo de gas puede mezclarse con polvo, destilado y diminutas gotas de agua y cubrir interiormente la pared de la tubería ocasionando restricción a la circulación del gas. La acumulación de parafina y arena en oleoductos; y sedimento lodoso en poliductos originan el mismo problema, en todos los casos la acumulación de contaminación incrementa la resistencia al flujo disminuyendo la eficiencia de la línea de conducción y aumentando el costo del transporte.

Mediante pruebas de operación para calcular la eficiencia del flujo o de bombeo se determina cuando una línea de -- conducción requiere atención. En caso de que fuera necesario llevar a cabo la limpieza interior de la línea se - introducirá un diablo en la corriente del fluido para raspar o tallar interiormente la pared del tubo, con lo que se incrementará el flujo.

La importancia de operar a máxima eficiencia es para poder detectar si existen anomalías en la línea de conducción de hidrocarburos por la variación de gastos de recibo del fluido transportado.

El costo de una corrida de diablos se puede comprar con el consecuente, por la pérdida de eficiencia y reducción en el caudal manejado, para determinar la conveniencia económica de la corrida.

- 3.- Fluido transportado por la línea de conducción, características del mismo.

Para una corrida se tiene que especificar el tipo de fluido que se está manejando en la línea así como sus características, y esto nos servirá para poder estimar las posibles velocidades de la herramienta y tiempos esperados de corrida en la tubería. Por ejemplo tenemos: En un poliducto que maneja varios productos simultáneamente, existen por lo menos 3 causas de contaminación como son:

- a) El diseño de la línea.
- b) El procedimiento de operación.
- c) La mezcla resultante de manejar 2 productos de diferentes características, uno a continuación del otro en contacto ambos.

Cuando la contaminación ocurre entre dos productos ésta se debe manejar de alguna manera, la más común consiste en retirar la mezcla y revolverla con uno de los productos que se manejan, por ejemplo gasolina/kerosena con kerosena.

Para prevenir la contaminación se introduce un diablo separador entre los 2 productos a bien en los extremos inicial y final de un sello líquido que se intercala en la corriente entre los 2 productos.

El diablo mantiene el sello con flujo alto, bajo o -----

intermitente a través de válvulas, secciones, curvas y --
obstrucciones menores.

El que se conozca el fluido que se esté manejando en la -
línea nos servirá para poder seleccionar adecuadamente el
diablo, para el trabajo que se requiera y con esto obte-
ner buenos resultados en la operación.

4.- Tipo de diablo que se deberá utilizar.

Se escoge el tipo de diablo de acuerdo a las condiciones-
de la línea y del fluido o sea al tipo de trabajo que se-
llevará a cabo en la línea de conducción se tienen:

Diablos de limpieza, de calibración o instrumentados.

Si el propósito de la corrida es asegurar que no existen-
deformaciones en la redondez de la tubería desde uno has-
ta el otro extremo de la misma, se podrá utilizar un dia-
blo calibrador, el que también podrá remover la mayor par-
te de desperdicios de construcción tales como trozos de -
madera y varillas de soldadura.

Si el propósito es la limpieza de herrumbre, basura o cog-
tras de fabricación se podrá utilizar un diablo estandard
de limpieza; si el objeto de la corrida es el desplaza---
miento de aire o de agua residual de una prueba se utili-
zará un diablo separador o una esfera inflable. Para que
con éstos trabajos obtengamos resultados benéficos en el-
transporte de hidrocarburos por la tubería sin ningún pro-
blema.

Comportamiento.

El comportamiento de un diablo se podrá determinar de ---

varias maneras a saber:

1. El notable incremento en la eficiencia de la línea.
 2. Notable incremento en la capacidad de transporte.
 3. Caída de presión.
 4. Diferencial en el punto de rocío de antes a después - de la corrida.
 5. Cantidad de material extraño en la cámara de recibo - del diablo.
 6. Cantidad de líquidos en la cámara.
 7. Reducción del índice corrosivo.
- 5.- Velocidad de desplazamiento del dispositivo.

La velocidad de desplazamiento del diablo depende del tipo de fluido (gas, líquido).

Normalmente los diablos que se corren en la corriente de la tubería, se desplazan a la misma velocidad del flujo.- Sin embargo las velocidades más convenientes para diablos de cuerpo armado se encuentran entre 3.2 y 16 km/hr. ---- (2 a 10 m.p.h.) la velocidad de un diablo de limpieza variará ligeramente si se retiran los tapones que obturan los puertos de "By - Pass" una abertura del 100% (todos los puertos abiertos), permitirá que de 3% a 5% del flujo total de la línea fluya a través o alrededor del diablo.

Por ejemplo si un diablo con los puertos taponados se ---

desplaza a 16 km/hr. (10 m.p.h.) retirando los tapones-
del By-Pass viajará a una velocidad de 15.3 a 15.6 km/hr.
(9.5 a 9.7 m.p.h.)

Que tan rápido se mueve un diablo en una línea que trans-
porta gas.

La fórmula siguiente proporciona una aproximación muy sa-
tisfactoria del desplazamiento del diablo en líneas de --
gas.

$$S = \frac{53.051,522 Q \text{ Pb}}{P (Fpv)^2 d^2}$$

S = Velocidad del diablo en km/hr.

Q = Millones de M³ de gas/día.

Pb= Presión absoluta base en Bars.

P = Presión absoluta en la línea en Bars.

$$P = \frac{\text{Presión inicial} + \text{Presión final}}{2} + \text{Presión absoluta Base.}$$

Fpv = Factor de compresibilidad (ver tabla 3)

d = Diámetro interior de la línea en m.m.

Fórmula para estimar la velocidad de desplazamiento en lí-
neas que transportan gas.

Ejemplo:

Una tubería de 508 m.m. con diámetro interior de 488.95 -
m.m. transporta 5,660,000 M³/día de gas natural, la pre--
sión absoluta Base es de 1.033 Bars, la Presión inicial -

es de 75 Bars y la Final de 61.35 Bars. La temperatura - del gas es de 15.5°C ¿ cual es la velocidad de desplazamiento del diablo transportado por gas ?

$$P = \frac{75 + 61.35}{2} + 1.033 = 69.21 \text{ Bars.}$$

$$S = \frac{53,051,522 \text{ Q Pb}}{P (Fpv)^2 d^2}$$

$$S = \frac{53,051,522 (5.66) 1.033}{69.21 (1.1766) 239.073} = 15.93 \text{ km/hr.}$$

$$S' = \frac{15.93}{1.609} = 9.9 \text{ m.p.h.}$$

Nota.

Para entrar a la tabla 3 y determinar el factor de compresibilidad al cuadrado $(Fpv)^2$ se requiere determinar la temperatura del gas en °F y la presión absoluta de la línea en lb/pg².

$$^{\circ}\text{F} = 1.8 (^{\circ}\text{C}) + 32 = 1.8 (15.5) + 32 = 60^{\circ}\text{F}$$

$$P = 69.21 (1.033) 14.2 = 1015 \text{ lb/pg}^2.$$

Con estos valores se entra a la tabla 3 y se determinan -
 $Fpv = 1.0847$ y $(Fpv)^2 = 1.1766$

- En unidades inglesas tenemos:

$$S = \frac{14470 \text{ Pb}}{P (Fpv)^2 d^2}$$

S = Velocidad del diablo en m.p.h.

Q = Millones de pie ³/día (M M P C D) de gas.

Pb = Presión absoluta Base (Presión Barométrica en el -
compresor).

P = Presión absoluta en la línea.

$$\frac{\text{Presión inicial} + \text{Presión final}}{2} + \text{Presión abso-
luta Base.}$$

Fpv = Factor de compresibilidad (ver tabla 3)

d = diámetro interior de la línea en pulgadas.

Ejemplo:

Una línea de 20" con un diámetro interior de 19.250" ----
transporta 200 M M P C D de gas natrual. La presión abso
luta Base es de 15 lb/pg2. la presión inicial de la línea
es de 1100 lb/pg2. la presión final de 900 lb/pg2. la ---
temperatura del gas es de 60°F.

Presión absoluta de la línea.

$$P = \frac{1100 + 900}{2} + 15 = 1015 \text{ lb/pg2.}$$

$$S = \frac{1447 (2000) 15}{1015 (1.0847)^2 (19.25)^2} = 9.81 \text{ m.p.h.}$$

FACTOR DE COMPRESIBILIDAD F_{pv}

DATO BASE 0.6 GRAVEDAD ESPECIFICA DEL GAS NATURAL

Psig	20°F		60°F		100°F	
	F_{pv}	F_{pv}^2	F_{pv}	F_{pv}^2	F_{pv}	F_{pv}^2
200	1.0212	1.0428	1.0160	1.0323	1.0213	1.0248
400	1.0442	1.0904	1.0327	1.0665	1.0247	1.0500
600	1.0690	1.1428	1.0499	1.1023	1.0370	1.0754
800	1.0955	1.2001	1.0674	1.1393	1.0492	1.1008
1000	1.1231	1.2614	1.0847	1.1766	1.0609	1.1255
1200	1.1506	1.3239	1.1013	1.2129	1.0719	1.1490
1400	1.1764	1.3839	1.1166	1.2468	1.0818	1.1703
1600	1.1978	1.4347	1.1298	1.2764	1.0904	1.1890
1800	1.2126	1.4704	1.1400	1.2996	1.0974	1.2043
2000	1.2202	1.4889	1.1470	1.3156	1.1026	1.2157

La velocidad de desplazamiento en líneas que transportan líquidos, se estima con la siguiente fórmula:

$$V = \frac{Q}{0.047 d^2}$$

Q = Gasto en litros/minuto.

V = Velocidad en m/seg.

d = Diámetro interior de la tubería en m.m.

Ejemplo:

Una tubería de 500 m.m. con un diámetro interior de 489 -- m.m. maneja un caudal de 22 M³/minuto ¿ cual es la velocidad de un diablo transportado por el líquido ?

Supóngase que los puertos del By-pass están cerrados.

$$V = \frac{1000 Q}{0.047 d^2} = \frac{1000 \times 22}{0.047 (489)^2} = 1.96 \text{ m/seg.}$$

$$V = \frac{1.96 \times 3600}{1000} = 1.96 \times 3.6 = 7 \text{ km/hr.}$$

En unidades inglesas tenemos la siguiente fórmula:

Para estimar la velocidad con la cual un diablo se mueve - en un medio líquido.

$$S = \frac{(0.0081) q}{d^2}$$

S = Velocidad en m.p.h.

q = Caudal manejado en barriles/día.

d = Diámetro interior de la tubería en pulgadas.

Ejemplo:

Una línea de 20" con diámetro interior 19.250" transporta un caudal de 200000 barriles/día ¿ cual es la velocidad - de un diablo transportado por el líquido ? supongase que los puertos del By-pass están cerrados.

$$S = \frac{0.0081 \times 200000}{(19.25)^2} = 4.37 \text{ m.p.h.}$$

7.031 km/hr.

Capacidad de una tubería en un pie de longitud con la siguiente fórmula.

$$V = 0.00097 (d^2)$$

V = Capacidad de la línea en barriles/pie.

d = Diámetro interior de la línea en pulgadas.

Ejemplo:

Encontrar la capacidad de la línea con un diámetro - - -

interior de 7.981 pulgadas en barriles/pie.

$$V = 0.00097 (7.981)^2 = 0.0618 \text{ barriles/pie.}$$

$$V_2 = 0.0618 \times 3.28 = 0.203 \text{ barriles/pie.}$$

Capacidad de la tubería en barriles/milla con la siguiente fórmula.

$$V = 5.13 (d^2).$$

V = Capacidad en barriles/milla

d = diámetro interior de la línea en pulgadas.

Ejemplo:

Encontrar la capacidad de una tubería con un diámetro interior de 7.981" en barriles/milla.

$$V = 5.13 (7.981)^2 = 326.8 \text{ barriles/milla}$$

$$V = 326.8 / 1.609 = 203 \text{ barriles/km.}$$

Factores de conversión.

Volúmen

(Barril) 5.6146	Pies cúbicos
Barril	42 Galones.
Pie cúbico	0.1781 Barril.
Pie cúbico	7.4805 Galones.
Pie cúbico	28.317 Litros.
Galón	0.02381 Barril.
Galón	0.1337 Pie cúbico.
Galón	231 Pulgadas cúbicas.
Galón	3.785 Litros.

Presión

(Pies columna de agua a 60°F)	0.4331 lb/pg ²
(lb/pg ²)	2.309 pies columna de --- agua 60°F.

Flujo o caudal

Barril/hr.	0.0936 pie ³ /min.
Barril/hr.	0.700 gal/min.
Barril/hr.	2.695 pg ³ /seg.
Barril/día.	0.02917 gal/min.
Pie ³ /min.	10.686 barril/hr.
Pie ³ /min.	28.800 pg ³ /seg.
pie ³ /min.	7.481 gal/min.
Gal/min.	1.429 barril/hr.

Gal/min.	0.1337 pie ³ /min.
Gal/min.	34.286 barril/día.

Velocidad

Pie/seg.	0.68182 milla/hr.
Milla/hr.	1.4667 pie/seg.

6.- Características de la línea de conducción.

6.1 Longitud de los tramos comprendidos entre trampas para diablos.

No existe una fórmula para determinar la longitud de la corrida. La vida útil del diablo depende de factores tales como, calidad de la construcción de la línea, velocidad del diablo, diseño del diablo, condiciones interiores de la línea y fluido en el cual el diablo se corre.

Sin embargo algunas reglas generales podrían ser:

161 km. (100 millas) para gasoductos recientemente -
construídos.

241 km. (150 millas) para poliductos recientemente -
construídos.

322 km. (200 millas) para oleoductos recientemente -
construídos.

No se debe suponer que las distancias señaladas indican la máxima, que un diablo puede recorrer en una corrida sencilla, esto cambia considerablemente de un diablo a otro y de una línea a otra y esto nos sirve, para estimar los tiempos esperados en una corrida y la posible velocidad de la herramienta.

6.2 Diámetro y espesor de la tubería.

El diámetro sirve para poder estimar los gastos que se pueden manejar en una línea de conducción y el espesor es para tener una base; para así poderla -----

comparar; con una indicación de corrosión y poder saber que tanta corrosión existe en ese punto o en el tramo de tubo.

- 6.3 Presiones de operación que deberán existir en los extremos de envío y recibo del diablo.

Estas presiones en los extremos de la línea de conducción, sirven o van a servir para que la herramienta o diablo se desplace y se le dice diferencial de presión, o sea que debe existir una diferencial de presión entre el envío y el recibo del diablo para que exista movimiento.

- 6.4 Tiempos esperados de recorrido para cada tramo de línea entre trampaa para diablos.

Estos tiempos se estiman de acuerdo a la longitud del tramo y velocidad del diablo también de acuerdo al gasto del fluido.

- 7.- Selección de puntos estratégicos para detectar el paso del diablo durante la corrida (no olvidar facilidades de acceso a cada uno de estos puntos).

Se deberá prever si el traslado de personal y equipo de detección se efectuará por carretera o por el D.D.V. así como también cuantos grupos equipados se deberán integrar para el desempeño de esta actividad.

Para seleccionar los puntos estratégicos de seguimiento del diablo se deben tomar en cuenta la facilidad de acceso al punto de detección, además se debe de prevenir, el traslado del personal junto con el equipo de detección; para que de esta manera las cuadrillas de seguimiento del -----

diablo estén al tanto de la posición que el diablo tenga; por si acaso se tienen problemas de atoramiento, y poder ubicar así la herramienta en un determinado momento. El intervalo de colocación se basa en lo siguiente:

1. Terreno.
 2. Ubicación de válvulas tees, etc.
 3. Vetco recomiendo intervalo de 2 km.
- 7.1 Seguimiento del diablo durante la corrida.

Personal de ubicación fija que informará del paso del diablo.

Para el seguimiento del diablo se cuenta con personal de ubicación fija, el cual informará el paso del diablo en el punto de su ubicación, al personal de operación de la corrida, y éste a su vez informará al personal del siguiente punto de detección, que la herramienta ya pasó por el punto de detección anterior, para que estén alerta del paso de la herramienta por su ubicación y así lograr una ubicación del diablo por si se presentarán problemas de atoramiento de la herramienta y poder localizarlo fácilmente en la tubería.

El ingeniero que está a cargo de la corrida, se encarga de estimar la velocidad de la herramienta en los puntos de detección, para con esto poder con los datos anteriores programar la llegada del diablo a la trampa de recibo, esto es si no se tienen variaciones en el flujo.

7.2 Equipo automotriz para traslado del personal comisionado para seguimiento y equipo de radiocomunicación - para transmitir reportes y recibir indicaciones.

