



1572 '04 MAR 18 11:20

UNIDAD DE ADMINISTRACION
ESCOLAR
RECIBIDO



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE José Andrés Barrios Sandoval

FECHA: 18 de Marzo 2004

RMA: ABS



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

“ACATLAN”

ANÁLISIS DE LA CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE UNA
RED DE POLIETILENO DE BAJA PRESIÓN PARA LA
DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL EN ZONAS
RESIDENCIALES.

TESIS

QUE PARA OBTENER ÉL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

PRESENTA

JOSÉ ANDRÉS BARRIOS SANDOVAL

ASESOR : ING. ABEL ÁNGEL LÓPEZ MARTÍNEZ

MARZO, 2004.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA



A MIS PADRES

Andrés y Herminia.

A MIS HERMANAS

Elva, Ángeles y Georgina.

A los profesores

A todos ellos que me guiaron con sus consejos, para el buen termino de mis aspiraciones profesionales.

Gracias por todo.



ÍNDICE

1	ANTECEDENTES.	1
1.1	Generalidades del Gas Natural	2
1.2	Substitución de Energéticos	11
1.3	El uso del Gas Natural	14
2.	ESTUDIOS PRELIMINARES NECESARIOS PARA EL INICIO DE LA OBRA.	20
2.1	Localización de las instalaciones existentes.	21
2.2	Recorridos con organismos y empresas.	22
2.2.1	Agua Potable, Drenaje y Alcantarillado	23
2.2.2	Telefonía	24
2.2.3	Energía Eléctrica	24
2.2.4	PEMEX	25
2.3	Método para localizar las instalaciones existentes.	25
2.3.1	Método tradicional.	26
2.3.2	Método de localización de excavación por vacío	27



ÍNDICE

3. CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE BAJA PRESIÓN.	33
3.1 Procedimiento de zanjado.	35
3.1.1 Por medio de zanjadora.	36
3.1.2 Por medio de perforación direccional.	39
3.1.3 Por medio del topo.	42
3.2 Tendido de la red de polietileno.	44
3.2.1 Con el método de termofusión.	46
3.2.2 Con el método de electrofusión.	64
3.3 Rellenado de la zanja y reposición del pavimento existente.	75
4 INSTALACIÓN DE LAS TOMAS DOMICILIARIAS.	82
4.1 Ubicación de las tomas.	83
4.2 Construcción de las tomas.	84
4.2.1 Excavación para alojar la toma en la línea principal.	86
4.2.2 Tendido de la tubería hasta la ubicación de la toma domiciliaria con zanjadora o con topo.	88
4.3 Prueba de hermeticidad en la toma.	96
4.4 Relleno de la excavación para alojar la toma y reposición del pavimento existente.	98
5 PRUEBAS A LA RED.	101
5.1 Prueba de resistencia y hermeticidad.	102
5.2 Prueba con manómetro.	107
5.3 Prueba con el Pocket logger.	111
5.4 Detección de fugas y reparación.	114



ÍNDICE

6 INTRODUCCIÓN DE GAS EN LA RED.	115
6.1 Puesta en gas desde la estación de regulación.	116
6.1.1 Desfogue de la línea.	119
6.1.2 Medidas de seguridad para el desfogue.	120
6.1.3 Operación y mantenimiento.	121

CONCLUSIONES.

BIBLIOGRAFÍA.

ANEXOS



PLANTA CRIOGÉNICA PARA GAS NATURAL

1 ANTECEDENTES.

El suministro de gas natural a través de redes de tuberías para el consumo urbano es una actividad que se ha venido desarrollando en nuestro país desde varias décadas atrás. En la Ciudad de México, Monterrey, Nuevo León, Querétaro, Chihuahua y otros estados la mayor parte de la población urbana consume desde hace muchos años gas natural en sus casas, suministrado a través de una red de ductos de distribución que se extiende por toda la ciudad.

La instalación de redes de distribución para el suministro de gas natural a las zonas urbanas es una situación que se está volviendo cada vez mas generalizada a nivel nacional, sobre todo a raíz de los cambios en la ley reglamentaria del artículo 27 constitucional en el ramo del petróleo que el Congreso aprobó en mayo de 1995, permitiendo la participación de la iniciativa privada en las actividades de almacenamiento, comercialización, transporte y distribución de gas natural.

El desarrollo de redes urbanas de distribución de gas natural es una actividad permitida por la autoridad en la materia, la Comisión Reguladora de la Energía (C.R.E.), quien por medio de un proceso de licitación pública internacional otorga el permiso correspondiente a la empresa que cumpla con los estándares más estrictos de seguridad de las instalaciones, y que además proponga la tarifa más baja por el servicio de distribución.

Es importante mencionar que todas y cada una de las empresas permisionarias en actividades relacionadas con el gas natural están sujetas a supervisiones periódicas por parte de la C.R.E., para asegurar que sus instalaciones se encuentran en estado óptimo de seguridad y calidad.

1.1 Generalidades del Gas Natural

- Qué es el gas natural

El gas natural es una mezcla gaseosa principalmente formada en un 85 % de metano, en condiciones normales de presión y temperatura. No tiene olor ni color, y por lo general se encuentra en forma natural mezclado con otros hidrocarburos fósiles. Al momento de su extracción, el gas natural contiene impurezas como agua, ácido sulfhídrico, dióxido de carbono y nitrógeno que tienen que ser removidas antes de su transporte y comercialización.

- Origen.

Se formó hace millones de años, cuando plantas y pequeños animales marinos fueron enterrados por arena y piedra. Capas de lodo, arena, piedra, plantas, acarreos y materia animal continuaron acumulándose hasta que la presión y el calor de la tierra los convirtió en petróleo y gas natural.

- Donde se encuentra

El gas natural se encuentra generalmente en depósitos subterráneos profundos formados por rocas porosas o en los domos de los depósitos naturales de petróleo crudo.

- Características del Gas Natural

El gas natural, es un combustible gaseoso, se extrae directamente de la tierra (de pozos de gas natural o petroleros), está constituido principalmente por el metano (CH_4) y el etano (C_2H_6), cuya característica principal es que son muy volátiles, debido a esto y a su gran volumen específico no resulta práctico almacenarlo.

- Como se procesa.

El gas natural se envía a Complejos Procesadores de Gas para producir gas natural de calidad y líquidos del gas.

- Composición básica.

Es una mezcla de hidrocarburos compuesta principalmente por metano (CH_4), que se encuentra en yacimientos en solución o en fase gaseosa con el petróleo crudo (gas asociado).

Es uno de los combustibles más limpios, que produce principalmente bióxido de carbono, vapor de agua y pequeñas cantidades de óxido de nitrógeno cuando se quema.

• Composición Química

La composición química del gas natural es sensiblemente variable, dependiendo además de su origen, de la eficiencia de cada una de las plantas de tratamiento que lo procesa.