El equipo automotriz así como el de radiocomunicación deben contrarse en buenas condiciones, para tener una buena comunicación y poder recibir indicaciones, así como poder trasladarse en caso de que surgiera algún problema durante la corrida, de manera que se puedan realizar trabajos óptimos y esto es, que se tenga una comunicación eficiente entre personal de campo como - el ingeniero encargado de la operación y mantenimiento, durante la corrida.

Antes del comienzo de cada proyecto deben discutirse los siguientes puntos:

- a) Transferencia de los mapas de la tubería a inspeccionarse y una lista correcta de los imanes a colocarse.
- b) Discusión de itinerarios.
- c) Tazas de flujo y aceptabilidad por parte del vetco.
- d) Procedimiento de lanzamiento y rescate del equipo o diablo.
- e) Seguridad.
- f) Intercambio de teléfonos, incluyendo los números - de teléfonos particulares si es posible.
- g) Establecer claramente quien va a estar a cargo del proyecto o corrida tanto de PEMEX como de VETCO.

h) Areas problemáticas para ambas partes.

7.3 Programación de los relevos de personal de seguimiento para tomar alimentos y descanso.

La programación de los relevos de personal se lleva a cabo al estimar el tiempo de la corrida, la longitud del tramo y esto es: El personal que está en algún punto de detección en donde ya pasó el diablo, se puede relevar por otro personal, mientras el primero toma alimentos, posteriormente este releva al anterior y así sucesivamente para así no perder la ubicación y posición del diablo.

7.4 Selección del equipo detector que se utilizará para localización del diablo durante la corrida.

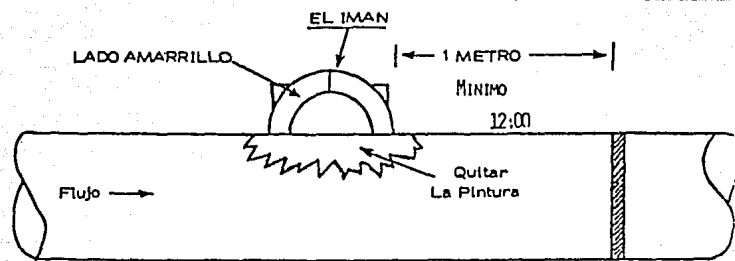
La selección de este equipo depende de la herramienta o diablo a utilizarse, en el vetco se usan imanes. El tamaño del imán a utilizar se determina por el diámetro y no por el espesor de la pared de la tubería.

La colocación de los imanes en la tubería se hará de acuerdo a lo siguiente:

1. Posición de las 12 horas.
2. Lado pintado aguas arriba.
3. Flecha indicando en la dirección del flujo del producto.
4. Imán será colocado a no menos de un metro de una soldadura periférica.

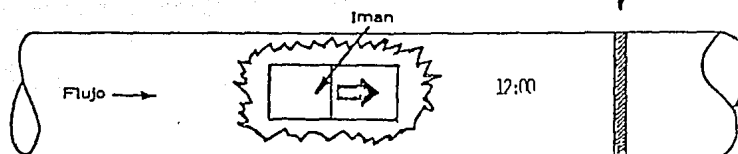
Estos imanes dan una señal conocida en la gráfica. -

Después de ubicar e identificar cualquier área de interés contando la señal del odómetro desde un imán a dicha área de interés.

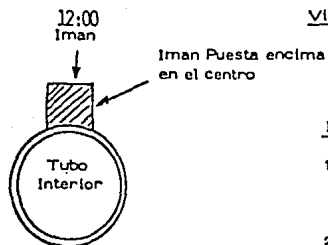


Vista de lado

Soldadura



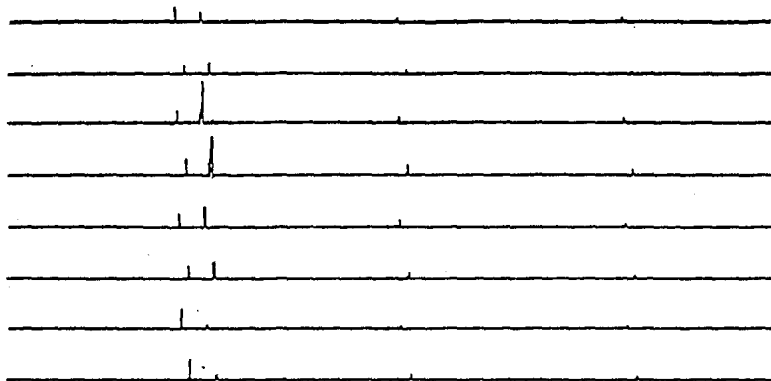
Vista de arriba



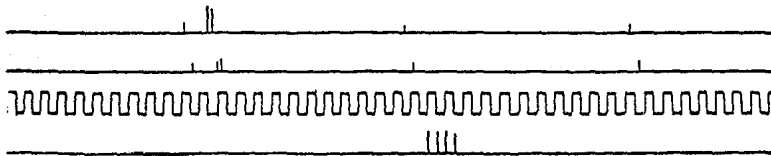
Vista de Extremo

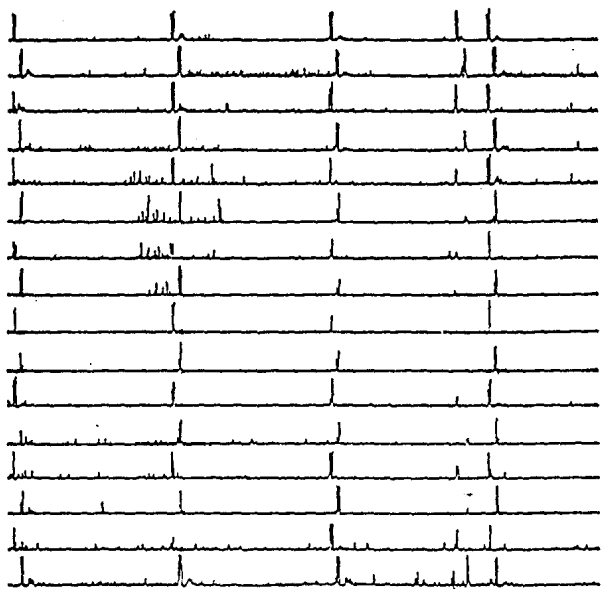
INSTRUCCIONES

- 1) Hay que poner los imanes por lo menos un metro de distancia de la soldadura, encima y en el centro del tubo.
- 2) Hay que instalar el extremo amarillo del imán hacia río arriba con la flecha roja en la dirección del flujo.
- 3) Hay que quitar la pintura debajo del imán para contacto metal a metal.



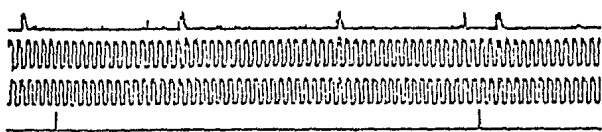
IMAN KM 2+000





IMAN

S



8.- Maniobras para envío y recibo del diablo.

8.1 Maniobras que se deben efectuar para introducir el diablo en la trampa de envío.

I. Seguridad.

Usar listas de verificación pre-lanzamiento.

Inspeccionar el área buscando escombros u obstrucciones.

Conocer el producto.

Apagar toda clase de motores.

No fumar.

II. Colocación del instrumento.

Acomodar los maderos en caso de que se usen, si se está manejando un instrumento de diámetro pequeño, se debe tener personal necesario para carga y manejo.

Evitar dañar el anillo "O" de hule al frente del barril de lanzamiento.

III. Inserción del instrumento.

El instrumento de diámetro pequeño puede ser colocado a mano en la trampa. Si no hay espacio empújese despacio y cuidadosamente con un madero.

El instrumento de diámetro grande debe ser colocado en el barril de lanzamiento con el uso de un malacate, el cual enganchará en la estructura para transporte del diablo.

Ambos instrumentos deben tener la copa frontal ajustada sólidamente contra la reducción en el barril de

lanzamiento.

Es muy importante que se tenga extremo cuidado al colocar el instrumento en el barril de lanzamiento para asegurar que no ocurra ningún daño al odómetro.

IV. Igualación de presiones.

El llenado del barril de lanzamiento debe hacerse -- lentamente, cuando se comienza a presurizar no hay - presión adelante del instrumento. Se debe tener cuidado de asegurar que el instrumento no sea forzado - en la válvula de paso de diablo a la tubería.

El barril de lanzamiento debe estar a la misma presión de la tubería antes de abrir la válvula. Si - la presión en la tubería es mayor que la del barril- de lanzamiento al abrir la válvula de paso de dia--- blo, el instrumento será lanzado hacia la tapa de la trampa y dañará los sensores y el conjunto del odóme tro.

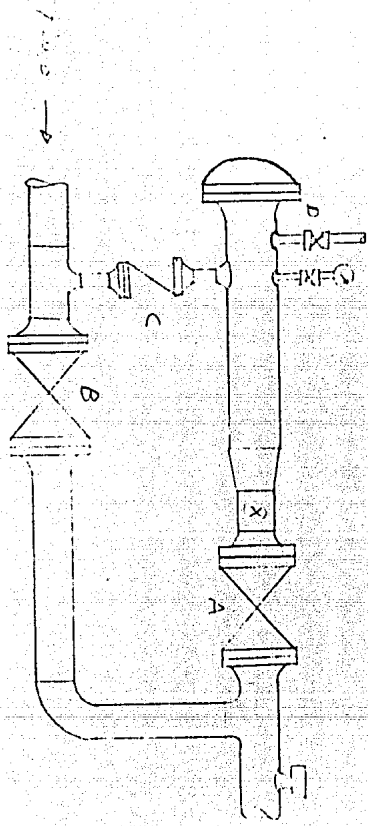


Fig. 10-10

8.2 Maniobras que se llevarán a cabo en la trampa de envío para lanzamiento del diablo.

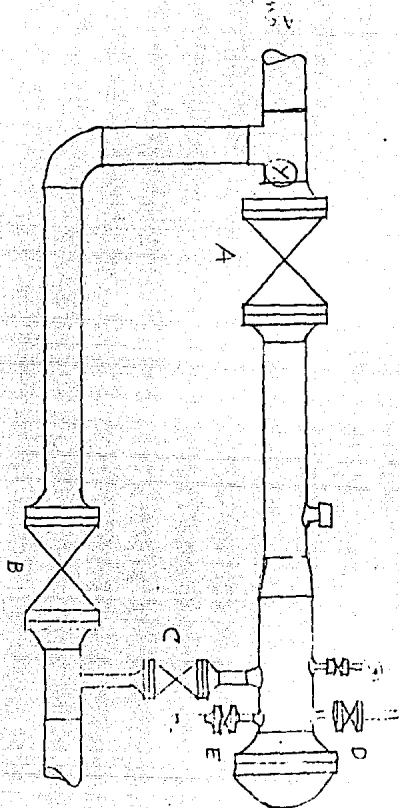
Condición de partida: La trampa está presurizada y llena de gas, las válvulas A, B y C están abiertas, la válvula D cerrada.

Pasos:

1. Cerrar válvulas A y C.
2. Abrir válvula D para ventear la trampa receptora a presión atmosférica.
3. Cuando la trampa sea completamente venteada --- (0 psig) y válvula D todavía abierta, abrir la tapa de la trampa e incertar el diablo hasta que la copa frontal haga un ajuste firme en el reductor (punto x).
4. Cerrar y asegurar la tapa, purgar el aire de la trampa por válvula D y lentamente abrir la válvula C. O cuando se complete la purga cierre la válvula D para permitir equiparación de la presión. Entonces cerrar la válvula C.
5. Abrir la válvula A, luego abrir la válvula C, - el diablo está listo para el lanzamiento.
6. Cerrar parcialmente la válvula B, esto forzará aumento de flujo de gas a través de válvula C y detrás del diablo. Continuar cerrando la válvula B hasta que el diablo se mueva fuera de la trampa y entre a la corriente central como lo -

indicará el indicador de paso de diablo.

7. Cuando el diablo deja la trampa e ingresa a la corriente central abrir la válvula B y cerrar C y A.



10/10

8.3 Maniobras que se realizarán en la trampa de arriba para recepción del diablo.

Condición de partida: La trampa está vacía a presión -- atmosférica, válvulas B, D y E es tán abiertas, válvulas A y C es tán cerradas, la puerta o tapa es tá cerrada y asegurada.

Pasos:

1. Para purgar la trampa, cerrar la válvula E y lentamente abrir la válvula C.
2. Después de purgar, dejar que se equipare la presión en la trampa cerrando la válvula D con válvula C --- abierta.
3. Ya equiparada la presión, con la válvula C aún abierta abrir la válvula A, ahora la trampa está lista para recibir al diablo.
4. Cuando llegue el diablo, puede ser que se detenga entre la válvula A y la Tee (punto x).
5. Cerrar parcialmente la válvula B, ésto forzará al -- diablo en la trampa debido al aumento de flujo en la válvula C.
6. Después de que el diablo esté en la trampa como lo indica el indicador de paso de diablo, abrir la válvula B y cerrar válvulas A y C.
7. Abrir las válvulas D y E y ventear la trampa hasta lograr presión atmosférica.

8. Después de ventear la trampa (0 psig) y drenar con las válvulas D y E abiertas abrir la tapa de la ---- trampa y recoger el diablo.

9. Cerrar y asegurar la tapa.

8.4 Maniobras que se desarrollarán en la trampa de recibo para la recuperación del diablo.

I. Seguridad.

Inspeccione el área buscando escombros y obstrucciones.

Conocer el producto.

Apagar motores.

No fumar.

II. Ubicación y movimiento del instrumento.

Un medidor de magnetismo (medidor gauss) o una brújula - debe usarse para determinar la ubicación exacta del instrumento. Si el instrumento no ha recorrido lo suficiente en la trampa de recibo, entonces la cápsula de grabación y/o el conjunto del odómetro pueden estar en la válvula de la tubería. De cerrar la válvula se dañarían.

La práctica usual para mover el instrumento (diablo) lentamente hacia adelante es la de parcialmente cerrar la - válvula by-pass. Se debe tener cuidado porque la presión subirá detrás del instrumento y en la trampa de recibo.

Otro método de mover el instrumento hacia adelante es el de aumentar el flujo o presión en la tubería.

III. Recogida del instrumento del área de recibo.

Cuando el instrumento está en el patin de transporte, mo ver el instrumento fuera del área de recibo. No sacar la tapa de las cápsulas de grabación o de la batería --- hasta que la tapa de la trampa haya sido cerrada. ---- Limpiar toda la cápsula de grabación antes de sacar la - grabadora.

8.5 Habilitar trampas de envío y recibo para próximas corridas.

Para habilitar las trampas de envío y recibo se necesita aislar éstas de la tubería de conducción y esto se lleva a cabo cerrando las válvulas de acceso a la trampa, esto es con el fin de poder drenar y ventear la trampa para - que no exista fluido en el interior de ésta; para asegu rarse se abren también la válvula de venteo y entonces - se tendrá en el manómetro una presión igual a cero, con esto se tendrá la trampa a presión atmosférica y lista - para una próxima corrida. Esto es en el caso de envío, - en el caso de recibo de diablo se tiene la trampa vacía - a presión atmosférica entonces se necesita llenar con el fluido para poder igualar la presión dentro del barril - con la presión de la tubería de conducción y así poder - abrir la válvula de paso de diablo para esperar su llega da. Llegando el diablo en la parte delantera llega con basura y deshechos, éstas se mandan a quemador, cuando - se termina ésto se jala el diablo al interior de la ---- trampa y ya estando este en el barril de la trampa se -- aisla ésta como se indicó anteriormente hasta tenerla a presión atmosférica y se abre la tapa para extraer el -- diablo y queda a la presión atmosférica y vacía, para -- una próxima corrida, se cierra la tapa y se asegura.

9. Preparación de la tabla o carta de datos y resultados -- obtenidos de la corrida.

La preparación de la tabla se lleva a cabo con los datos obtenidos en la corrida.

En esta tabla se debe incluir la fecha programada y real de la corrida, además anotar el tipo de diablo que se -- usó de acuerdo a las características de la línea y el -- fluido transportado.

La hora del lanzamiento del diablo y si el tiempo estimado en cada punto se logró obtener, de acuerdo al gasto - de la línea y las velocidades estimadas de la herramien- ta.

Que presiones de operación existían en la línea en ambos extremos durante la corrida.

El tiempo de duración de la corrida si fué el que se te- nía estimado, que observaciones se obtuvieron.

REPORTE FINAL DE CORRIDAS DE DIABLOS

Línea _____ Longitud total de la línea _____

D.N. _____ Tramo de _____ a _____

Gasto _____ Presión _____ kg/m²

Longitud del tramo de _____ Km. a _____

DATOS:

Tipo de diablo _____

Fecha de operación _____

Hora de lanzamiento _____

Tiempo total de recorrido _____

Velocidad promedio _____

Tiempo total de desfogue (seg) _____

Personal Técnico.

Ing. Mantenimiento _____

Ing. Operación _____

Ing. Seguridad Industrial _____

Imprevistos o emergencias _____

Observaciones: _____

Sector	Lugar	Fecha	Reportó
_____	_____	_____	_____

CAPITULO V

**DIABLO INSTRUMENTADO, INSPECCION INTERIOR
DE LINEAS DE CONDUCCION**

CAPITULO V

DIABLO INSTRUMENTADO, INSPECCION INTERIOR DE LINEAS DE CONDUCCION

1. Objetivo.

El propósito primordial de una corrida de inspección con diablo instrumentado consiste en proporcionar a los operadores los medios que permitan establecer las condiciones-actuales de las tuberías en operación, con el auxilio del diablo instrumentado es posible determinar el origen y localización de defectos y daños que presentan las tube----rías, ya sean internas o externas.

Además dá prioridad al trabajo de reparación, basándose -sobre la localización de problemas severos; minimiza la -costosa pérdida de productos. Observa las condiciones --de repetición sobre futuras corridas, acerca de defectos--mediante un mantenimiento preventivo eficiente; por medio del reporte final del diablo instrumentado.

2. Circunstancias que motivan la decisión de efectuar la inspección de líneas con diablo instrumentado.

Los motivos para llevar a cabo una corrida de inspección--con diablo instrumentado son:

Cuando se observe abatimiento del gasto manejado que pu--diera ser indicio de obstrucción en la tubería, por acumulación de líquidos, polvos y otros materiales extraños; -debe efectuarse la limpieza de la tubería o cuando se tengan fugas de fluido se deben efectuar pruebas en esos tramos o inspecciones para saber cual o cuales son las -----

causas de la operación anormal de la línea, mediante t--cos o diablos adecuados para cada tipo de problema. En -este caso con diablo instrumentado.

3. Diferentes diseños existentes de diablos instrumentados - para inspección de líneas de conducción de hidrocarguros.

Los diferentes diseños que se presentan a continuación de diablos instrumentados son de acuerdo a las necesidades - de los trabajos y tipo de información que se requiere --- obtener, tomando en cuenta claro el diseño de las líneas- de conducción de hidrocarburos entre los cuales tenemos - Las siguientes herramientas:

ODOMETRO CAPSULA de BATERIA CAPSULA de GRABACION TRANSDUCTOR IMPULSOR

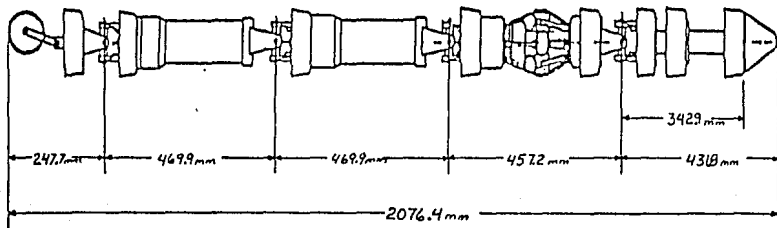
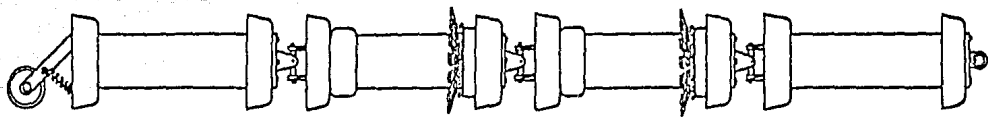


DIAGRAMA DEL INSTRUMENTO VETCOLOG DE 152.4 mm

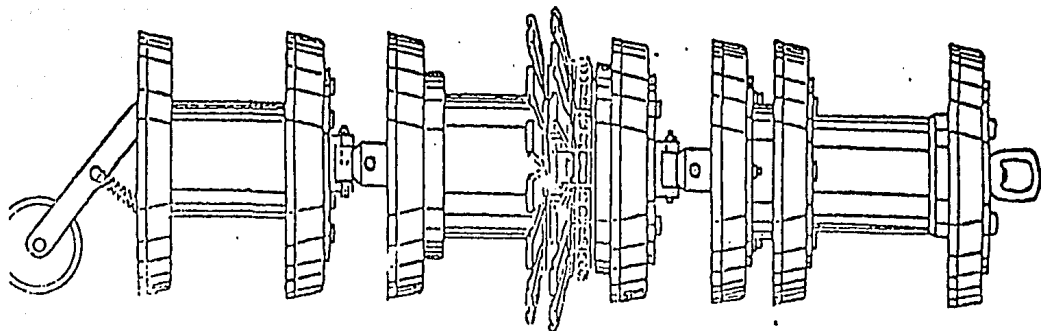


CAPSULA DE
GRABACION

TRANSDUCTOR

CAPSULA DE
BATERIA

DIAGRAMA DEL INSTRUMENTO VETCOLOG DE 203.2mm



Seccion de Instrumentos

Seccion Transductora

Seccion Impulsora

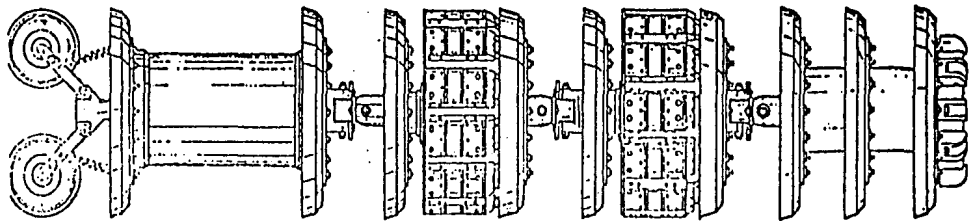
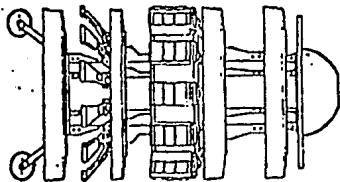


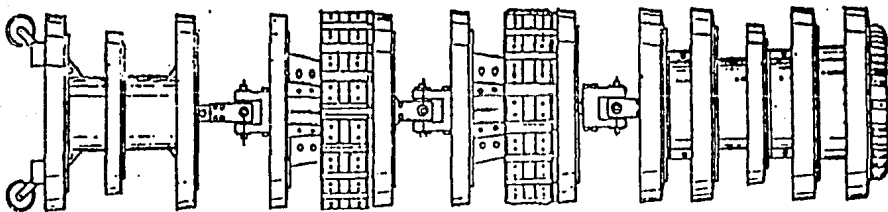
DIAGRAMA DEL VETCOLOG INSTRUMENTADO

20° Y MAS

NUEVO PRODUCTO



NUEVO INSTRUMENTO DEFORMACION / CORROSION
48" DIA.



INSTRUMENTO DE CORROSION EXISTENTE
48" DIA.

4. Descripción general de Equipo Vetcolog.

4.1 Principios generales:

Los equipos vetcolog son totalmente autónomos y su operación consiste, en la localización de la dispersión de flujo magnético creado en la proximidad de anomalías e imperfecciones al paso del equipo instrumentado en su recorrido de exploración de la tubería.

4.2 Equipo Vetcolog.

El equipo instrumentado vetcolog consta de 3 componentes principales, una unidad de tracción constituida por la sección delantera. La unidad combinada magnetizante-transdutora en la sección central y la unidad electrónica de amplificación y sistemas de registro en la sección posterior del equipo. (Ver fig. 1).

4.3 Unidad de tracción:

Todas las fuentes de poder requeridas para energizar el equipo instrumentado vetcolog durante los recorridos, se encuentran alojados en la unidad de tracción-misma que guarda concetricidad con la tubería mediante copas de poliuretano que forman parte del ensamble.

Estas copas permiten formación de una presión diferencial que propicia el movimiento del equipo a lo largo de la tubería.

4.4 Unidad transdutora.

La sección central contiene un número adecuado de zapatas transductoras montadas sobre 2 anillos de ----

compensación de manera que durante los recorridos de inspección se mantiene un estrecho contacto entre los sistemas sensores y la superficie interior de la tubería. Los sensores cubren toda la circunferencia del tubo con suficiente traslape de alcance. El tipo de suspensión de los sensores proporciona el factor necesario de flexibilidad, que permite al equipo cruzar - sin daño a lo largo de reducciones del diámetro interior del conducto.

Al paso del equipo instrumentado en el recorrido de la tubería, se induce un campo magnético en el material de la pared de la misma. La dispersión de flujo magnético originada por anomalías internas o externas en la pared del tubo genera señales electrónicas que son detectadas por los grupos de sensores delanteros y traseros.

4.5 Unidad de instrumentos.

La última sección del equipo aloja los sistemas electrónicos y los instrumentos registradores donde todas las señales son recibidas y almacenadas en cinta magnética acopladas a la parte posterior de esta sección se encuentra un juego de 2 ruedas odométricas, para la medición de distancias recorridas.

Las tres secciones del equipo se encuentran articuladas por juntas universales que permiten el paso franco en dobleces normales de la tubería con radio mínimo de $3R-90^\circ$.

4.6 Sistema reproductor.

Al finalizar el recorrido de inspección la cinta ----

magnética es retirada del equipo.

El sistema reproductor recupera y procesa la información que fué almacenada en la cinta magnética. Esta información procesada se envía a un oscilógrafo que la transfiere al papel; de esta manera el intérprete dispone de un formato visual para revisar e interpretar resultados gráficos de la inspección.

4.7 Interpretación de la información resultante.

La información resultante consiste en un registro gráfico de las indicaciones producidas por las anomalías localizadas por el equipo instrumentado vetcolog en su recorrido de inspección a lo largo de la tubería.- El equipo vetcolog detecta la pared interna y externa del tubo con anomalías existentes en sus superficies, dependiendo de la magnitud de la penetración o deformación en el material.

4.8 Desperfectos detectados.

Los diferentes tipos de anomalías que pueden ser detectados por el equipo son las siguientes:

Picadura por corrosión.

Daño mecánico.

Arañazos, abolladuras, hendiduras y arrugas.

Asperezas.

Deformaciones.

Defectos de laminación (fabricación).

Marcas de fábrica (maquinaria de fabricación).

Burbujas de hidrógeno.

Grietas circunferenciales.

Otras imperfecciones tridimensionales.

4.9 Otras imperfecciones tridimensionales.

Además de la corrosión y otro tipo de defectos el registro proporciona también indicación de accesorios y aditamentos de la tubería que ayudan en un momento dado a correlacionar el registro con respecto a las estaciones de referencia localizadas a lo largo de la línea. Dependiendo de la cantidad de metal del accesorio y su proximidad a la pared del tubo entre dichas indicaciones normalmente se pueden contrar las siguientes:

Juntas perimetrales de soldadura.

Válvulas.

Conexiones "T".

Juntas de transición o cambio significativo en el espesor de pared.

Parches.

Bridas de aislamiento.

Soldaduras espirales.

Indicadores de paso de diablo.

Envolventes.

Grapas.

Dobleces.

Medidores de flujo.

Agujeros maquinados.

Juntas cortas.

Drenes.

Sensores de temperatura.

Anclaje.

Metal en estrecha proximidad.

Silletas.

Bridas de anclaje.

Reductores.

Venteos.

Sensores de presión.

Mangas envolventes para perforación y obturación.

Mangas soldables acopladoras (Weltend).

Aditamento soldable para injerto (Weldolet).

5. Canales de información en equipos vetcolog de 12" y - 24" de ϕ .

Canales del equipo vetcolog de 24" ϕ presenta 25 canales de información los cuales se usan como se describe a continuación.

20 canales - Información principal. Normalmente señala picadura por corrosión y --- otros defectos tridimensionales.

2 canales - Detecta marcadores magnéticos. Suministran información sobre imanes, válvulas, tes y muchos otros - accesorios en la tubería.

2 canales - Odómetro. Cada revolución de las - ruedas odómetras es desarrollada -- en estos canales y representa una - longitud específica de tubería recorrida por el equipo instrumentado - vetcolog. La localización de puntos de interés puede ser exactamente determinada mediante el número - de indicaciones del odómetro y la - medición de distancias precisas a - lo largo de la tubería desde referencias conocidas tales como válvulas e imanes.

1 canal - Indicador de orientación.

Muestra una señal que representa la posición del equipo con respecto a su eje de rotación. Esto permite determinar la ubicación perimetral de las anomalías registradas.

Este canal es usado además para desarrollar la longitud de tubería -- acumulada, en incrementos de 25 m.

Canales del equipo vetcolog de 12" \emptyset presenta 14 canales de información que se usan en la siguiente forma:

- 10 canales - Detección de información principal. Muestran anomalías magnéticas tridimensionales.
- 2 canales - Detección de marcadores magnéticos-- proporcionan información sobre imanes comienzo y fin de envolturas, - cambios de espesor, válvulas, tes y muchos otros accesorios.
- 1 canal - Exposición del odómetro. Cada revolución de la rueda del odómetro aparece en este canal y representa una distancia específica de la tubería recorrida por el diablo-- instrumentado. La ubicación de puntos de interés puede ser determinada con precisión usando el número - de indicaciones del odómetro y aplicando medidas exactas de la superficie a lo largo de la tubería desde puntos conocidos como imanes y válvulas.

- 1 canal - Indicador de orientación.
Muestra una señal representando la posición del instrumento con respecto a su eje de revolución. Esto -- permite al analista determinar la -- ubicación circunferencial de las -- anomalías registradas. Este canal -- también muestra la distancia acumulada en incrementos de 50 metros.

6. Evaluación del registro.

El procedimiento para evaluación del registro consta de -- los siguientes pasos:

- a) Localizar e identificar todas las ubicaciones conocidas de imanes, válvulas y otros accesorios de la tubería.
- b) Localizar, interpretar, identificar, jerarquizar y -- clasificar las indicaciones sobre picaduras por corrosión, daño mecánico y varias otras condiciones de la tubería.
- c) Reunir todos los resultados e informar.

6.1 Referenciación de la distancia.

Todos los imanes, válvulas y otros accesorios conocidos son identificados en el registro. Las distancias entre los sitios conocidos son proporcionados por Petróleos Mexicanos, Vetco no garantiza la exactitud de las mediciones.

El equipo instrumentado vetcolog está equipado con 2-

ruedas odométricas para la medición de la distancia, - cada una con su propio canal de registro. En este ca - so ambos canales superior e inferior, indican el avan - ce del equipo a lo largo de la tubería aproximadamen - te cada 0.5 m.

Acumulando y comparando el número de indicaciones de - las 2 ruedas odometras se puede tener una excelente - verificación de la exactitud de la distancia medida - entre 2 puntos. Supuesto que las 2 ruedas son de las - mismas dimensiones físicas, el canal que muestra el - mayor número de metros en una misma distancia la cual - se mide, se considera como el odómetro más exacto en - dicha distancia particular.

La aglomeración de materiales extraños en la circunfe - rencia exterior de la rueda odometra causa algunas ve - ces que la exactitud varíe ligeramente, hasta que los - depósitos son suprimidos. En tuberías donde se pre - sentan depósitos de parafina no es raro que ocurra la - formación de una delgada capa sobre la circunferencia - de la rueda.

Un dispositivo electrónico incorporado en el sistema - registrador acumula las indicaciones de los circuitos - odometros y registra un evento cada 25 m. Este regis - tro de indicaciones acumuladas está proporcionando -- además información acerca de la orientación del equi - po instrumentado vetcolog en la misma ubicación.

Por conveniencia las indicaciones o eventos odometro - orientación han sido acumuladas desde el envío del -- equipo a la tubería e identificadas cada diez indica - ciones equivalentes a 250 m. de tubería cuando se --- usan las indicaciones de evento odómetro-orientación-

siempre se cuenta o se mide a partir de la primera -- indicación de una serie hasta la primera indicación -- de la siguiente en lugar de las indicaciones centra-- les o posteriores.

Para determinar la localización física aproximada de una zona de interés a lo largo de la tubería, contar las indicaciones odometras desde el punto de interés hasta la localización conocida más cercana. El conta dor de eventos de cada 25 m. del odómetro puede usarse confiablemente para abreviar el procedimiento.

Cuando sea necesario determinar la localización exacta a lo largo de la tubería en la cual ocurre una indicación en el registro, se deberá usar la técnica si guiente:

- a) Determinar la distancia física precisa a lo largo de la tubería entre los 2 puntos de referencia más próximos uno aguas arriba y otro aguas abajo de la indicación, por ejemplo entre 2 imanes o entre un imán y una válvula, medir físicamente esta distancia con una cinta metálica cuanto mayor sea la --- exactitud en la medición de la distancia, tanto ma yor será la precisión en la localización de la zona de interés.
- b) Contar el número de indicaciones odometras en el - registro entre los mismos 2 puntos conocidos.
- c) Dividir la distancia total medida entre los 2 puntos conocidos aguas arriba y aguas abajo de la zona de interés, entre el número de indicaciones odo metras del registro para obtener un factor preciso de conversión para dicha sección particular de la tubería.