Una composición y caracterización regular de gas natural es la siguiente.

Componente	Porcentaje Molecular
Nitrógeno	1.303
Bióxido de Carbono	0.109
Ácido Sulfhídrico	0.000
Agua	0.000
Metano	85.836
Etano	11.094
Propano	1.406
Isobutano	0.085
Butano Normal	0.136
Isopentano	0.012
Pentano Normal	0.011
Neopentano	Trazas
Hexágonos y más pesados	0.008
Total	100.00

- Poder Calorífico

El poder calorífico de un combustible es la energía liberada por una unidad de peso o de volumen del mismo. Para los combustibles sólidos o líquidos el poder calorífico se expresa en Kcal. / Kg y para los gaseosos en Kcal. / m³ en condiciones normales de presión atmosférica y temperatura ambiente.

- Características

Peso molecular promedio 18.298

Densidad relativa (aire = 1) 0.631

Poder calorífico bruto (btu/pe3) 1107.150

Poder calorífico bruto (Kcal./m³) 9876.660

Comparado a otros combustibles, en base a sus poderes caloríficos, la equivalencia del gas natural se indica en la siguiente tabla.

Combustible en litros	Dividido entre	Para obtener gas natural en
Gas L.P.	1.279	M ³
Diesel	0.915	M ³
Combustóleo	0.844	M ³

Tabla de poderes caloríficos y equivalencias del gas natural comparadas con otros Combustibles.

	Gas Nat	Gas L.P.	Diesel	Combustóleo	Gasolina
Poder caloríf.	8460Kca/m ³	6614 Kcal/lit	9246.2Kcal/lit	10019Kcal/lit	8149.8Kcal/lit
Equivalencias y unidades	1m ³	1.279 lts	0.915 lts	0.844 lts	1.038 lts
	0.782 m ³	1 lit			
	1.093 m ³		1 lit		
	1.184 m ³			1 lit	
	0.963 m ³				1 lit
	1 MMPC	227.8 Bls	163 Bls	150.3 Bls	184.9 Bls
	4389.8 P ³	1 Bl			
	6138 P ³		1 Bl		
	6653.4 P ³			1 Bl	
	5408.3 P ³				1 Bl

Clasificación según su origen.

Dependiendo de su origen, el gas natural se clasifica en dos tipos.

- Gas Asociado: Es el gas que se extrae junto con el petróleo crudo y contiene grandes cantidades de hidrocarburos que son susceptibles de licuarse, como etano, propano, butano y naftas.
- Gas No Asociado: Es el que se encuentra en depósitos que contienen únicamente este combustible.

• Límites de inflamabilidad.

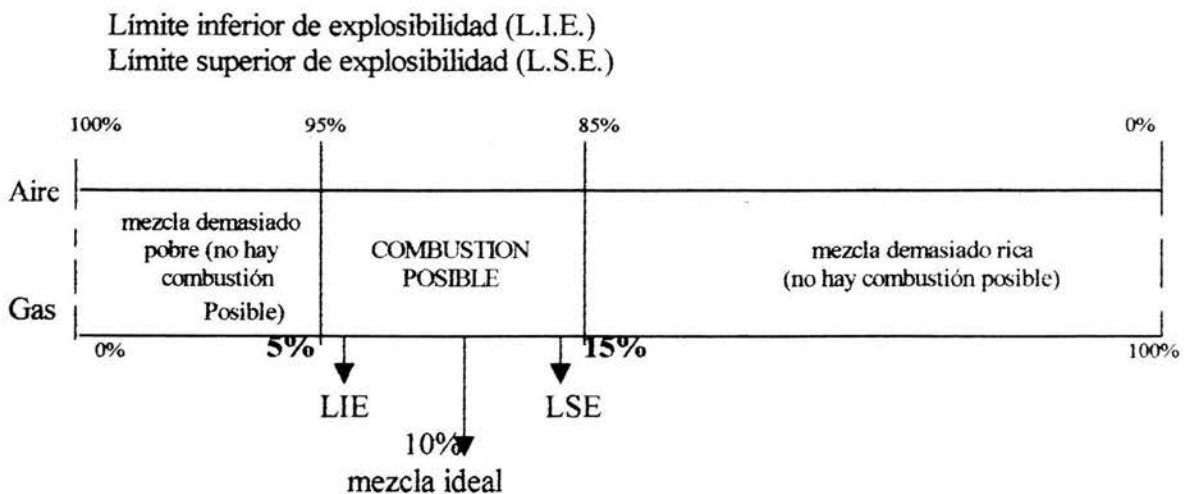
Llamados también límites de explosividad, son los porcentajes volumétricos de combustible en aire que delimitan el intervalo en el cual puede tener lugar la combustión de manera sostenida.

• Límite inferior de explosividad (L.I.E)

Valor mínimo de la concentración de gas combustible en el aire, debajo del cual no se presenta una mezcla explosiva o inflamable. Para el gas natural es de 5.5 de gas en aire en condiciones de presión y temperatura normales.

• Límite superior de explosividad (L.S.E)

Valor máximo de la concentración de gas en el aire, arriba del cual no se presenta una mezcla explosiva o inflamable. Para el gas natural es de 15.5 de gas en aire en condiciones normales de presión y temperatura.



Para que un gas arda son necesarias 2 condiciones:

- 1) El gas debe encontrarse homogéneamente mezclado con el aire.
- 2) La proporción de la cantidad de gas respecto a la del aire debe encontrarse entre ciertos límites máximo y mínimo.

El intervalo entre el L.I.E. y el L.S.E. se denomina **rango de inflamabilidad o explosividad**.

En la siguiente tabla, se muestran algunos valores de L.I.E. y L.S.E. Para componentes puros en condiciones normales de presión y temperatura mezclados (carburados) con aire y oxígeno.

GAS COMBUSTIBLE	INF. EN AIRE	INF. EN OXÍGENO	SUP. EN AIRE	SUP. EN OXÍGENO
Hidrógeno	4.0	ND	74.2	ND
Metano	5.3	5.1	15.0	61
Etano	3.0	3.0	12.5	66
Etileno	3.1	3.0	32	80
Propano	2.2	2.3	9.5	55
Monóxido de carbono	12.5	ND	74.0	ND

ND: dato no disponible.

- Porcentaje de explosividad

No se debe confundir el rango de explosividad con el porcentaje de explosividad que se mide con un explosímetro. Este porcentaje, se refiere al contenido de gas combustible por abajo del intervalo inflamable, de manera que el 100% de explosividad corresponde al L.I.E., mientras que el cero corresponde a la ausencia de combustible en la mezcla medida.