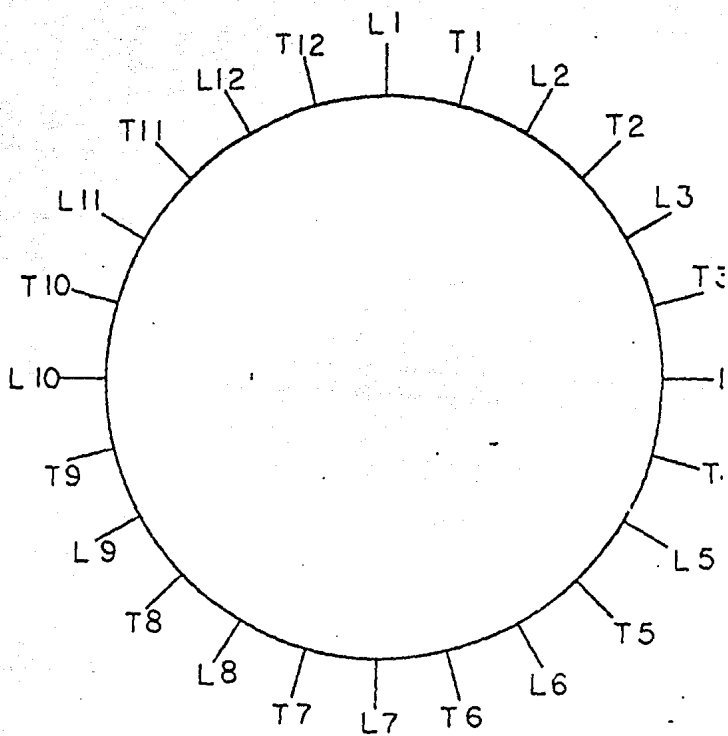
- d) Multiplicando el factor de conversión obtenido por el número de indicaciones odométricas registradas entre el punto de interés y la localización más cercana de las 2 conocidas, se podrá determinar a lo largo de la tubería la distancia exacta al punto de interés. Si se usa la indicación del detector delantero para localizar una anomalía, debe usarse la distancia odométrica registrada por el canal delantero a la localización conocida.

El mismo procedimiento se seguirá cuando las anomalías sean localizadas con el canal correspondiente al detector trasero.

- e) Medir físicamente la distancia precisa sobre la tubería, desde el punto cuya localización es conocida hasta el punto donde la indicación ocurrió en el registro.
- f) Una buena práctica consiste en localización soldaduras perimetrales en ambos lados del punto de interés antes de intentar excavar directamente sobre el punto en cuestión.

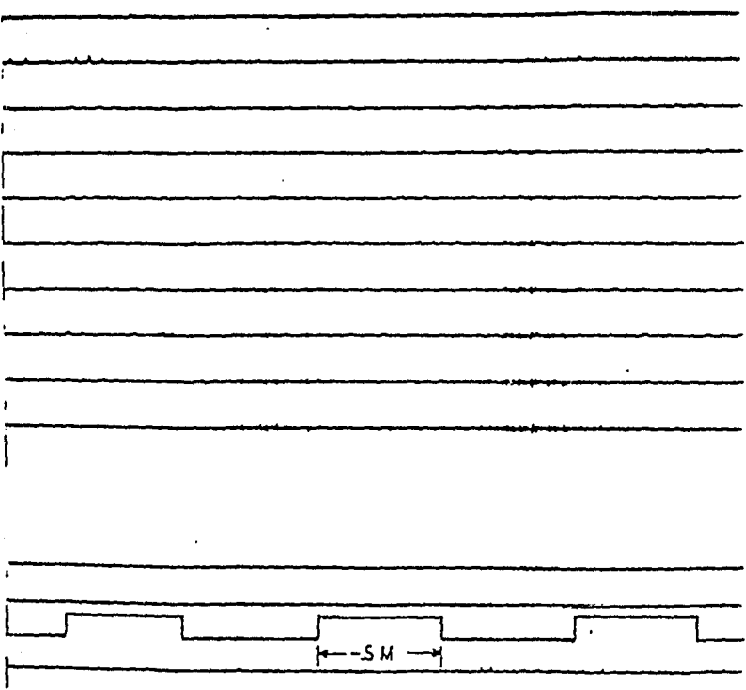
6.2 Determinación de la orientación.

Como anteriormente se indicó el canal inferior del registro es una combinación de indicador de orientación y contador del odómetro. Una marca o serie de marcas aparecen en este canal de registro por cada 50 indicaciones odométricas de 0.5 m., es decir por cada 25 m. de tubería. Contando el número de indicaciones verticales que aparecen en este canal durante cada evento, se puede determinar la orientación del equipo con respecto a su eje longitudinal, cuando se use el



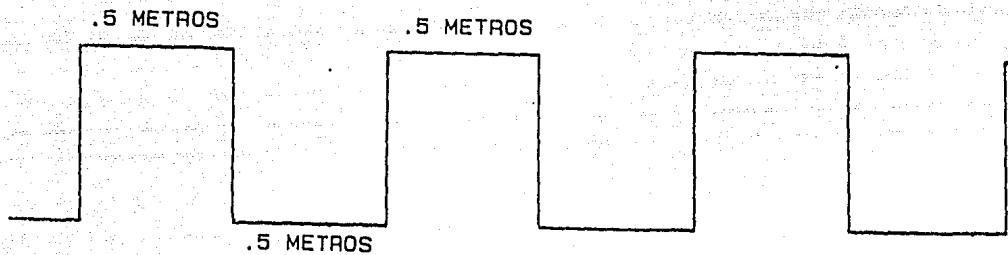
ORIENTACION DEL INSTRUMENTO EN LANZAMIENTO

POSICION DE LAS ZAPATAS SENSORAS 360°



A technical drawing of a stepped shaft. The shaft is shown in profile, with several distinct diameters. A dimension line with arrows at both ends is drawn below the shaft, indicating the length of a specific section. The dimension is labeled "SM".

SM



MEDIDA LINEAL DEL ODOMETRO

canal odometro-orientación usar el número más alto de indicaciones en una longitud de 100 a 200 m. en ambas direcciones por ejemplo, una indicación con 7 barras verticales significa que los sensores T7, L8, T8, L9- y T9 estaban aproximadamente en ese instante en la posición de las manecillas del reloj correspondiente a las 12:00 horas (ver fig. 1 para la división de cuadrantes y las figs. 2 - 4 para ejemplos de orientación). Enseguida se enlistan el número de indicaciones que aparecen repetidas veces en el canal odometro-orientación del registro y los números de los sensores correspondientes que en ese instante están en la posición de las 12:00 horas.

Indicaciones

Odometro-orientación	Sensores de las 12:00 horas
1	L10, T10, L1, T1, L2,
2	T1, L2, T2, L3,
3	T2, L3, T3, L4, T4,
4	L4, T4, L5, T5,
5	L5, T5, L6, T6, L7,
6	T6, L7, T7, L8,
7	T7, L8, T8, L9, T9,
8	L9, T9, L10, T10,

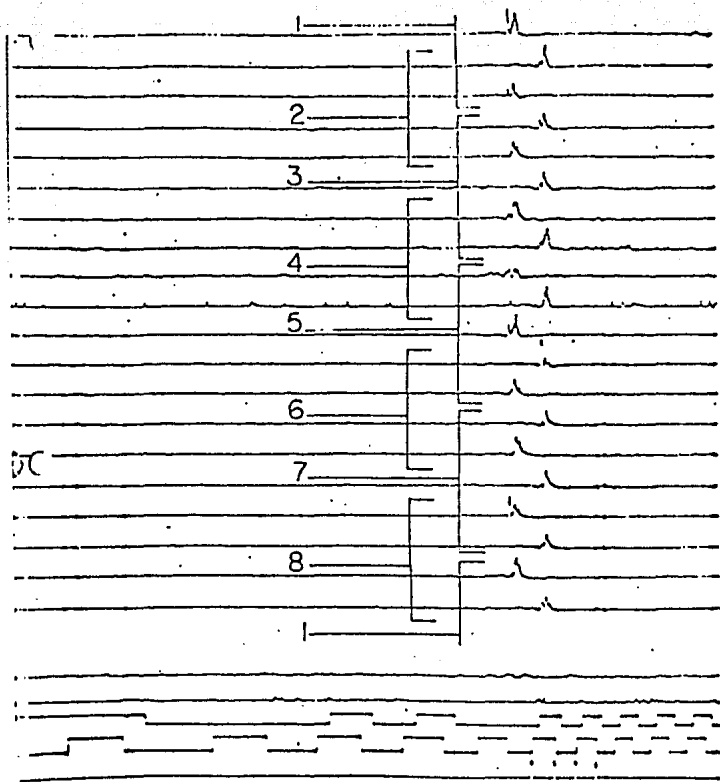


Figure 1

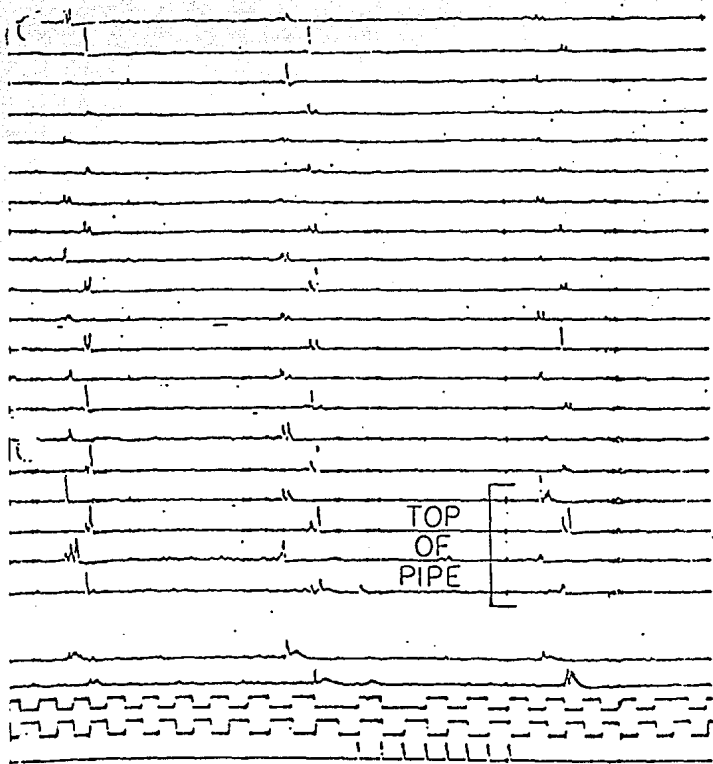


Figure 2

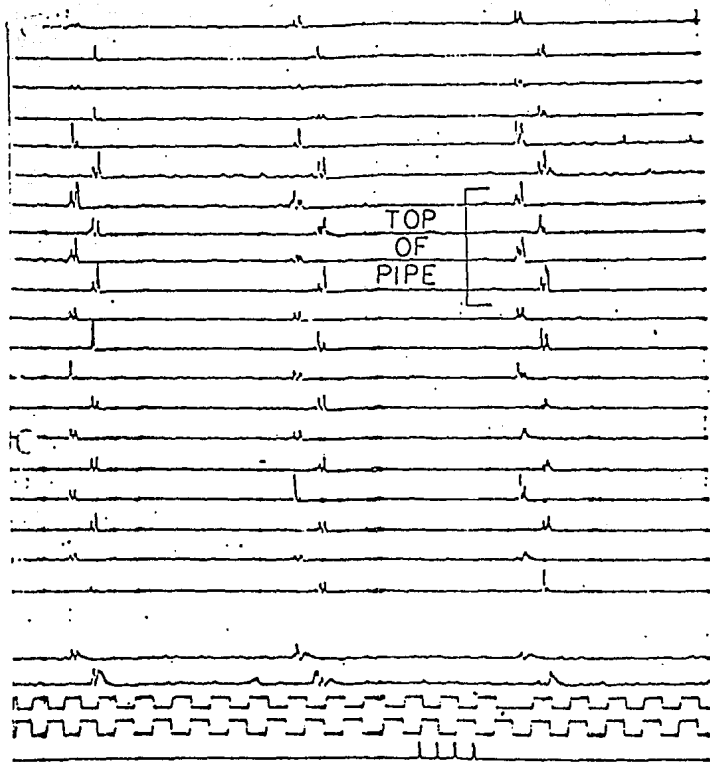


Figure 3

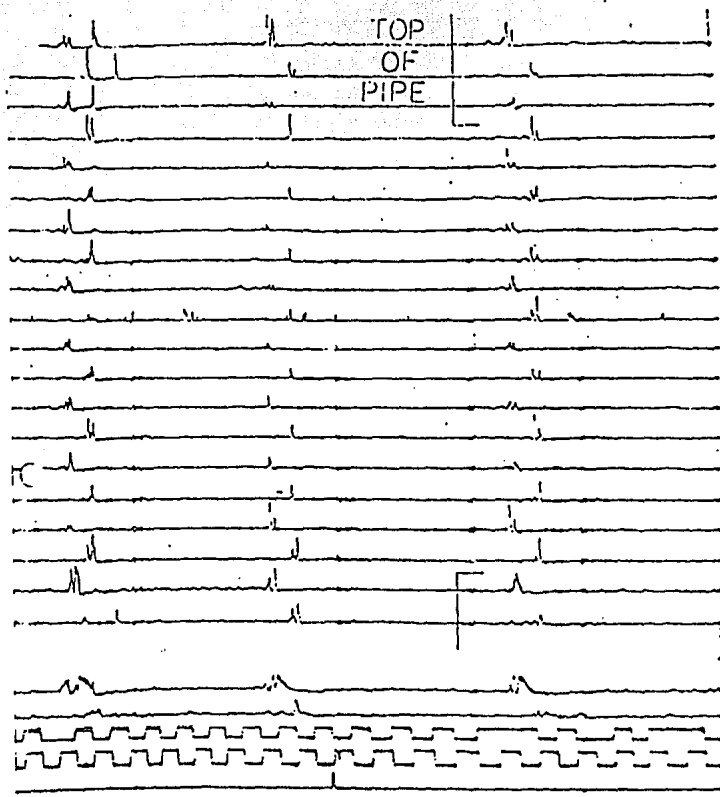


Figure 4

6.3 Clave para las secciones de registro.

Figura 1.- Indicaciones desarrolladas por el paso - del equipo a través del barril de lanzamiento y una te.

Figura 2.- Indicaciones originadas en opinión de -- vetco por corrosión severa localizada en el área de excavación, e indicaciones -- originadas en opinión de vetco por corrosión ligera.

Figura 3.- Indicaciones originadas en opinión de -- vetco por corrosión moderada.

Figura 4.- Indicaciones originadas en opinión de -- vetco por una envolvente completa desconocida de la tubería e indicaciones desarrolladas en opinión de vetco por una -- deformación en la pared del tubo.

Figura 5.- Indicaciones producidas por un imán.

Figura 6.- Indicaciones producidas por una válvula y horadaciones maquinadas para injertos.

Figura 7.- Indicaciones producidas por el paso del equipo a través de la válvula en la ---- trampa.

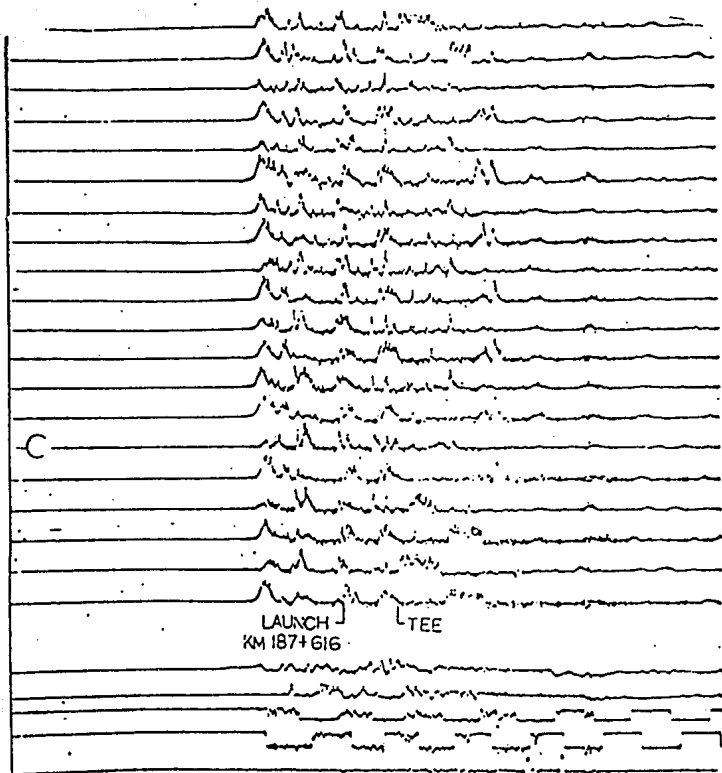


Figure 1

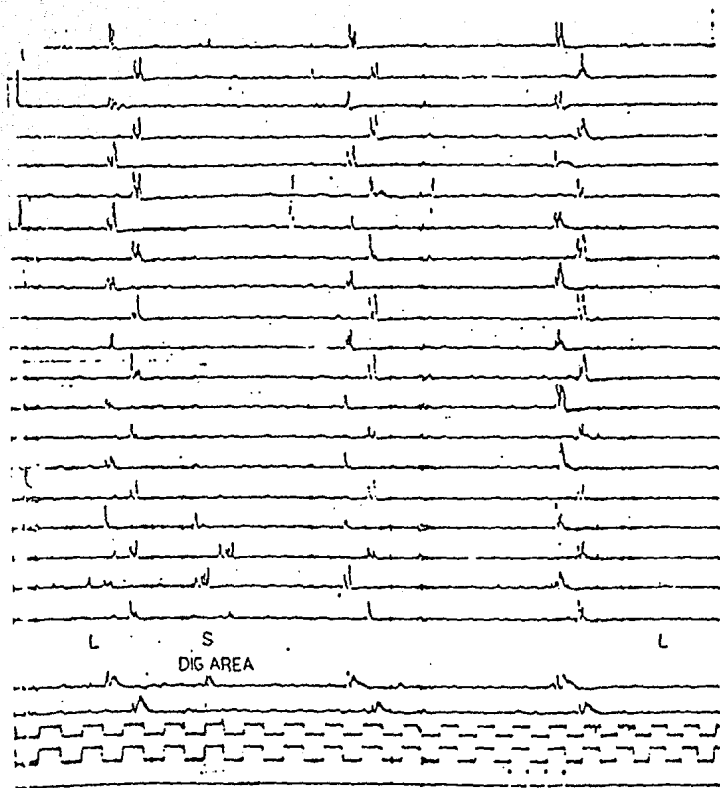


Figure 2

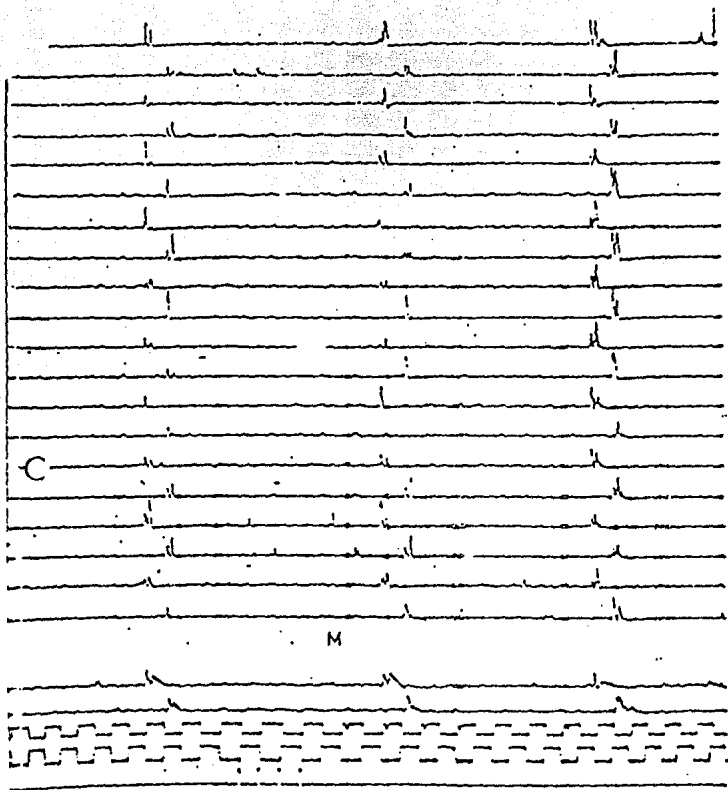


Figure 3

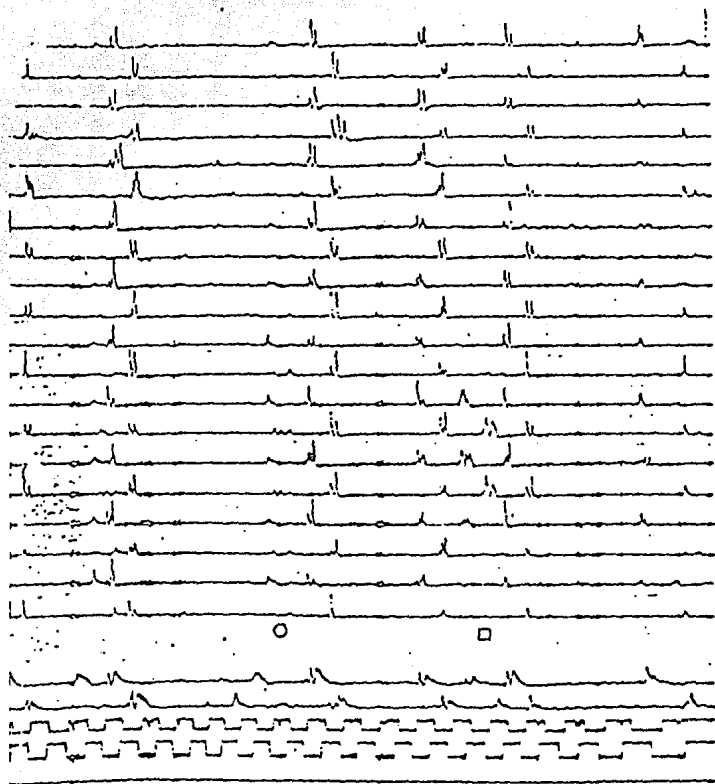


Figure 4

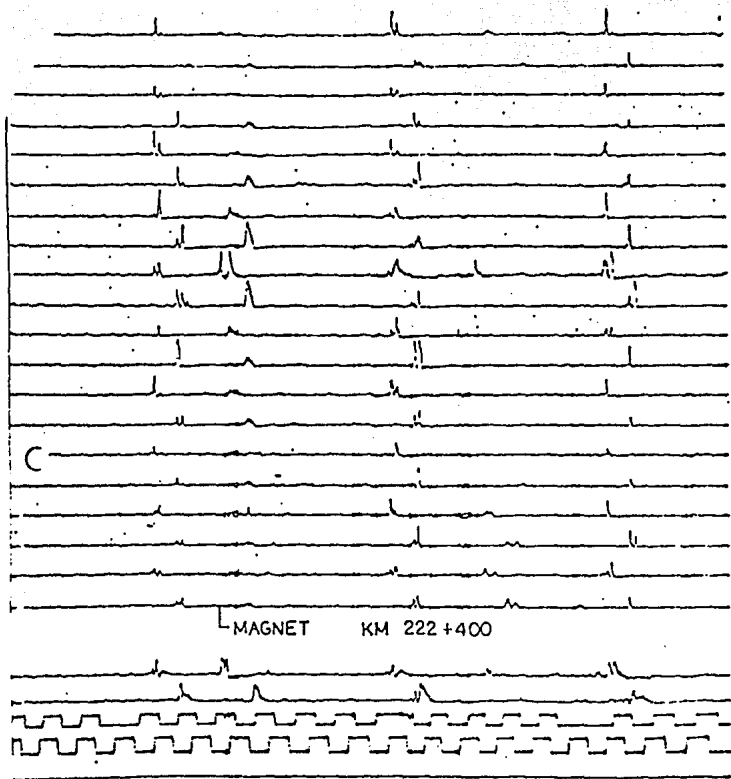


Figure 5

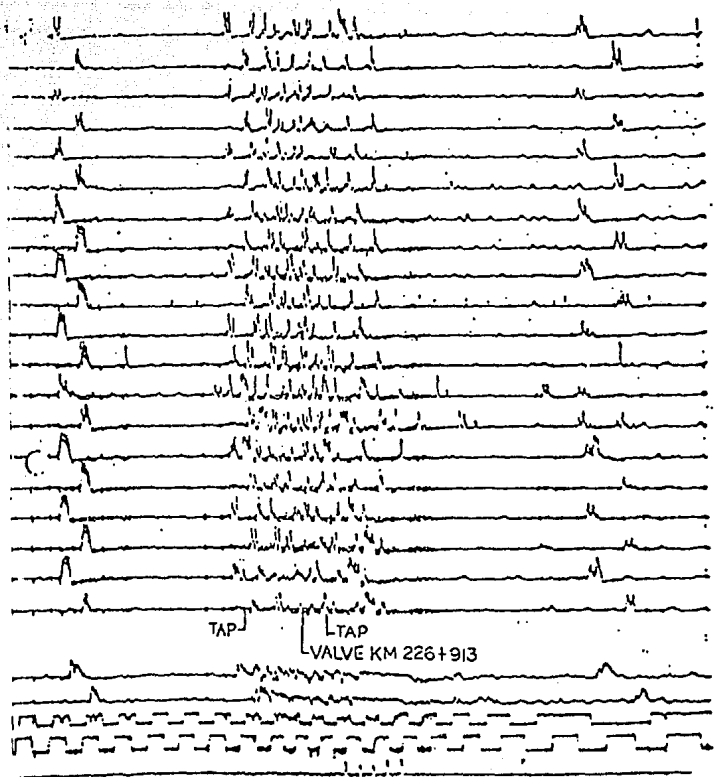


Figure 6

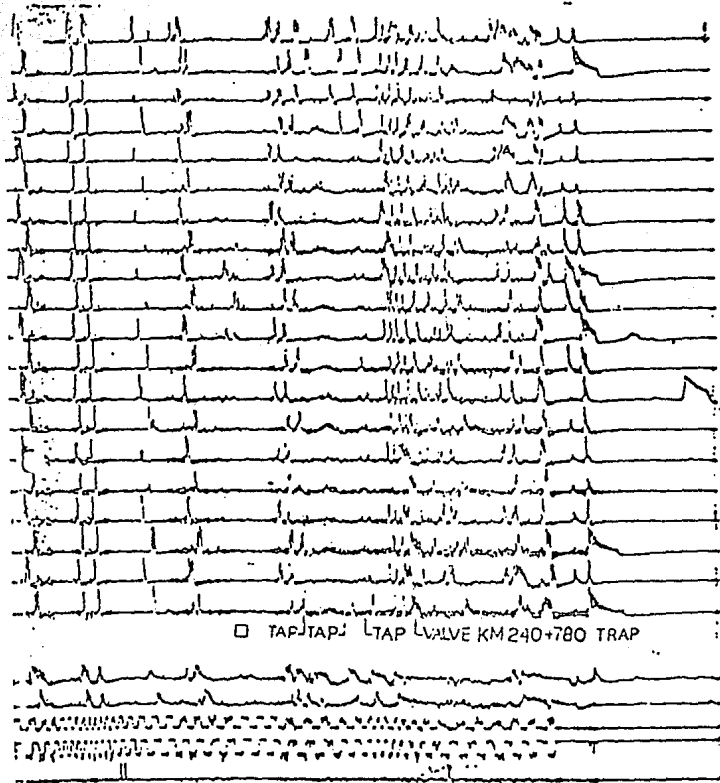


Figure 7

7. Identificación y clasificación de indicaciones.

Las indicaciones en los registros son localizadas, interpretadas y jerarquizadas en grupos que son evaluados e -- identificados de acuerdo con el tipo de indicación, ampli tud de señal, número de canales afectados y la duración de la señal. Para la evaluación de este registro se esta blecen las categorías siguientes:

7.1 Picadura por corrosión.

Existen varias indicaciones en los registros de una-naturaleza tal que en opinión de vetco representan - picadura por corrosión con una profundidad aproximada de penetración en la pared del tubo de 25% o me-- nos.

Indicaciones de esta naturaleza han sido rotuladas - con una "L" (ligeras) en los registros.

Existen varias indicaciones que en opinión de vetco- representan picaduras por corrosión con una profundi dad de 25% a 50% de penetración en la pared del tu-- bo.

Estas indicaciones se rotulan con una "M" (moderada) en los registros.

Existen varias indicaciones que en opinión de vetco- representan picadura por corrosión con una profundi dad aproximada de 50% o más de penetración en la pa- red del tubo, se han rotulado con una "S" (severas)- en los registros.

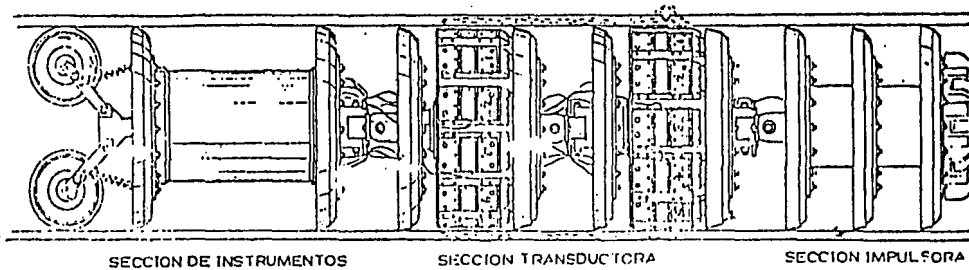
7.2 Daño mecánico.

Existen varias indicaciones que en opinión de vetco-
representan deformaciones en la pared del tubo. Es-
tas indicaciones se han marcado con un cuadro (□)
en los registros.

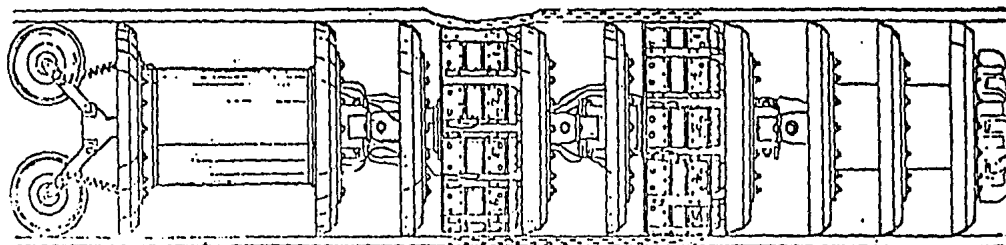
Otros.

Existen varias indicaciones que en opinión de vetco-
representan envoltentes completos desconocidos del -
tubo. Se marcan con un exágono (⬡) en los re-
gistros.

FUGA DE FLUJO MAGNETICO EN PICADURA DE CORROSION



DANO MECANICO SIN FLUGA DE FLUJO MAGNETICO

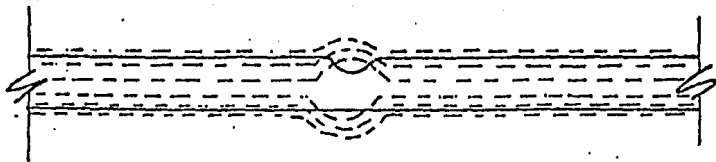


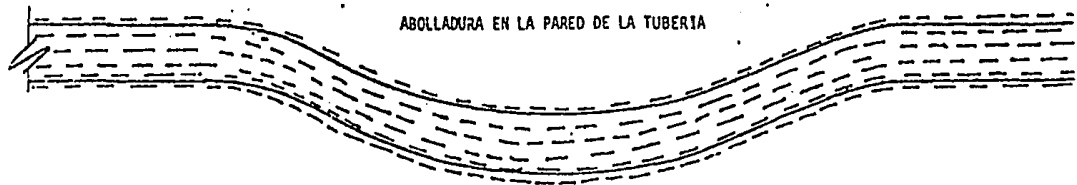
SECCION DE INSTRUMENTOS

SECCION TRANSDUCTORA

SECCION IMPULSORA

PARED DE LA TUBERIA
INDICANDO FUGA DEL
FLUJO MAGNETICO CAUSADA
POR UN DEFECTO EXTERNO





ABOLLADURA EN LA PARED DE LA TUBERIA

7.3 Comentarios generales.

La evaluación de los registros no se ha hecho tomando en cuenta de manera individual cada corrosión o deformación, abolladura o golpe, sino en base a la categoría de defectos existentes en tramos determinados de tubería. La peor condición de cada categoría encontrada en un tramo dado de tubería se usa para adjudicar el grado de condición a dicho tramo de tubo. Por ejemplo, si a un tramo de tubo se le ha dado un grado "S" pueden existir en dicho tramo una o más picaduras de clase "S" y pueden además encontrarse en el mismo algunas picaduras de clase "M" o "L".

A los tramos que presentan defectos por corrosión y deformaciones en la pared del tubo se les aplica el grado de la anomalía magnética más significativa en ese tramo. De acuerdo a los datos obtenidos en la cinta magnética, ejemplo:

Relación de ubicaciones conocidas.

Rollo No. 1

Envío km. 187 + 616

IMAN km. 188 + 616 (no se pudo localizar).