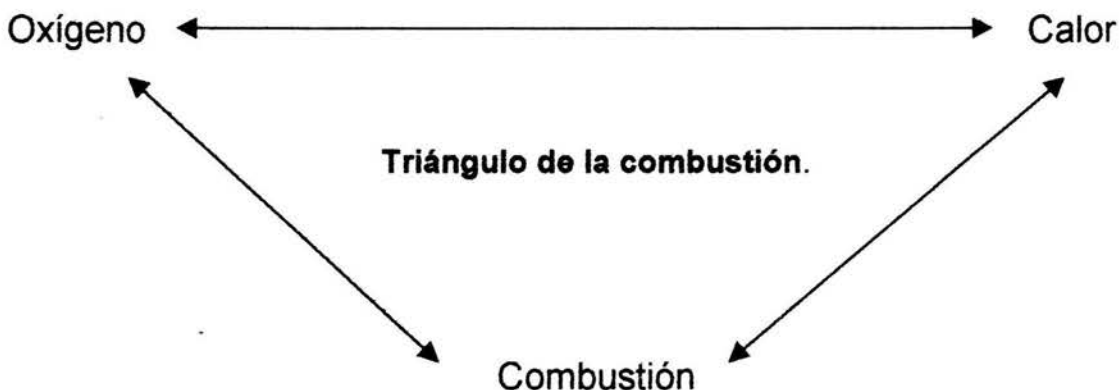
- Temperatura de ignición

Es la temperatura de ignición espontánea, temperatura mínima del gas (°C) a la cual puede mantenerse la combustión por si misma. Corresponde la mínima que debe mantener la fuente de ignición (piloto, chispa) para encender una mezcla carburada dentro del rango de inflamabilidad.

GAS COMBUSTIBLE	TEMPERATURA DE IGNICIÓN ESPONTÁNEA	
	°C	°F
Hidrógeno	571	1060
Metano	609	1128
Etano	632	1170
Propano	472	882

- Combustión.

Se necesitan tres cosas para que ocurra la combustión:



Estos tres componentes son esenciales para la combustión. Al quitar cualquier elemento del triángulo, la combustión cesa.

En esta instancia, el oxígeno se encuentra en la atmósfera y el calor proviene de alguna fuente de ignición. La fuente de ignición podría ser una flama o una chispa, normalmente es la lumbre del piloto de algún aparato. El gas natural tiene una temperatura de ignición de 1100 °F (593°C) a 1200 °F (694°C) y una de quemado de 3400 °F (1871°C) a 3500 °F (1927°C).

La combustión produce calor, dicho calor es medido en Unidades Térmicas Británicas. Un BTU es la cantidad necesaria de calor requerida para elevar a una libra de agua 1°F a 59°F. Ya que la composición del gas natural varía, así mismo el contenido del BTU. el gas natural promedia 1000 BTU por pie cúbico estándar.

El gas natural arde dentro de un rango limitado, el cual es referido como rango inflamable y el cual es de 4.5% a 14.5% de gas en el aire.

El extremo inferior del rango es el Límite Inferior de Explosión (L.E.L), la cual es la concentración más baja o mezcla mínima de gas y aire que puede arder. El L.E.L del gas natural es aproximadamente de 4.5 % de gas y 95.5 % de aire.

El extremo superior del rango es el Límite Superior de Explosión (U.E.L), la cual es la concentración más alta o mezcla rica de gas y aire que puede arder. El U.E.L del gas natural es de aproximadamente 10 % de gas y 90 % de aire. En la combustión se generan tres subproductos: vapor de agua, nitrógeno y dióxido de carbono, ninguno de estos tres subproductos son peligrosos para el hombre o el medio ambiente.

El aire es una mezcla homogénea cuyos principales componentes son el oxígeno y el nitrógeno, existiendo en proporciones despreciables otros gases como helio. Neón, argón, criptón, xenón, etc. Aproximadamente las proporciones en volumen de la mezcla son 79% de nitrógeno y 21% de oxígeno.

Mezcla homogénea de
GAS + AIRE

Y con un punto de la mezcla a alta temperatura =



FUEGO



COMBUSTIÓN

En los quemadores.

EXPLOSIÓN

En un recinto con onda de choque o expansiva.*

DEFLAGRACIÓN

En el aire libre, parecida a la explosión pero sin onda de choque.

* Onda provocada por la alta velocidad de reacción, superior a la del sonido (supersónica).

• Primer paso en seguridad

Típicamente el gas natural comercial está compuesto en un 95% o más de metano y el 5 % restante de una mezcla de etano, propano y otros componentes más pesados. Como medida de seguridad, en la regulación se estipula que los distribuidores deberán adicionar un odorizante al gas natural para que se pueda percibir su presencia en caso de posibles fugas durante su manejo y distribución al consumidor final.

- Como se transporta.

El gas natural se transporta y distribuye hasta los usuarios finales por medio de ductos de acero de diámetros variables.

Las estaciones de compresión proveen la energía necesaria para hacer llegar el gas natural a través del territorio nacional.

Para que un consumidor tenga acceso al gas natural es necesario que interconecte sus instalaciones al sistema de transporte existente, o a una red de distribución cercana.

- Principales yacimientos en México.

Al 1 de enero de 1977, el 57.1% del total de las reservas correspondieron a la región norte; la región sur se ubicó como la segunda en importancia, pues sus niveles representan 25.4% del total nacional. No obstante, esta zona ha reducido anualmente sus reservas en 5.7 % durante todo el periodo. Las regiones marinas aportaron el restante 17.5%.

1.2 Substitución de Energéticos

Desde la prehistoria el hombre se ha visto en la necesidad de descubrir y aprender ha utilizar las diversas fuentes de energía para poder sobrevivir

Desde hace tiempo en todo el planeta y en nuestro país como en muchos otros, se han venido utilizando como combustibles algunos derivados del petróleo.

Estos, combustibles se han convertido en artículos de primera necesidad, tanto para la industria como para el comercio y principalmente para el desarrollo de la economía de cada nación.

Pero algo que no preocupó, y no por mucho tiempo a toda la humanidad, es el día en que las reservas se agoten y no haya otra manera de obtener combustibles para las necesidades humanas.

En la actualidad el grado de avance tecnológico permite el aprovechamiento más eficiente de la energía aunado a una concientización global sobre los requerimientos que tendrán las futuras generaciones.

Algo que también no preocupó hasta hace poco es algo muy importante para la conservación de la humanidad, que es la contaminación que producen los combustibles utilizados.

Ahora se está tomando en cuenta el daño que causan a la humanidad, todos los residuos que produce la quema de los combustibles, al grado en que se han tenido que implementar programas que prevengan la acumulación excesiva de dichos residuos.

Algo más importante es la substitución de combustibles, los cuales son menos contaminantes que lo utilizados con anterioridad, es por eso que se están buscando combustibles más sanos en su proceso de combustión.

Actualmente el gas LP es el principal combustible de uso doméstico en la Ciudad de México y continuará siéndolo durante algunos años en tanto se realizan las inversiones necesarias para desarrollar la infraestructura adecuada para introducir el gas natural.

No obstante, a lo largo del tiempo la tendencia será la **substitución** entre gas L.P y Gas Natural

Características del gas L.P. con el gas Natural

PROPIEDAD	GAS NATURAL	GAS L.P.
Poder calorífico kcal/m ³	9,200	22,215
Composición	90% CH ₄ (Metano)	30% C ₃ H ₈ (Propano) 70% C ₄ H ₁₀ (Butano)
Presión de suministro al cliente doméstico	18 mbar.	28 mbar.
Densidad relativa	0.6	1.93
Clasificación	2 ^a familia	3 ^a familia
Humedad	Seco	Seco
Estado	<u>Gaseoso:</u> Sin límite de compresión <u>Líquido:</u> A partir de 160°C bajo cero a la presión absoluta de 1 atm.	A 20°C se pone líquido a partir de 2.5 bar. (presión manométrica)
Toxicidad	No tóxico, asfixia.	No tóxico, asfixia.

La tabla nos permite identificar los beneficios del gas natural con relación al gas L.P. en cuanto a seguridad y precio.

GAS NATURAL	GAS L.P.
<u>SEGURIDAD</u>	
<ul style="list-style-type: none"> • Se ventila muy bien por su densidad, 0.6 más liviano que el aire. • Se precisa de un 5% en el aire para tener la mezcla explosiva. • El transporte se hace por tuberías subterráneas de acero o polietileno. • El polietileno es un material que tiene un gran poder de alargamiento. • Está comprobado y es utilizado en el mundo entero desde hace más de 30 años. • No hay que descargarlo. • La energía esta permanentemente disponible. • La válvula de corte permite a los bomberos u otros, cortar rápidamente el suministro de gas natural. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se queda en el piso por su densidad 2 veces más pesado que el aire. • Solo un 2% de gas en el aire alcanza el punto explosivo. • El transporte del producto se hace con camiones (es un peligro permanente con el tráfico). • La descarga del producto se hace con flexibles y empalmes mecánicos en los cuales siempre hay fugas. • Hay que vigilar el consumo para prevenir las fallas. • En caso de incendio en una casa, el tanque será un tremendo peligro.

GAS NATURAL	GAS L.P.
<u>PRECIO</u>	
<ul style="list-style-type: none"> •Promedio de ahorro: un 30 % en residencial (comparando la misma energía). •Toda la energía pagada es realmente consumida. 	<ul style="list-style-type: none"> •Nunca se puede aprovechar la totalidad del producto. •Impurezas, agua, aceite, solventes, todos vienen con el producto. •Falla de evaporización cuando está por terminarse el cilindro. •Estratificación butano, propano.
<ul style="list-style-type: none"> •Combustión perfectamente dominada. •El quemador rinde un 100 %. 	<ul style="list-style-type: none"> •Combustión completa complicada (emisión de partículas) por dificultad de mezclas el gas L.P. con el aire (diferencia importante de densidad). •Rendimiento menor.
<ul style="list-style-type: none"> •Se paga después de consumirlo. 	<ul style="list-style-type: none"> •El almacenamiento cuesta.

1.3 El uso del gas natural

- **Ventajas Ambientales**

Tiene combustión muy limpia: no emite cenizas ni partículas sólidas a la atmósfera; genera una reducida emisión de óxidos de nitrógeno (NOx); monóxido de carbono (CO2) e hidrocarburos reactivos, y virtualmente no genera dióxido de azufre (SO2), características que le dan una mayor ventaja respecto de otros combustibles fósiles como el carbón y el combustóleo.

- Contribuye a abatir eficazmente el efecto invernadero.
- Es seguro de transportar.
- Es más ligero que el aire.
- No es absorbente.
- No es corrosivo.

- **Ventajas Económicas**

- Tiene un proceso muy competitivo comparado con el de otros combustibles.
- Reduce costos de mantenimiento de equipos de combustión.
- Incrementa la eficiencia y el mejoramiento de los procesos de generación y cogeneración de energía.
- Es abundante.
(con reservas probadas por 50 años según PEMEX)*

*Fuente B.D.I. Petróleos Mexicanos al 1º de Enero 2001. en www.pemex.gob.mx

- Ventajas de seguridad y ambientales sobre otros combustibles.

Dentro de las ventajas de seguridad están:

El gas natural tiene un rango de inflamabilidad muy limitado, en concentraciones en el aire aproximadamente por debajo de 4 % y por arriba de aproximadamente el 14 % no se encenderá el gas natural. Además la temperatura de ignición alta y el rango de inflamabilidad limitado reducen la posibilidad de un incendio o de explosión accidental.

Debido a que el gas natural no tiene un olor propio se agregan odorantes químicos (mercaptano) para que pueda detectarse en caso de fuga.

Algunas tuberías sobre todo las que no tengan cierta flexibilidad, podrían fracturarse sin embargo, cerrando las válvulas y el suministro de gas, pueden iniciarse las labores de reparaciones y rescate casi inmediatamente debido a que, al ser más ligero que el aire se disipa rápidamente en la atmósfera.

- Considerando las propiedades físico-químicas del gas natural, las ventajas más importantes en cuanto a su uso son las siguientes:

- 1 Es un combustible relativamente barato.
- 2 Presenta una combustión completa y limpia, la cual prácticamente no emite bióxido de azufre.
- 3 Seguridad en la operación, debido a que en caso de fugas, al ser más ligero que el aire, se disipa mas rápidamente en la atmósfera. Únicamente, se requiere buena ventilación.
- 4 Promueve una mayor eficiencia térmica en plantas de ciclo combinado para generación de electricidad.

- Algunos de los procesos donde se utiliza gas natural son:
 - Calentamiento de líquidos.
 - En hornos y secadores.
 - Climatización ambiental.
 - Materia prima para la transformación.
 - Generación de vapor.
 - Tratamiento de desechos.
 - Tratamientos térmicos.
- Usos principales e importancia.

Una de las primeras aplicaciones más importantes del gas natural ha sido la producción de vapor, substituyendo o complementando en instalaciones mixtas, la acción de los combustibles sólidos y líquidos.

En cuanto a las aplicaciones en la industria:

Cerámica.

Debido al menor contenido de contaminantes y al poder calorífico de los combustibles gaseosos, es posible efectuar el calentamiento directo del producto, lo que permite obtener un grado de combustión elevado y construir hornos más pequeños.

Industria del Vidrio.

Las operaciones térmicas de la industria del vidrio se clasifican en dos grupos de naturaleza esencialmente distinta; uno de ellos es la utilización del gas natural.

Industria Textil.

Se utiliza para el acabado de las fibras, este proceso requiere mantener una presión constante del gas natural.

Industria Química

Se considera como una de las materias primas básicas para las síntesis químicas industriales más importantes.

Industria del Cemento.