IMAN km. 195 + 842

Rollo No. 2

IMAN km. 200 + 867

IMAN km. 204 + 773

IMAN km. 207 + 500

Válvula km. 210 + 451

Rollo No. 3

IMAN km. 214 + 800 (no se pudo localizar)

IMAN km. 218 + 000

Rollo No. 4

IMAN km. 222 + 400

Rollo No. 5

Válvula km. 225 + 921

Válvula km. 226 + 913

IMAN km. 230 + 000 (no se pudo localizar)

IMAN km. 234 + 000

IMAN km. 237 + 234

Válvula Km. 240 + 780 (trampa recibo).

Relación de anomalías severas aparentes

Ubicación conocida	Dirección	Longitud de tubería
Envío km. 187 + 616	Aguas abajo	1070.50
	Aguas abajo	2490.00
IMAN km. 195 + 842	Aguas abajo	849.25
	Aguas abajo	1438.25
IMAN km. 204 + 773	Aguas abajo	57.00
Válvula km. 210 + 451	Aguas arriba	147.50
	Aguas abajo	2516.00
	Aguas abajo	2519.00
IMAN km. 218 + 000	Aguas arriba	1371.75
IMAN km. 222 + 400	Aguas arriba	438.25
Válvula km. 225 + 921	Aguas arriba	109.00
	Aguas arriba	667.75
IMAN km. 234 + 000	Aguas arriba	2064.25
	Aguas arriba	2071.25
IMAN km. 237 + 234	Aguas arriba	948.25

Clave de registros por rollo

Corrida No. 1

Rollo No. 1

Ubicación conocida	L	M	S	□	○
Envío km. 187 + 616 A	20	19	2	52	1
IMAN km. 195 + 842					

IMAN km. 195 + 842 A	9	3	2	16	
----------------------	---	---	---	----	--

Terminación de rollo No. 1

Total de indicaciones	24	22	4	68	1
-----------------------	----	----	---	----	---

Principio de rollo No. 2

A IMAN km. 200 + 867

IMAN km. 200 + 867 A	1			30	
----------------------	---	--	--	----	--

IMAN km. 204 + 773

IMAN km. 204 + 773 A	2	1	1	15	
----------------------	---	---	---	----	--

IMAN km. 207 + 500

IMAN km. 207 + 500 A	3	1	1	12	
----------------------	---	---	---	----	--

Válvula km. 210 + 451

Válvula km. 210 + 451 A



Terminación de rollo No. 2

Total de indicaciones	6	2	2	61	0
-----------------------	---	---	---	----	---

Clave de registros por rollo

Corrida No. 1

Rollo No. 3

Ubicación conocida	L	M	S		
Principio de rollo No. 3	14	6	3	5	2
A IMAN km. 218 + 000					

IMAN km. 218 + 000 A	2			2	
----------------------	---	--	--	---	--

Terminación de rollo No. 3

Total de indicaciones	16	6	3	7	2
-----------------------	----	---	---	---	---

Principio de rollo No. 4	1				1
--------------------------	---	--	--	--	---

A IMAN km. 222 + 400

IMAN km. 222 + 400 A

Terminación de rollo No. 4

Total de indicaciones	0	1	0	0	0
-----------------------	---	---	---	---	---

Principio de rollo No. 5

A válvula km. 225 + 921

Válvula km. 225 + 921 A		1			
-------------------------	--	---	--	--	--



Válvula km. 226 + 913

Válvula km. 226 + 913 A	5	4	2	11	
-------------------------	---	---	---	----	--

IMAN km. 234 + 000

Clave de registros por rollo

Rollo No. 5

Ubicación conocida	L	M	S		
IMAN km. 234 + 000 A			1	3	
IMAN km. 237 + 234					
IMAN km. 237 + 234 A					
Válvula km. 240 + 780 (trampa)				5	1
Total de indicaciones	5	5	3	19	1

Gráfica de densidad.

Después de los datos obtenidos en los rollos de grabación, éstos se mandan a U.S.A. para que vetco desarrolle una gráfica de densidad, la cual es con la intención de proporcionar a Petróleos Mexicanos un estudio profundo de su tubería; y esta gráfica consta o contiene anomalías ligeras, moderadas y severas. La razón para esta gráfica es la de proveer un solo artículo con las anomalías mostradas en la gráfica, de tal manera que Petróleos Mexicanos pueda ver cualquier tendencia que exista en su tubería.

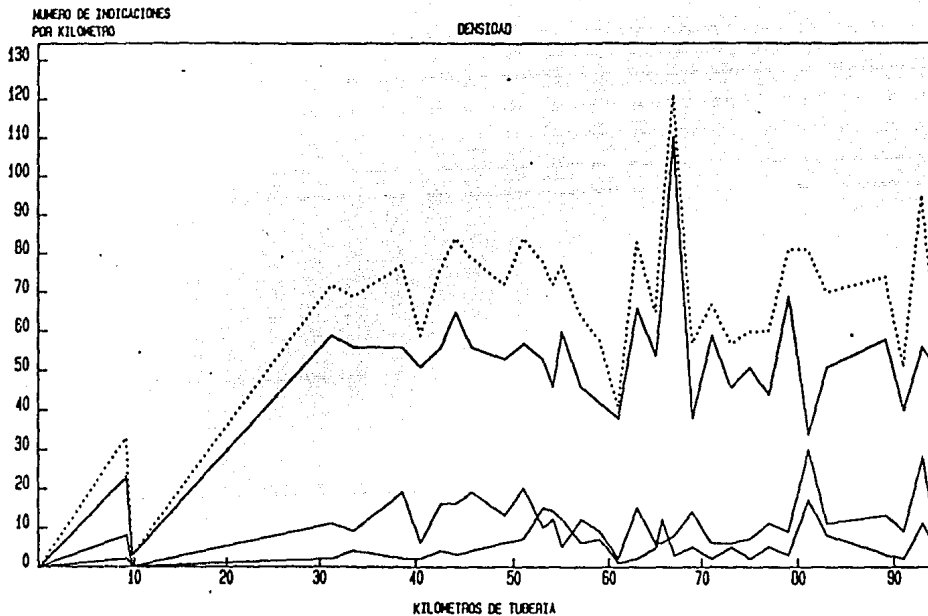
Las anomalías magnéticas han sido graficadas entre puntos conocidos, con el eje horizontal representando el total de la tubería inspeccionada. La línea de puntos representa el total de puntos o anomalías magnéticas, como se observa en la gráfica.

La habilidad para con certeza interpretar estos datos requiere miles de horas y han sido adquiridos mediante el análisis de miles de millas de tubería. Cada tubería es diferente de ahí que cada gráfica es diferente también.

Para cada categoría dada de defecto (corrosión, daño mecánico, etc.) las características de la señal son similares de gráfica a gráfica pero no exactamente iguales, es por eso que el analista de las gráficas sepa la diferencia o diferenciar las señales de una gráfica a otra para con eso poder definir la anomalía y el tipo de ésta.

Repor. e del Estudio Votcolog a
Petroleos Mexicanos
Oleoducto de 30"
Nuevo Teape a Medias Aguas

— LIGERA
— MODERADA
— SEVERA
.... TOTAL



8. Ejemplo de reporte de inspección con equipo instrumentado vetcolog.

A partir del análisis de la gráfica se puede hacer un uso efectivo del reporte de inspección final, para la reparación de los defectos.

Paso No. 1 Ubicación de la soldadura periférica de referencia.

Utilizando la gráfica, escoja un área para excavación, esta área puede ser cualquier defecto de la tubería. Una vez identificada la anomalía que quiere excavar, entonces se debe seleccionar una soldadura periférica de referencia. Esta siempre debe ser la soldadura más cercana al defecto. Esta soldadura periférica de referencia es el primer punto que se va a localizar en la tubería si se necesita localizar más de un punto de interés en la misma área, solo se necesita una soldadura periférica de referencia puesto que la misma se puede usar para otras excavaciones.

Nota: (No se trate de excavar el área de interés sin haber localizado una soldadura periférica de referencia. - Si se excava en medio de la tubería y no se encuentra la indicación, no se tiene forma de verificar que hallamos encontrado la indicación deseada).

Paso No. 2 Conteo del registro.

Determinar la localización más cercana a la anomalía que se desea excavar. Se requiere una aguas arriba y otra -- aguas abajo del defecto. Estas pueden ser un imán o una válvula u otro punto conocido en la tubería, utilizando el odómetro y los canales de orientación en la gráfica se

puede con toda seguridad calcular la distancia de ambos puntos conocidos a la soldadura periférica de referencia. Se anotan estas distancias. Ahora se cuenta la distancia de la soldadura periférica de referencia al defecto, cuando se llega a este punto, que otra persona haga lo mismo y se comparan los resultados, deben ser los mismos, sino no intentar excavar porque no se sabe la ubicación que se tendrá.

Paso No. 3 Medición de la tubería.

Una vez en el campo físicamente localizar los puntos conocidos de la tubería que se usaron como referencia en la gráfica. Se debe estar seguro que los puntos conocidos en la tubería son los mismos que en la gráfica.

Una medición correcta requiere 2 personas. Una al comienzo del aparato y otra al final.

La persona que esté sujetando la cinta o aparato medidor debe tener consigo marcadores ya sean banderines, estacas o cualquier objeto que se pueda reconocer y que a su vez permita la verificación del número de secciones medidas.

Al finalizar la medición, se cuenta el número de marcadores usados y éstos tienen que coincidir con el número de secciones que se deseaban medir.

Se debe hacer notar que debido a la topografía del terreno es imposible seguir exactamente la tubería. Dependiendo del terreno, algún error en la medición podría ocurrir como resultado de esto.

Al comenzar la medición, el individuo que va a sujetar la cinta medidora se estaciona en el comienzo y el otro ----

efectúa el recorrido a lo largo de la capacidad en distancia que tenga la cinta una vez extendida, el individuo que está haciendo el recorrido debe voltearse y verificar que la cinta esté derecha y no alrededor de arbustos, árboles u otros obstáculos y que no tenga dobleces, debe estar estirada, para asemejarla a la tubería.

Hay que hacer notar que el propósito de la medición es localizar un defecto en la tubería. Una vez determinado esto se debe colocar el primer marcador en el terreno al final de la cinta, indicando a su vez la distancia medida. - se debe verificar que el marcador no se mueva, se procede a medir el siguiente tramo, cuando el individuo que sujeta la cinta llegue al primer marcador se detiene el que está midiendo vuelve a tomar las mismas precauciones en la medición para evitar errores, y entonces coloca el segundo marcador en el suelo.

Una vez hecho esto el individuo que está sujetando la cinta recoge el primer marcador y lo coloca en su bolsillo o mochila. Este procedimiento continúa hasta que el que coloca los marcadores coloca el último en el terreno, confirmando la distancia, ahora se repite el procedimiento en el segundo punto conocido, una vez realizadas estas mediciones los 2 puntos deben estar muy cerca uno del otro.

Durante este procedimiento las reglas siguientes deben seguirse:

1. El aparato medidor o cinta debe ser inspeccionado para verificar que las distancias señaladas son correctas, esto debe hacerse antes de usarse.
2. Se debe seguir la tubería. Si la tubería toma una curva así también se debe medir, tomando en cuenta la curva.

3. La cinta o aparato medidor que se emplee debe de estar libre de obstáculos en el momento de efectuar la medición.
4. Cuando se coloca un marcador el aparato medidor o cinta debe de estar extendida en su totalidad.

Si sigue el procedimiento no se tienen problemas para localizar puntos deseados en la gráfica.

Paso No. 4 Excavación de la tubería.

Si todos los pasos antes señalados han producido resultados satisfactorios, se puede proceder a excavar la tubería.

Antes que nada mueva al lugar todo el equipo que se va a necesitar para la excavación. Remueva parte del terreno que está cubriendo la tubería teniendo mucho cuidado de no causar daño a la tubería. Excave un área suficientemente grande como para localizar la soldadura periférica de referencia. Será necesario remover el recubrimiento de la tubería para que pueda localizar la soldadura. Si la soldadura de referencia está localizada en el lugar indicado -- puede proceder a medir de la soldadura al área que es de interés y continuar excavando. Si la soldadura no aparece DETENGASE, va a ser necesario determinar: (donde se encuentra en la tubería, no hacer nada antes de determinar exactamente donde se encuentra).

Si la soldadura periférica no se encuentra en donde se supone que está use el siguiente procedimiento para determinar donde se encuentra en ese momento con relación a la tubería.

Excavar la tubería aguas arriba hasta que encuentre una --

soldadura periférica, entonces excavar aguas abajo hasta que localice otra soldadura periférica, medir el largo de esta sección de tubería. Entonces utilizando la gráfica compare esa sección con la gráfica. Si todas las secciones son iguales en tamaño puede que sea necesario localizar una sección corta en la gráfica para aclarar en que lugar de la tubería con relación a la gráfica se encuentra uno. Una vez localizada en la gráfica debe ser localizada en la tubería. Cuando la sección corta se localizada en la tubería, se usa como un nuevo punto de referencia, se cuenta y se mide ese punto al punto de interés.

Cuando se ha determinado que es el lugar correcto, se mide la soldadura periférica al área de interés y se marca la tubería en ese punto o localización. Lo primero es -- ver la condición del recubrimiento. Entonces se remueve este alrededor de toda la circunferencia de la tubería y en un área no menor de 1/2 metro a ambos lados del área de interés, limpie la tubería hasta que quede expuesto el metal solamente y localizar el defecto.

En el caso de defecto externo hay que asegurarse antes de medir la gravedad del mismo que todo el recubrimiento y la escama sea removida ya al estar el área de interés libre de recubrimiento y escama y no se detecte defecto visible en la superficie externa, el siguiente procedimiento debe usarse:

Primero asegurarse que se encuentra una en el área correcta, una vez verificado esto y el defecto no es aparente, entonces el defecto es probablemente interno y va a requerir verificación más detallada.

Esto se puede lograr de varias formas o métodos. Un método es usar equipo ultrasónico, otro método es usando ---

rayos X en la tubería, el tercer método es tal vez el menos deseado es el de cortar el pedazo de tubería para inspeccionarlo físicamente.

El siguiente criterio es el que se usará para establecer la aceptabilidad de una gráfica y la información de las excavaciones se realizan para correlacionar las gráficas o registros y para desarrollar un criterio evaluador. Sin buena, útil y certera información, como se señala a continuación, la habilidad para interpretar las gráficas o registros será afectada seriamente no importa cuan buena sea la gráfica ni cuanto trabajo costó obtenerla. Una información ideal para excavación sería:

Una picadura de 25%, una picadura de 50% y una picadura debajo del punto de saturación, todas aisladas. Todas en la misma sección de tubería.

Aceptable para excavación sería:

Una picadura ligera lo más cercano a 25% posible.

Una picadura moderada lo más cercano a 50% posible.

Una picadura severa cercano pero no en punto de saturación dentro de lo posible.

Inaceptable para excavación sería:

Areas de corrosión en donde las señales en las gráficas o registros no se pueden correlacionar o picaduras individuales en la tubería.

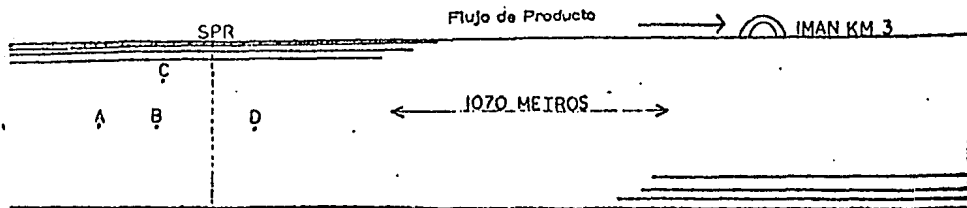
Cuando sea posible, hágase una excavación en exceso de 1000 m/pie de una localización o punto conocido para verificar la exactitud o precisión del odómetro.

RESULTADOS DE EXCAVACIONES

Proyecto No. _____
 Compania _____
 Línea _____
 Diámetro _____
 Espesor _____

X3311
PETROLEOS MEXICANOS
ESTACION 3 A ESTACION 4
12"
.250"

Punto Conocido Mas Cercano IMAN KM 3
 Distancia Rio Arriba 1070 METROS
 Distancia Rio Abajo _____



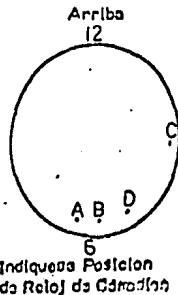
Puntos de corrosión	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Distancia de la soldadura	4 M	2 M	2 M	3.5 M						
Distancia entre puntos de corrosión										
Área longitudinal de corrosión										
Profundidad de la corrosión	2.03 mm	1.52 mm	1.77 mm	1.01 mm						

Favor de indicarse en el dibujo donde se encuentra la soldadura transversal (relacionado con la corrosión)

Condición: 1
 No. de Rollo de Registro 1
 Fecha de Excavación 9/27/82

Nombre del Operador _____ Aceptado _____

SPR SOLDADURA PERIFERICA LE REFERENCIA



9. Especificaciones de la capacidad de inspección de los --- equipos vetcolog instrumentados.

La capacidad de detección del equipo vetcolog.

En términos generales el instrumento vetcolog detecta y - con certeza localiza todas las anomalías físicas en tubería construída de material ferro-magnético que tenga una dimensión transversa significativa.

El instrumento vetcolog opera basándose en el principio - de fuga de flujo magnético.

Es sensible a todas las discontinuidades de carácter in-- terno o externo. Una discontinuidad puede ser en forma - de pérdida de metal tal como corrosión, defecto de manu-- factura y daño mecánico o podría ser en forma de exceso - de metal como aquellas encontradas en soldaduras, bridas, válvulas, parches, etc. Otra forma de discontinuidad que es detectable primariamente por razones mecánicas en lu-- gar de fuga de flujo magnético es la de deformación de la curvatura de la tubería, como son: Abolladuras, ampollas de hidrógena curvas con arrugas y combas, además la herra mienta o diablo instrumentado no interrumpe la operación normal de los tubos, porque el diablo es impulsado a tra-- vés del tubo por el flujo del producto transportado.

Además está fabricado para resistir extensiones, corridas en arrugas, etc. además asegura una correcta integridad - de algunos tipos de líneas de transporte de hidrocarburos como: de aceite crudo, gas natural, productos refinados y corrosivos.

Para que con estos datos obtenidos se pueda tener una --- acción preventiva o de remedio y poder dar un cuadro gene ral de la tubería.

Especificaciones del equipo vetcolog instrumentados

Diámetro en (pulg)	Largo (mts)	Peso (kgs)	Máxima duración (hrs)	Capacidad de curva
6"	2.08	87.8	20	6D - 90
8"	2.36	180.0	35	7D - 90
10"	1.93	168.8	35	3D - 90
12"	1.98	213.8	35	3D - 90
14"	1.98	225.0	35	3D - 90
16"	2.06	303.8	35	3D - 90
20"	3.25	803.3	100	3D - 90
22"	3.25	812.3	100	3D - 90
24"	3.33	895.5	100	3D - 90
26"	3.33	904.5	100	3D - 90
30"	3.78	1499.0	100	3D - 90
32"	3.78	1575.0	100	3D - 90
34"	3.78	1665.0	100	3D - 90
36"	4.57	2970.0	100	3D - 90
40"	4.57	3060.0	100	3D - 90
42"	4.57	3150.0	100	3D - 90
48"	6.20	4500.0	100	3D - 90

1.- Velocidad:

Mínima

Máxima

1.6 km/h.

16.0 km/h.

2.- Los instrumentos de 6 y 8 pulgadas tienen 12 canales en la gráfica.

a) 8 canales para detección de corrosión.

b) 2 canales para detección magnética.

c) 1 canal odómetro.

d) 1 canal de orientación.

3.- Los instrumentos de 10, 12, 14 y 16 pulgadas tienen 14 canales en la gráfica:

10 canales para detección de corrosión.

2 canales para detección magnética.

1 canal de odómetro.

1 canal de orientación.

4.- El instrumento de 20" tiene 21 canales en la gráfica:

16 canales para detección de corrosión.

2 canales para detección magnética.

2 canales para odómetro.

1 canal para orientación.

5.- Los instrumentos de 24 y 26 pulgadas tienen 25 canales en la gráfica:

20 canales para detección de corrosión.

- 2 canales para detección magnética.
 - 2 canales de odómetro.
 - 1 canal para orientación.
- 6.- Los instrumentos de 30, 34 y 40 pulgadas tienen 28 canales en la gráfica:
- 24 canales para detección de corrosión.
 - 2 canales para detección magnética.
 - 2 canales para odómetro.
 - 1 canal de orientación.
- 7.- El instrumento de 48 pulgadas tiene 33 canales en la gráfica:
- 28 canales para detección de corrosión.
 - 2 canales para detección magnética.
 - 2 canales para odómetro.
 - 1 canal para orientación.
- 8.- Máxima duración de corrida.
- | | | |
|----------------|---|----------|
| 6" de diámetro | - | 20 hrs. |
| 8" a 16" | - | 35 hrs. |
| 20" y más | - | 100 hrs. |
10. Diseño de las trampas para diablo instrumentado comparativamente con las de diseño convencional.
- El diseño de trampas para diablo instrumentado varía, en comparación con las de diseño convencional; porque el ---

diablo instrumentado es de dimensiones diferentes al de -
diseño convencional, este diablo consta de 3 o 4 seccio--
nes, según sea el trabajo a realizar, es por eso que se -
tuvo la necesidad de diseñar estas trampas o en su defec-
to modificar las ya existentes; para poder llevar a cabo-
las operaciones de lanzamiento y recibo de diablos instru-
mentados, para la inspección de las líneas de transporte-
de hidrocarburos.

CAPITULO VI

**REPARACIONES QUE SE PODRAN EFECTUAR EN
LA LINEA COMO RESULTADO DE LA
INSPECCION CON DIABLO
INSTRUMENTADO**

REPARACIONES QUE SE PODRAN EFECTUAR EN LA LINEA
COMO RESULTADO DE LA INSPECCION
CON DIABLO INSTRUMENTADO

ANTECEDENTES:

La Subgerencia de Mantenimiento de Instalaciones y Servicios en atención a políticas de trabajo dictadas por la Gerencia de Sis temas de Ductos, tiene como uno de sus objetivos principales, el señalamiento adecuado de todas las tuberías de transporte de hidrocarburos y su protección catódica a manera de mantenimiento preventivo, a fin de evitar que sufran abolladuras o roturas por golpes de maquinaria pesada, o que se presenten fugas por - corrosión exterior o interior.

No obstante que hay personal trabajando cotidianamente para evitar que se presenten fugas o roturas, la Subgerencia está con-ciente que se debe contar con personal capaz y elementos sufi-cientes para atender oportuna y eficientemente cualquier emer--gencia que llegara a presentarse en una tubería, por eso es que se necesita tener la disponibilidad adecuada y suficiente de todos los materiales, herramientas, equipos y piezas especiales - que se deben tener en existencia en lugares convenientes, lugares en los que se construirán bodegas para alojar exclusivamen- te, elementos para para reparación de fugas o roturas, así como lo necesario para injertos o seccionamientos en las tuberías. - Los elementos que se deben llevar en existencia, se determinan- considerando principalmente el diámetro de las tuberías que se- operan en los distintos sistemas y para no incurrir en omisio--nes, se seguirá la secuencia de las distintas acciones de una - reparación.

ETAPAS DE UNA REPARACION:

Las reparaciones de una tubería dañada, tienen numerosas variantes, ya que los daños o las circunstancias que prevalezcan en el lugar, son de diferentes características, pero se consideran clasificaciones de tipo muy generalizado, para el arreglo de -- fugas no se requiere suspender la operación de la línea dañada y los hay que si requieren la inmediata suspensión del flujo en esta memoria se denominarán fugas menores y fugas mayores respectivamente.

En términos generales en las fugas menores no se requiere el -- empleo de equipo T.D. Williamson de berrenación ni de obtura--- ción, pero en las fugas mayores si es frecuente la necesidad de usar estos equipos.

Las distintas etapas de una reparación se pueden considerar como a continuación se presentan:

- a) Reconocimiento del lugar donde se presentó la falla.
- b) Acondicionamiento del acceso.
- c) Preparación del lugar para poder trabajar incluyendo seneamiento del área.
- d) Excavación para descubrir la tubería.
- e) Limpieza de la tubería en los puntos en donde se vaya a -- intervenir, ya sea en cambio de carrete o una envolvente, - o donde se vayan a instalar los stopple fittings cuando sea el caso.
- f) Reparación del tubo dañado.

Las reparaciones en tuberías estarán apoyadas en un plan de manutenimiento y serán ejecutadas bajo supervisión calificada por - personal entrenado, enterado y familiarizado con los riesgos en

la seguridad pública, utilizando en la reparación equipo y materiales estratégicamente ubicados.

El plan de mantenimiento considerará la información sobre seguridad contenida en los API - PSD - 2200 y PSD - 2201 API - RP - 1107 y API - RP - 1111. El personal que efectúe los trabajos de reparación en líneas que transporten gas licuado o amoníaco-anhidro en estado líquido, deberá estar informado además, sobre sus propiedades específicas, características y peligros potenciales asociados con estos líquidos, así como las precauciones que se deben tener cuando se detecta una fuga, y los procedimientos seguros para efectuar una reparación hasta lo más recientemente publicado en el API - PSD - 2200. En los trabajos de soldadura y de perforación de tuberías y recipientes o tanques a presión, se deberán tener presentes los procedimientos y consideraciones especiales descritas en el API - PSD - 1201.

Reparaciones permanentes en tuberías que se encuentran sometidas en operación.

- Limitación y configuración de los desperfectos.

1. Arrancadores y arañazos que tengan una profundidad mayor del 12 1/2% del espesor nominal de pared del tubo se deberán reparar o retirar.

2. Abolladuras que reúnan cualquiera de las condiciones que se anotan en seguida se deberán reparar o retirar.

2.1 Que afecten la curvatura del tubo en la junta longitudinal o en cualquier soldadura circunferencial.

2.2 Que contenga una arrancadura, rayón o arañazo.

2.3 Que contengan una profundidad mayor de 6.0 mm. -----

(1/4 pulg) en tubos de 12" y de menor diámetro.

3. Todas las quemas por arco se deberán reparar o retirar.
4. Todas las grietas se deberán reparar o retirar.
5. Todas las soldaduras que contengan defectos deshechados - por los estándares de aceptabilidad deberán ser reparadas o retiradas.
6. Corrosión generalizada. La tubería será reemplazada o reparada si el área corroída es pequeña u operada a presión reducida si la corrosión generalizada ha menguado el espesor de pared por debajo del valor de diseño.
7. Picadura por corrosión localizada. La tubería será repa-rada, reemplazada u operada a presión reducida.
8. Todas las áreas de un tubo cuyo espesor de pared sea por-esmerilado inferior al de diseño, disminuído en una canti-dad igual a la tolerancia de fabricación se tratará como-picadura por corrosión.
9. Todo tubo con fuga se reparará o retirará.

Reparaciones permisibles en tuberías.

1. Si es factible, la operación de la línea se deberá suspender y será reparada cortando y retirando una porción ci--lindrica del tubo, cuya longitud no será menor que la mi-tad del diámetro y que deberá incluir el desperfecto.

La misma será reemplazada con tubería que reúna los requerimientos.

2. Sino es factible suspender la operación de la línea, la reparación se podrá realizar instalando una envolvente -- completa soldada a la tubería o mediante la colocación de una manga o abrazadera empernada, y esto se lleva a cabo disminuyendo la presión de la línea.

- 2.1 En la reparación de abolladuras, se utilizará un material solidificable tal como una resina epóxica para rellenar el hueco de la abolladura entre la manga y el tubo conductor.

Para restituir el contorno exterior original de este o en su defecto perforar el tubo conductor a través de la manga o usar otros medios para igualar las presiones internas en el tubo conductor y de la manga.

3. Sino es factible suspender la operación de la línea, los desperfectos se podrán eliminar por esmerilado de la placa o perforación de la tubería en servicio cuando se haga por esmerilado puliendo cuidadosamente las áreas esmeriladas sin afectar el contorno de la tubería.

Cuando se utilice el segundo procedimiento, el desperfecto de la tubería será eliminado por completo cortando el tajo que lo contenga.

4. Sino es factible suspender la operación de la línea excepto cuando se trate de grietas, las fugas menores y las pequeñas zonas corroídas, se podrán reparar utilizando un parche soldado a la tubería o instalando un accesorio soldable sobre la misma, de acuerdo a los estándares.

La tubería que contenga quemadas por arco, arañazos y --- arrancaduras se podrá también reparar con parches o accesorios soldables siempre que los desperfectos sean eliminados con esmeril.

5. Sino es factible suspender la operación de la línea, los defectos en soldaduras producidas con electrodo, pequeñas zonas corroídas, arrancaduras, arañazos y quemas - por areo se podrán reparar depositando metal de soldadura de acuerdo con los estandares, los defectos señalados serán eliminados con esmeril antes de depositar el relleno con soldadura.

Procedimiento de reparación.

1. Todos los soldadores que ejecuten los trabajos de reparación serán calificados de acuerdo a los estandares o con el API - RP - 1107, estarán además familiarizados con las medidas de seguridad requeridas.
2. La prueba para calificación de los procedimientos de soldadura utilizados en tubería que contiene un líquido del petróleo, deberá considerar los efectos del enfriamiento en las propiedades físicas y sanidad de la soldadura.
3. Los materiales utilizados en la reparación de tuberías estarán de acuerdo por lo menos con una de las especificaciones o normas enlistadas.
4. Las reparaciones temporales que son necesarias con el propósito de sostener la operación, serán realizadas de una manera segura, tales reparaciones temporales serán hechas permanentes tan pronto como se pueda.
5. Los parches soldados tendrán las esquinas redondeadas y una dimensión máxima de 150 m.m. (6 pulg.) a lo largo del eje de la tubería. El parche utilizado será de similar o mayor grado y con espesor de material similar también, a los de la tubería en reparación. Los parches solamente se usarán en tubos de 12 pulgadas o menos de diámetro --

que estén de acuerdo con la especificación API - 5LX - -- X42 y grado inferior. Los parches serán unidos a la tubería con soldaduras de filete. Los parches insertos quedan prohibidos.

6. Las mangas envolventes completas instaladas para reparar fugas o también, para contener presión interna, soportarán una presión de diseño que no será menor que la del tubo en reparación y serán completamente soldadas, longitudinal y perimetralmente. La longitud de las mangas envolventes completas no será menor de 100 m.m. (4 pulg.) si la manga es más gruesa que el tubo en reparación.

Los extremos circunferenciales serán achaflanados (aprox. 45°) exteriormente hasta igualar el espesor de pared de la manga con el tubo.

7. Los accesorios envolventes completos adoptados mecánicamente a la tubería para su reparación, deberán satisfacer los requerimientos de diseño.
8. Los accesorios soldables usados para cubrir desperfectos en la tubería no se utilizarán en diámetros mayores de -- (3 pulg.) y su presión de diseño no será menor que la del tubo en reparación.
9. Para las reparaciones que involucran el depósito de un relleno con metal de soldadura solamente. Los métodos de soldadura estarán regidos de acuerdo a los estándares y al tipo de grado de la tubería que está siendo reparada.
10. Toda la protección anticorrosiva que resulte dañada cuando la reparación sea hecha en la línea recubierta, será retirada y restaurada con nuevo recubrimiento, los aditamentos utilizados en la reparación tales como porciones -

cilíndricas de tubería, parches soldados y mangas envolventes completas soldadas a la línea, serán también objeto de recubrimiento anticorrosivo.

Pruebas de las reparaciones en tuberías que operan con un esfuerzo tangencial de más del 20% de la resistencia mínima especificada de cedencia del material del tubo.

- a) Pruebas de las secciones tubulares de reemplazo. -- Cuando una reparación programada se lleva a cabo cortando y retirando una porción cilíndrica de tubería y reemplazando ésta, con otra sección tubular similar, ésta última se deberá someter a presión hidrostática de prueba en las mismas condiciones que una línea nueva de acuerdo a los estándares.

Las pruebas del tramo de tubo de respuesto pueden ser hechos antes de la instalación del mismo, sin omitir que terminada ésta, se haga inspección radiográfica u otro tipo aceptable de prueba no destructiva.

- b) Inspección de las soldaduras de la reparación. Las soldaduras realizadas durante la reparación se deberán inspeccionar por métodos aceptables de pruebas no destructivas o por inspección visual.

Ejemplos de reparaciones. (ver figuras).

Poros por corrosión interior.

Causas que lo motivan.

- Humedad en el fluido, el ataque corrosivo se torna de lento a crítico en presencia de contaminantes --

como ácido sulfhídrico (H₂S) o bióxido de carbono -- (CO₂) combinados con la humedad.

- Incorporación de contaminantes en el fluido por fallas en el proceso.

Prevención.

- Eliminar el agente corrosivo.
- Monitorear índices de corrosión, mediante estudios gravimétricos, en caso de que no sea posible eliminar el agente corrosivo se hace la evaluación del -- (MPY) "milésimas de pulgadas por año".
- Limpieza periódica con diablos.
- Aplicación de inhibidor o formación de película protectora.
- Inspección ultrasónica para examinar la tubería adyacente al orificio debido a corrosión interior y determinar la magnitud del ataque previniendo la sustitución del tramo dañado, y si el caso lo amerita --- efectuar la inspección total del conducto mediante - el diablo instrumentado.

Reparación.

- En el caso de orificios pequeños se puede utilizar - en la reparación el cinturón "Plidco Smith + Clamp".
- En perforaciones de mayores proporciones empleando - la manga bipartida empernada "Plidco Split Sleeve" - la cual si se requiere, puede ser soldada al tubo para una reparación definitiva.

Poros por corrosión exterior.