Consume una considerable cantidad de energía térmica, representando el combustible entre un 25 y un 49 por ciento del costo total del producto.

Consumo nacional de gas natural regional y por sector para 1998
Miles de metros cúbicos

Sector →	Eléctrico*	Petróleo		Industrial			Residencial y Servicios
↓ Región		Auto-consumo	Recirculaciones Internas	PEMEX petroquímica			
				Combustible	Materia prima	Industrial	
Golfo	2,097	10,611	14,770	10,497	3,075	2,878	-
Noreste	4,844	5,056	-	42	-	12,003	1,923
Centro	8,072	1,183	-	532	480	8,318	224
Peninsular Sureste	-	3,266	10,831	-	-	-	-
Occidente	398	1,458	-	241	-	5,267	-
Noroeste	2,692	-	-	-	324	1,399	510
Sur	-	1,785	-	-	-	-	-
Peninsular Norte	-	-	-	-	-	28	-
Total nacional	18,103	23,359	25,601	11,313	3,879	29,894	2,656

Elaboración propia con base en información de CFE y PEMEX. Memoria de labores varios años
*Sin cogeneración.

La combustión del gas natural prácticamente no genera emisiones de bióxido de azufre, el cual causa la lluvia ácida o partículas que son carcinogénicas. Asimismo, el gas natural emite cantidades mucho menores de monóxido de carbono, hidrocarburos reactivos, óxidos de nitrógeno y bióxido de carbono, que otros combustibles fósiles.

Una manera en la que el gas natural puede contribuir y ayudar significativamente al mejoramiento de la calidad del aire es en el transporte. Por ejemplo, los vehículos que funcionan con gas natural pueden reducir las emisiones de monóxido de carbono e hidrocarburos reactivos hasta en un 90 %, en comparación con los vehículos que utilizan gasolina.

- Cogeneración.

Es el proceso de generación de energía eléctrica y térmica en condiciones menos agresivas al medio ambiente, de una manera más eficiente y económica que permite resolver problemas graves de suministro

Otra manera de mejorar el medio ambiente es usar más gas natural para la generación de energía eléctrica reemplazando al carbón o petróleo. Nuevas tecnologías de gas natural, como sistemas de ciclo combinado de alta eficiencia, aumentan el rendimiento de la energía y simultáneamente reducen la contaminación.

- Distribución

La conveniencia del transporte por medio de ductos es su economía y seguridad.

Para poder transportarlo por medio de cilindros estos tendrían que tener especificaciones especiales y diferentes a los cilindros que transportan el gas LP, lo que implicaría costos de infraestructura, para poder envasarlos tendría que licuarse lo que alteraría su rango de seguridad, en cuanto a su distribución esta sería por medio de camiones lo que implicaría emisión de contaminantes más el deterioro de las calles y avenidas.

Las principales bondades del gas natural son básicamente ecológicas, puesto que en el aspecto económico se rige por la Comisión Reguladora De Energía que observando los precios internacionales, fijan el precio en el mercado nacional.

Una de las bondades del gas natural, véase por el lado del servicio canalizado en zonas residenciales a cada una de las viviendas, son todas las comodidades que representa el recibir el servicio sin tener que estar en el domicilio, para tener que verificar si el pago por el suministro es correcto.

Hablando en el aspecto obra, los procedimientos utilizados mejorarán la construcción de la red, pues estos minimizarán los daños a las instalaciones existentes de servicios a la comunidad, evitando malestares en el transcurso de la realización de la misma; algunos de los procedimientos favorecen la conservación del aspecto urbano, algo que no se tomaba en cuenta en otros tiempos, cuando se introducían servicios en estas zonas.

2. ESTUDIOS PRELIMINARES NECESARIOS PARA EL INICIO DE LA OBRA.

Básicamente para el inicio de las obras de canalización y distribución de gas natural, es necesario contar con un proyecto el cual nos delimite la trayectoria a seguir de la red.

Contando con esto se realiza un análisis de todo lo que podría interferir con el programa de obra, y de esta manera poder programar el inicio y continuidad de los trabajos de introducción de la red de gas natural, con los trabajos necesarios para atender lo relacionado con las interferencias.

Principalmente el análisis es enfocado al tratamiento y la localización de las "obras inducidas", las cuales son un punto muy importante en el desarrollo del proyecto.

Este tipo de obras son tan importantes como las obras de canalización de gas natural, pues nos definen el progreso de nuestro programa de obra, algo que atañe directamente al costo de la misma.

Como una definición de lo que es una obra inducida tenemos:

"Conjunto de actividades programadas, relativas a dar solución a todas aquellas interferencias que se presentan, para llevar a cabo la construcción de una obra determinada "

Las interferencias que podemos encontrar en el desarrollo de la obra, son todos los servicios públicos y privados existentes en la trayectoria de la red.

Las dependencias que administran, mantienen en operación y construyen estos servicios tienen la obligación de supervisar todos los trabajos a realizar en torno a sus instalaciones cuidando de que se lleven a cabo los trabajos con la normatividad impuesta por cada dependencia y por lo general, las que ordenan el gas natural como lo es la Secretaría de Energía, por medio de la Comisión Reguladora de la Energía (la CRE), Normas estipuladas en la NOM-003-SECRE-2002

2.1 Localización de las instalaciones existentes.

En forma general, la definición del trazo implica un análisis exhaustivo por parte del constructor, del recorrido propuesto por la empresa distribuidora del gas y sus posibles variantes. “Incluidas obras especiales que sean necesarias para evitar obstáculos”.

Antes de iniciar las obras de construcción de la red, la empresa concesionaria o constructora debe comunicarse con todos y cada uno de los departamentos de las dependencias, organismos y empresas encargados de las instalaciones y con la autoridad local competente de obras públicas con el objeto de obtener información relativa a la localización de los servicios públicos y de cada empresa en particular, anticipando la ruta de las tuberías de la línea de conducción del gas, con el objeto de minimizar la afectación de esos servicios y, en su caso contactar a las compañías responsables de proveer dichos servicios para planear, conjuntamente, el tendido de la red por la vía pública de la localidad.

Se requerirán por medio de escritos dirigidos a las personas responsables de las líneas y servicios existentes, de recorridos por los lugares donde se ubica el trazo que llevará la línea de conducción de gas natural.

En dichos recorridos se seguirá el trazo de la línea de conducción de gas, observando alrededor de ésta todos y cada uno de los registros existentes, abriéndolos en su caso si la persona encargada así lo permitiera para verificar visualmente la dirección que llevan los ductos de canalización de dichos servicios, y así corroborar hasta donde se extienden las redes de distribución de dichos servicios y de esa manera cerciorarse si afectan o no el trazo de la línea de gas natural.

Durante esta inspección visual se marcará con pintura sobre el pavimento (con un color con el cual no se afecte la señalización existente), la dirección, profundidad aproximada a lomo de canalización y tipo de instalación que fuere.

2.2 Recorridos con Organismos y Empresas.

La primera acción a realizar es ponerse en contacto con las dependencias, organismos y autoridades, encargadas de los servicios públicos y enviar una copia de los planos que muestran el recorrido que tendrán las instalaciones de gas natural, con un escrito solicitando un recorrido por el lugar de la obra; esto con anticipación al inicio de las obras.

Antes de realizar cualquier trabajo referente a la construcción de la obra, se realizarán dichos recorridos por el trazo que describe la red de conducción de gas natural, con los organismos públicos y empresas, los cuales son los indicados para definir el sentido que siguen sus instalaciones y así verificar que tanto se verán afectadas las obras y prever daños posteriores para poder deslindar responsabilidades futuras en el caso de afectaciones a instalaciones no indicadas.

Con referencia a estos recorridos y en particular al termino de cada uno se realizarán minutas de campo (**Anexo I**), las cuales deberán contar con los nombres y las firmas de los representantes de dichos organismos y empresas debidamente acreditados, en las cuales se citará lo siguiente:

- a) Los formatos en los cuales se realizarán las anotaciones necesarias para describir los detalles del recorrido, deberán ser membreteados por parte del organismo, dependencia o empresa con la que se realice el mismo.
- b) En estos formatos se deberán de anotar los nombres de los asistentes responsables, por parte de la empresa constructora y permisionaria de la construcción de la red, así como de los organismos, dependencias o empresas y que se acreditan como tales, en la elaboración del recorrido, mencionando su rango y puesto en cada caso.
- c) Delimitar la zona a recorrer mencionando las calles y avenidas e indicando los puntos donde se detectan las instalaciones que tendrán que cuidarse al realizar cruces por ellas.

- d) En el caso en que las instalaciones de algunos servicios estén a lo largo de la ruta que seguirá la red, se deberá tomar en consideración lo que las normas establecen para cada una de las dependencias, en relación a la separación mínima de ambas instalaciones, haciendo mención en dicho formato de las medidas que se deberán tomar quedando de acuerdo ambas partes.

2.2.1 Agua Potable, Drenaje y Alcantarillado.

Antes de llevar a cabo cualquier trabajo referente a la introducción de la red de distribución de gas natural, se tiene que notificar a las autoridades competentes, que se encargan de administrar los servicios públicos, el desarrollo del proyecto, para de esta manera poder programar con ellos un recorrido por el lugar donde se desarrollará el proyecto. Esto con el fin de identificar todas sus instalaciones.

En el caso de los servicios de Agua Potable, Drenaje y Alcantarillado se realizará el recorrido por las calles donde se encuentran estas instalaciones y así poder identificar los lugares donde la red de gas interfiere con la de los servicios públicos mencionados, pudiendo marcarlos para su próxima identificación y de esta manera planear los cruces con estos servicios. En el desarrollo del proyecto y cuando se estén realizando las obras necesarias para los cruces, las dependencias deberán de supervisar dichas obras, para que el proyecto sea del todo aprobado a su termino y de esta manera cumpla con las normas de calidad que se requieren.

Si en algún caso se llegase a dañar una de las instalaciones por algún descuido o accidente, de inmediato se dará notificación a la dependencia para que tome las medidas necesarias para su reparación, y si así lo considerara prudente, las reparaciones las realizará la empresa constructora, con todas las especificaciones de calidad necesarias para que sean seguras, bajo la supervisión del propio organismo; en ningún caso se aceptarán reparaciones provisionales.

2.2.2 Telefonía.

En el caso de las comunicaciones se planearán recorridos por los lugares donde sus instalaciones sean subterráneas, y de esta manera planear con ellos la ejecución de las obras de introducción de la red en los lugares de afectación a las instalaciones de servicio de telefonía.

En cada caso en el que se identifiquen las líneas subterráneas de telefonía por el lugar donde cruza el trazo de la red, se marcará en el pavimento (con un color el cual no interfiera con la señalización de tránsito), el tipo de canalización (en este caso telefonía) y la profundidad estimada a lomo de canalización, para así poder verificar de manera visual su exacta ubicación y profundidad y a la hora de realizar la zanja no dañarlas.

Se necesitará la supervisión por parte de la compañía de servicio de telefonía, para que verifique la buena realización de los trabajos de introducción de la red, para que queden hechas de acuerdo a su normatividad y con la calidad que se requiera.

En cada caso se realizará un minuta, siendo ésta un anexo a la bitácora, como ya se habían descrito al principio de este capítulo y si fuese necesario se realizaran anotaciones adicionales en la bitácora de obra para acentuar los acuerdos a que se lleguen, debidamente firmadas.

2.2.3 Energía Eléctrica

De la misma manera se realizarán recorridos con los encargados de dichos servicios públicos por los lugares donde sus instalaciones sean subterráneas y también de alta tensión. Comúnmente las de baja tensión son elevadas, pero en algunas colonias residenciales todos los servicios son subterráneos, algunas acometidas industriales y comerciales se canalizan después del poste, por registros que se dirigen en forma subterránea a los predios de beneficio.

Se realizarán minutas del recorrido con todos los datos requeridos y algunas especificaciones que puedan adicionarse por ambas partes, firmando de común acuerdo las partes que intervengan.

2.2.4 PEMEX

A diferencia de las demás dependencias, en este caso es necesario y lo impone la normatividad de PEMEX, en su Subdirección de Ductos, de tramitar un permiso para la realización de las obras de introducción de la red de distribución de gas natural en los lugares donde se cruce con ellas, y así mismo si existiesen más instalaciones que interfirieran con el tendido de la red también se programará un recorrido por dichos lugares para de esta manera tramitar todos los permisos necesarios para el buen desarrollo de las obras de tendido de la red.

En caso contrario, si se llegasen a realizar las obras sin el conocimiento y la autorización de esta dependencia, se harán acreedores a una sanción la cual la estipulará la autoridad competente en su caso el propio PEMEX.

2.3 Método para localizar las instalaciones existentes.

Refiriéndonos a la necesidad de localizar todas y cada una de las instalaciones existentes dentro de la trayectoria que sigue la red de distribución de gas natural, existen algunas métodos para la localización de estas instalaciones.

En primer lugar tenemos los métodos tradicionales, y en segundo lugar tenemos un método novedoso, en el que se engloba tecnología de punta, la cual es de gran importancia pues nos facilita la obtención de resultados en menor tiempo y con mayor eficacia, esencial para este tipo de trabajos, lo cual repercutiría en la calidad y el avance de los mismos si continuáramos utilizando los mismos métodos tradicionales.

2.3.1 Método tradicional.

El método tradicional utilizado por todos los constructores desde hace tiempo, es el de realizar calas o excavaciones a mano (Foto 2), donde se presume se encontrarán las instalaciones de los servicios públicos.