Causas que lo motivan.

- Ataque químico directo (acumulación de desechos corrosivos).
- Naturaleza del terreno (húmedo salino).
- Basureros o cenizas en el alojamiento de la tubería.
- Que la tubería de metal ferroso esté en estrecha proximidad con una estructura de metal diferente. El tubo se comporta como ánodo; el caso crítico se presenta con el cobre.
- Corrientes parásitas. Cuando la tubería atraviesa un campo eléctrico generado por una fuente de corriente directa.

Prevención.

- Sistemas eficientes de protección catódica.
- Reforzamiento de los sistemas existentes.
- Combinar protección anticorrosiva y protección catódica.

Reparación.

- En el caso de orificios pequeños, se puede utilizar en la reparación el cinturón "Plidco Smith + Clamp".
- En perforaciones de mayores proporciones la manga --

bipartita "Plidco Sleeve" la cual si se requiere, -- se puede soldar al tubo para una reparación definitiva.

Poro en soldadura transversal y/o longitudinal.

Causas que lo motivan.

- Defectos de construcción (soldadura transversal).
- Defectos de fabricación (soldadura junta longitudinal).
- Corrosión tanto exterior como interior.

Prevención.

- Mano de obra y procedimientos calificados para efectuar la soldadura de campo.
- Máquina o equipo automático para soldar en óptimas condiciones de trabajo.
- Material de aporte utilizado para soldar, de la calidad, características y especificaciones requeridas.
- Conciencia de su responsabilidad en la supervisión, tanto durante la fabricación como durante la construcción.
- Realizar todas las pruebas hidrostáticas necesarias en la construcción a las condiciones requeridas.
- Aplicar las medidas preventivas para corrosión interior.

- Aplicar las medidas preventivas para corrosión exterior.

Reparación.

- Para el caso de poros en juntas transversales de campo, se puede efectuar la reparación utilizando una manga bipartida soldable (Welding Sleeve).
- Cuando se trate de poros en juntas longitudinales de fábrica la reparación se podrá efectuar utilizando una manga soldable de media caña (Half Sole).

Alrededor del tubo será necesario esmerilar la soldadura al ras del tubo, cuando la junta longitudinal de fábrica haya sido hecha con material de aporte, pero se requiere efectuar pruebas previas en la zona adyacente, con tintes penetrantes, partículas magnéticas, ultrasonido y dureza para determinar si la reparación por este medio puede ser considerada como definitiva. De otro modo solo se aceptará con carácter temporal, fijando únicamente a la tubería la manga y el empaque intermedio con grapas especiales para el efecto. Posteriormente se sustituirá la sección dañada.

Rotura en O adyacente a soldaduras de conexiones o elementos de refuerzo.

Causas que lo motivan.

- Falta de inspección previa de las condiciones de la placa.
- Diseño impropio o improvisado.

- Materiales fuera de especificación (soldadura o placa).
- Elementos de conexión o de refuerzo defectuoso.
- Falta de tratamiento térmico.
- Fragilización de la placa (endurecimiento) en la zona adyacente al cordón de soldadura, por efecto del gradiente de temperatura durante el proceso de soldadura.
- Incapacidad del soldador.
- Condiciones atmosféricas adversas.
- Falta de supervisión.

Prevención.

- Cuidadosa selección de los puntos de trabajo en la superficie de la tubería a intervenir, emplear métodos de prueba no destructivas para:
 1. Observar la sanidad de la placa (inspección ocular previa).
 2. Detectar laminaciones y espesor de pared (inspección ultrasónica).
 3. Detectar microfacturas (inspección con partículas magnéticas).
 4. Detectar puntos frágiles (medición de dureza).

5. Radiografiado de juntas (longitudinales y circunferenciales).

- Diseñar bajo normas establecidas actualizadas adoptando medidas de seguridad y especificando preferentemente conexiones de fábrica (codos, tees, bridas, reducciones, etc.), cuando las condiciones de la línea por intervenir así lo permitan (construcciones nuevas, líneas vacías, etc.)
- Diseñar elementos de conexión o refuerzo compatible con la línea a intervenir (grado, espesor, etc.)
- Emplear procedimientos de soldadura y soldadores calificados.
- Cuando así se requiere, prescribir tratamientos térmicos de las piezas, antes, durante y después de su ensamble.
- Emplear el equipo, herramienta y materiales indicados para cada caso, (usar electrodos de bajo hidrógeno para evitar esfuerzos residuales).
- Aplicar la soldadura cuando las condiciones atmosféricas y de trabajo sean favorables.
- Supervisar constantemente todas las fases de trabajo.

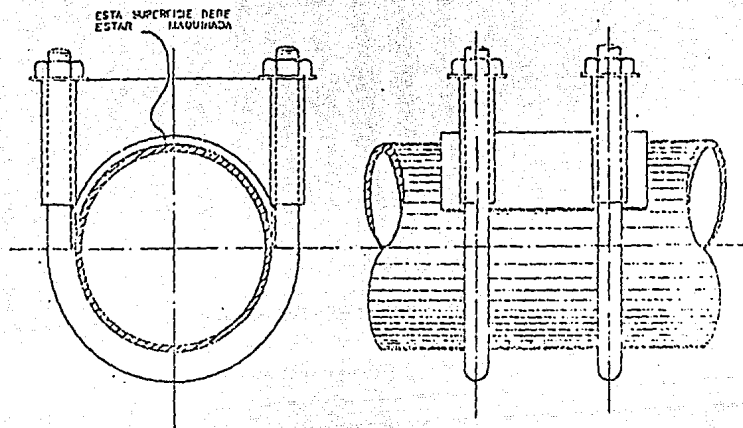
Reparación.

- Para roturas pequeñas en tuberías que operan a baja presión o cuando las condiciones de campo (el fluido que se conduce y las características del daño lo permiten) se puede intentar una reparación temporal ---

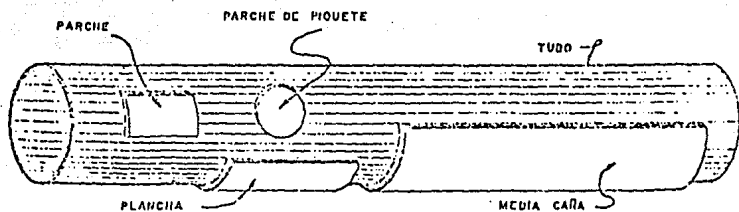
empleando los procedimientos convencionales tan solo para obturar la fuga y prever condiciones de peligro.

- Cuando por las dimensiones y forma de la rotura, no se pueda intentar el procedimiento anterior, la reparación debe ser definitiva y ésta se puede lograr en dos formas:

1. Derivando el flujo a una línea auxiliar (By-Pass temporal), mediante el sistema de obturación, -- combinado con equipo Plidco; ambos de tipo recuperable, al completar la reparación.
2. Cuando se pueda lograr el vaciado de la línea -- sin complicaciones de contaminación ni peligrosidad del área, y cortar la parte defectuosa eliminando las conexiones de fábrica e instalando las conexiones de diseño adecuado y probada seguridad.

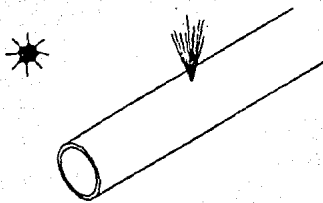


ABRAZADERAS DE SILLA

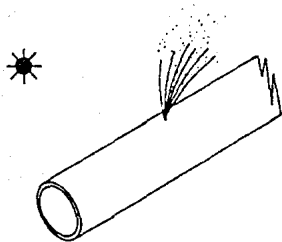


DIFERENTES TIPOS DE PARCHES EN TUBERIA

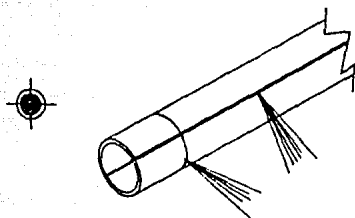
PORO POR CORROSION INTERIOR



PORO POR CORROSION EXTERIOR



PORO EN SOLDADURA TRANSVERSAL Y/O LONGITUDINAL



CAPITULO VII

**NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN OPERACIONES
CON DIABLOS**

CAPITULO VII

NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN OPERACIONES CON DIABLOS

A continuación se presentan las normas que regulan la construcción, operación y mantenimiento de líneas de transporte de hidrocarburos.

Las instituciones más importantes que realizan esta labor se detallan a continuación:

- | | |
|----------|--|
| A.N.S.I. | Instituto Nacional Americano de Estadares. |
| B.2.1 | Tubos de Rosca. |
| B.16.5 | Tubos de acero con pestaña y pestaña de ajuste. |
| B.31.4 | Sistemas de tubería para transporte de hidrocarburos líquidos e interconexiones (tees, -- cruces, derivaciones forjadas, etc.) |
| B.31.8 | Sistema de tubería para transporte y distribución de gas. |
| M.S.S. | Sociedad de standares de manufacturas de válvulas y ajustes. |
| SP-44 | Tubo de línea de acero con pestaña. |
| SP-61 | Prueba de presión de válvula de acero. |
| SP-63 | |

A.W.S.	Sociedad Americana de Soldadura.
N.A.C.E.	Asociación Nacional de Ingenieros en Corro-- sión.
RP-01	
N.F.P.A.	Asociación Nacional de Protección contra el- Fuego.
A.W.W.A.	Asociación Americana de Trabajos de Agua.
A.W.W.A. C 207	- Tubo de acero con brida.
A.P.I.	Instituto Americano del Petróleo.
API std 5L	Tuberías de Acero.
API std 5LX	Tuberías de Acero de Alta Resistencia.
API SP-6D	Válvulas en general.
API 650	Tanques soldables para almacenaje de petróleo.
API 12L	Calentadores de petróleo.
API 1104	Soldadura en tuberías.
API 1105	Construcción de oleoductos.
API 1107	Mantenimiento de oleoductos.
API 2009	Recomendaciones de seguridad en soldaduras.
API 2021	Sistemas contra incendio en tanques de almace- namiento.

API 2200	Reparaciones en oleoductos y gasoductos.
A.S.M.E.	Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos.
Sección V	Pruebas destructivas.
Sección IX	Calificación de soldaduras.
A.S.T.M.	Sociedad Americana de Pruebas de Materiales.
A 194	Aleación de carbón y acero para alta presión y alta temperatura de servicio.
ASTM A 181	Acero forjado para servicio general.
ASTM A 350	Acero forjado para alta temperatura de servicio.
ASTM A 181	Acero forjado para alta temperatura de servicio.
ASTM A 36	Estructuras de acero.

CONCLUSIONES:

Dada la importancia de tener un control completo de las operaciones en líneas de conducción de hidrocarburos, es necesario adoptar programas de inspección y mantenimiento de esas operaciones, para poder garantizar la seguridad de los trabajos que se realicen en las instalaciones, como del personal que las opere.

Para poder señalar que una línea no está operando como se planeó se deben investigar las causas que motivan ese mal funcionamiento de la línea de conducción de hidrocarburos así como de sus accesorios.

Para lograr detectar las causas de ese mal funcionamiento, se deberá planear correr una serie de diablos; para que se pueda detectar que parte de las instalaciones no está operando bien como: (tubos, válvulas, tees, bridas, etc.) se debe correr un diablo instrumentado, por medio del cual se detectarán y ubicarán las fallas y así poder programar las reparaciones para que la línea de conducción opere eficientemente.

Es importante mencionar el equipo de registro continuo de las variaciones de flujo, ya que así se estará en condiciones de detectar cualquier variación del flujo que nos indique una presión anormal.

Con el objeto de que en la ejecución de operaciones de funcionamiento y reparación de las líneas de conducción, se hagan los movimientos precisos y no haya desconcierto ni pérdida de tiempo, es necesario que cada uno de los integrantes de la cuadrilla de operación y mantenimiento sepan que papel desempeñar en los trabajos a realizar, como también conocer los esfuerzos a que puedan someterse las tuberías en operación así como sus accesorios.

El transporte de petróleo gas y sus derivados por medio de ductos seguirá siendo el método más seguro, eficiente y menos costoso de transporte por vía terrestre, la tecnología actual y futura será más adecuada para resolver los problemas de construcción de ductos en áreas cada vez más difíciles.

Los defectos provocados por el uso en tubos como son: Hoyos - por corrosión, daños por cuñas o llaves y daños en las roscas-abolladuras, ineficiencia en la protección anticorrosiva, deberán repararse primero temporalmente y posteriormente se hará una reparación definitiva.

El personal de sistemas de ductos deberá programar recorridos-periódicos de inspección que por ningún motivo se dejarán de llevar a cabo, para percatarse y tomar las medidas preventivas que se requieran en cada caso.

RECOMENDACIONES:

El personal del Sistema de Ductos deberá elaborar y efectuar - oportunamente los programas de inspección, operación y mantenimiento preventivo y correctivo que reduzcan o eliminen posi---bles situaciones de emergencia en las instalaciones como son:

1. Derrumbes que amenacen caer sobre las tuberías.
2. Derrumbes que se hayan producido sobre las tuberías sin --causar efecto.
3. Tránsito pesado cruzando las tuberías o desplazándose so--bre la plantilla en que se alojan éstas.
4. Asentamiento o desplazamiento longitudinal del terreno de--sustentación de las tuberías, que se manifiesten o hayan -tenido lugar sin consecuencias.
5. Invasiones de particulares realizando trabajos de construcción de caminos, carreteras, canales, líneas eléctricas, -presas, ferrocarriles, escuelas, etc.
6. Tuberías expuestas y sin apoyo por erosión del terreno con pérdida de material de la zanja.
7. Tuberías expuestas en cruzamientos subfluviales.
8. Construcciones que impliquen el uso de explosivos y/o de -maquinaria de perforación o excavación del terreno.
9. Trabajos de desmantelamiento y recuperación de tuberías --fuera de servicio.
10. Ausencia de señales provisionales adicionales.

11. Fugas por poros en tuberías.
12. Señales permanentes insuficientes para advertir a los operadores de equipos mecánicos de remoción de tierras de la presencia de líneas en operación.
13. Fugas en válvulas de seccionamiento en indicadores de paso de diablos en trampas de diablos, en tomas de presión, en venteos, en bridas, etc.
14. Daños a las instalaciones anódicas subterráneas, que resulten del desmantelamiento o de la construcción de nuevas tuberías en el mismo derecho de vía, donde otras se encuentran en operación.
15. Daños a las líneas eléctricas que alimenten rectificadores de protección catódica, que se hayan producido por descargas atmosféricas, desrame de arboles por intervenciones -- particulares.
16. Accesos y/o cunetas obstruídas, rompecorrientes destruídos.
17. Soportes y cercas destruídas en cajas de válvulas de seccionamiento y trampas de diablos, falta de abrazaderas volantes, manerales, limpieza y pintura.
18. Imprevistos naturales.

Los procedimientos de inspección se deben mejorar por eso es -- recomendable llevar a cabo los siguientes métodos de inspección:

- Método de detección de grietas con el uso de colorantes.

Método no destructivo.

Básicamente consiste en la aplicación de la superficie bajo estudio, de un líquido penetrante el cual con la ayuda de revelador hace que cualquier grieta quede expuesta.

- Método de inspección mediante el sistema magnaflux.

Método no destructivo.

- a) Se establece un campo magnético adecuado para la pieza a inspeccionar.
- b) Se aplican partículas magnéticas en la superficie del tubo.
- c) Se hace un exámen o inspección especial en los puntos de acumulación de partículas.

Con este método se pueden detectar todas las discontinuidades - superficiales y bajo ciertas circunstancias, aquellas que se en encuentran bajo la superficie.

- Método de inspección ultrasónica.

Método no destructivo.

Se conoce como método impulso-eco.

En este sistema impulsos cortos de ondas ultrasónicas y a intervalos regulares, son transmitidos al material que está siendo examinado. Estos impulsos se reflejan en las discontinuidades encontradas en su recorrido o en cualquier borde del material contra el cual inciden. Los ecos recibidos se muestran en una pantalla de rayos catódicos, en la pantalla se pueden observar datos tales como tamaño relativo de las discontinuidades y profundidades.

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

- Norma de Petróleos Mexicanos NSPM A VIII-1
"Requisitos Mínimos de Seguridad para el Diseño,
Construcción, Mantenimiento e Inspección de
Tuberías de Transporte".
- Manuel T.D. Williamson I.N.C.
Noviembre 1978.
- Distribución y Transmisión de Gas de Sistemas
de Tuberías a Presión.
ANSI B.31.8 1975
ANSI B.31.4
- Revista Petróleo Internacional.
Vol. 43 Abril 1982.
- Prueba Hidrostática, Economías, Problemas y
Procedimientos por J.C. Powell y
N.K. Senatoroff Gas, Enero 1954.
- Manual de Vetco.
- Análisis de Defectos en Líneas de Transporte de
Hidrocarburos.
I.M.P.