Sondeo de obras inducidas por métodos manuales
Foto 1

Esto en forma manual, utilizando un pico, una pala, una barra de línea o barreta y un cabahoyos; se realizan las calas con todo cuidado tratando de no dañar la líneas de conducción, instalaciones y/o servicios a detectar; con la utilización de este tipo de herramientas, el proceso es más tardado y muchas veces riesgoso, pues la mala capacitación de las personas que lo realizan, provoca que se dañen estas instalaciones pues un golpe de pico o barreta dañaría desde una línea de agua a una telefónica, repercutiendo en costo de reparación por daños y en tiempo de ejecución de la obra.

Además de que las calas hechas a mano tienen que ser del tamaño tal que una persona pueda trabajar libremente dentro de ellas (1.20 m. x 0.80 m.), lo cual complica aun más la obra puesto que en vialidades primarias como en secundarias, el riesgo de un accidente es mayor,

mas cuando no se tiene la precaución de señalizar y dejar indicada una restricción de paso, tanto peatonal como automovilística.

Debe mencionarse también otra desventaja, que al tener una cala de mayores dimensiones, de igual forma se necesitará una mayor cantidad de material para los procesos de compactación y restitución del pavimento existente, ya sea concreto hidráulico o asfáltico, encontrando en algunos lugares con adocretos, empedrados, adoquinados o hasta revestimientos, los cuales son costosos o difíciles de encontrar en el mercado.



Sondeo de obras inducidas por métodos manuales
Foto 2

2.3.2 Método de localización de excavación por vacío.

En este método se utiliza maquinaria especial, la cual consta de un camión diesel, en el cual se monta un compresor de aire, un sistema de vacío con su tanque de almacenamiento, además de gavetas para la herramienta complementaria, utilizando a un operador para el camión el cual funciona a la vez de cabo de la cuadrilla y dos ayudantes u operadores de la maquinaria que el camión porta.

El camión tiene la función de transportar todo el equipo junto con los operadores y la herramienta, en la plataforma trasera, se monta un compresor en la parte más cercana a la cabina, y seguido a él se

monta el motor y la unidad de succión del sistema de vacío, en seguida se ubica una gaveta o caja de herramienta la cual se extiende en toda la longitud transversal de la plataforma, en está se guardan las barretas de línea, palas cuadradas, de concha, cabahoyos la “pica”* y algunas escobas; en seguida se ubica el tanque de almacenamiento de la tierra suelta, en el cual se conecta la manguera de succión al tanque; en la parte posterior de la plataforma del camión se ubican todas las válvulas y controles del equipo en general; en las partes laterales de la plataforma del camión y sin estorbar para la llanta, se ubican unas gavetas, en las cuales se guardan las demás herramientas como, las rompedoras neumáticas (grande y pequeña), una compactadora manual que funciona con aire comprimido (bailarina) y algunas herramientas que se llegasen a utilizar en el mantenimiento menor del equipo.



Foto 3



Foto 4

Equipo de excavación por vacío Vac Hoe

El compresor.

Este equipo nos proporciona el aire a una presión la cual satisface las necesidades de las herramientas que lo requieren, alcanza una presión de 160 lbs/in² (según el modelo que se utilice); a este equipo se pueden conectar la pica, las rompedoras, la bailarina y utilizarlo también para inyectar aire en las pruebas a la red; está integrado por un motor diesel y una unidad de compresión la cual se encarga de tomar aire del ambiente y comprimirlo para su uso.

Equipo de succión por vacío.

Este equipo cuenta con un motor diesel el cual impulsa una unidad de succión, la que a su vez se conecta con el tanque de almacenamiento de la tierra suelta, del cual sale una manguera, de aproximadamente 5 pulgadas de diámetro y 6 metros de largo la cual se introduce en el sondeo y retira todo el material suelto, (semejando a una trompa de elefante); todo este material se deposita o almacena momentáneamente dentro del tanque, pero al ser llenado en su totalidad es necesario vaciarlo, por lo que cuenta con una esclusa que se activa semi-automáticamente para desalojarlo.

Este método permite utilizar dos procedimientos simultáneos, el de excavación (disgregación del terreno con la pica por medio de aire a presión) y el de extracción del material suelto (succionado por la manguera), esto elimina casi en su totalidad un posible daño a las líneas de conducción de los servicios existentes y algo muy importante que podría dañar alguna línea, que sería el uso de un pico y una pala.



Foto 5



Foto 6

Pica y manguera de succión juntas

La pica.

Tubo de aproximadamente 2 metros de longitud, 1½ pulgadas de espesor con una válvula en su parte posterior y reducción a ¼ de pulgada, con un tramo de tubo de ¼ de pulgada de espesor y 4 pulgadas de longitud por el cual se inyecta aire al momento de incrustarlo en la tierra, aflojándola y disgregándola para su fácil succión; la reducción del diámetro de la pica en su parte inferior, nos aumenta la velocidad y por ende la fuerza del aire y nos facilita su incrustación en el terreno, lo largo y esbelto nos facilita el sondear a mayor profundidad en un espacio reducido, la válvula permite tener el control más preciso del flujo del aire comprimido



Foto 7

La pica excavando en un sondeo.



Foto 8

La pica en un sondeo.

Las rompedoras y la compactadora neumáticas.

En este caso se utilizan las rompedoras neumáticas para retirar la capa superficial del sondeo (pavimento de concreto, asfalto u otros materiales los cuales necesitan de una fuerza mayor para removerlos) y en algunas ocasiones para desalojar rocas que se puedan encontrar en el terreno del sondeo o de alguna caja que se tenga que hacer para un cruce o conexión de la red. La compactadora neumática (bailarina) se utiliza en los lugares donde no es posible utilizar una compactadora de mayor tamaño como las de gasolina, una vez detectada la instalación del servicio se pueda tapar y compactar para su protección y la seguridad de los automovilistas o peatones. Estos dos equipos son alimentados por el compresor para su funcionamiento.



Foto 9



Foto 10

Rompedora y compactadora neumáticas

Herramienta menor.

Esta herramienta (foto 11) es básicamente, una barreta, una pala cuadrada, una pala de concha, un zapapico y un cepillo para barrer, siendo esta herramienta un complemento a algunas actividades que el uso del camión permite como el realizar cajas para reparaciones o cruces de la red por servicios públicos. Como se puede ver este método de excavación de sondeos para la localización de los servicios públicos es muy eficiente y muy rápido, puesto que la utilización del equipo neumático y del de succión por vacío nos permiten minimizar, por un lado, el área de trabajo para la excavación y por otro lado reduce las cantidades de material necesario para la compactación de la cala y la restitución del pavimento existente, sin la necesidad de

tener que dejar un señalamiento por mucho tiempo y un hueco abierto, el cual podría ocasionar un accidente.

En cuanto al riesgo de dañar una instalación o línea de conducción de algún servicio, éste se aminora, pues el método no permite golpear con tanta fuerza al estar excavando, ya que el aire expulsado a presión, ayuda a disgregar más fácilmente el terreno y así no utilizar una herramienta a la cual se le tenga que aplicar una fuerza mayor para excavar en el suelo, y posteriormente dañar alguna instalación o línea de conducción.



Foto 11

Herramienta menor

3. CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN, DE BAJA PRESIÓN.

Para el inicio de la construcción del proyecto, se realizó el primer paso que fue la detección de los servicios públicos, utilizando los métodos ya descritos, entre tanto se da paso al siguiente procedimiento constructivo, el cual define en nuestro proyecto, el rumbo que seguirá y la planeación de todas las actividades necesarias para llevarlo a buen término; este método nos definirá el tiempo, el costo y la calidad de los trabajos que se realizarán, como el proyecto en general.

En lo siguiente se hará referencia a lo que establece la norma oficial mexicana, con respecto a la construcción de la red de distribución, y en específico a la excavación de zanja en los tipos de materiales comúnmente encontrados a lo largo de la construcción de la red, así como las permitidas en cruces de otros servicios y en derechos de vía de algunos otros.

De la Norma Oficial Mexicana, NOM-003-SECRE-2002

Del capítulo 8, Inciso 8.1.1

Profundidad.

La profundidad mínima de las zanjas que alojarán las tuberías en un sistema de distribución se determina de acuerdo con el cuadro siguiente.

Ubicación	Excavación normal cm.	Excavación en roca cm.
En general		
Tubería hasta 508 mm. de \varnothing	60	45
Tubería > 508 mm. De \varnothing	75	60
En derechos de vía (carreteras y ferrocarriles)	75	60
Cruzamientos de carreteras	120	90
Cruzamiento de ferrocarriles		
Tubería encamisada	120	120
Tubería sin encamisar	200	200
Cruces de vías de agua	120	60
Bajo canales de drenaje o irrigación	75	60

En el caso de cruces de ferrocarril, carreteras u obras especiales, la instalación de las tuberías debe sujetarse a las normas oficiales mexicanas o, en caso de no contar con estas últimas, con las especificaciones técnicas que le señale la (SCT) Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

La excavación de la zanja que aloja la tubería debe cumplir con los requerimientos de ancho y profundidad para su debida instalación.

Antes de colocar la tubería en la zanja, ésta debe estar limpia, libre de basura, escombros o materiales rocosos o cortantes que pudieran ocasionar daños a las tuberías. La superficie del fondo de la zanja debe emparejarse y afinarse de tal manera que permita un apoyo uniforme de la tubería.

Cuando una tubería cruce otras instalaciones de servicios se debe cuidar de no dañarlas y prever una separación para el mantenimiento y reparación de ambas instalaciones. La distancia de la separación mínima debe ser 30 cm con relación a estructuras y otros servicios subterráneos.

Cuando una tubería que opere a una presión mayor a 685 kPa cruce con otras instalaciones subterráneas, la distancia mínima entre la tubería y las otras instalaciones debe ser de 100 cm. En caso de no poder cumplir con lo anterior, se debe proteger o aislar a la tubería, para no interferir la protección catódica.

A continuación realizaremos un análisis de los diferentes métodos de excavación de zanja, la cual se utiliza para el alojamiento de la red que distribuirá el servicio de gas natural; métodos los cuales se pueden aplicar en algunos otros casos, para otro tipo de construcción de instalaciones de aprovechamiento de servicios.

Existen algunos detalles adicionales que deben ser tomados en cuenta, como los siguientes:

Se deben tomar precauciones para despejar el lugar de trabajo, a lo largo de la trayectoria de la línea, teniendo en cuenta la estabilidad del terreno, protección de los materiales y evitar daños a la vegetación existente, las banquetas, el pavimento o cualquier otra estructura del lugar.

Durante la construcción de la línea se debe cuidar de no interferir los derechos de vía de otros servicios. De igual forma, se debe cuidar que durante la construcción de otros servicios no se interfiera el derecho de vía de la tubería de gas natural.

El ancho mínimo del derecho de vía para las tuberías conductoras de gas natural será de 0.30 m a cada lado del paño exterior de la tubería. Cuando se tenga que cruzar otra tubería o línea de servicio ajeno a la red distribuidora de gas, se dejará una separación mínima de 0.30 m para el mantenimiento y reparación de las líneas, de igual manera se deberá respetar el derecho de vía para registros de estaciones de regulación y válvulas.

Cuando esto no sea posible, la tubería en construcción debe protegerse con una camisa la cual debe quedar herméticamente sellada en el subsuelo y con ventilación hacia el exterior.

3.1 Procedimientos de zanjado

Existen varios métodos para la elaboración de zanjas, en las cuales se alojan tuberías o líneas de conducción para servicios; como en este caso se trata del servicio de gas natural en zonas residenciales, los diámetros de la tubería que conduce el gas natural para este tipo de zonas no rebasa los 200 mm. (8 pulgadas) siendo la mínima de 20 mm. ($\frac{3}{4}$ de pulgada). Las zanjas que se necesitan construir para este tipo de instalaciones son no mayores de 40 cm., esto en los casos de introducción de líneas primarias, las cuales se conectan a las tuberías de acero de alta presión de PEMEX.

Es por eso que regularmente y en mayor cantidad, el diámetro que se utiliza para el abastecimiento de zonas residenciales es de 40 mm, esto nos permite tener dimensiones mínimas de zanja de alrededor de los 15 cm, lo que nos delimita de alguna manera los procedimientos de zanjado.

Con el conocimiento de los diferentes métodos de zanjado e introducción de la línea de gas natural, y teniendo en cuenta las necesidades del proyecto, optaremos por utilizar el procedimiento mas adecuado para que los factores de costo, tiempo y calidad no se afecten, hagan que el proyecto sea rentable para el constructor y se

cumplan los requisitos de calidad que norma tanto la CRE como la empresa concesionaria del servicio de distribución y comercialización de gas natural.

3.1.1 Por medio de zanjadora.

En este procedimiento se utiliza maquinaria especializada como lo es una zanjadora, ya sea de disco o de cadena, la cual nos permite aumentar la producción de zanja, de manera rápida y con la utilización de un operador, nos realiza un procedimiento en el cual tendríamos que tardar más tiempo y con más gente si lo realizáramos por otro método, ya sea a mano o con retroexcavadora.

Zanjadora.

Es una máquina que cuenta con un motor diesel, el cual le da la tracción al mecanismo que la soporta y a la bomba hidráulica, que alimenta un motor hidráulico que a su vez le proporciona fuerza mecánica a un disco o cadena en el que se colocan insertos de carburo de tungsteno, necesarios para la excavación en todo tipo de material. Esta máquina cuenta con un dispositivo de paro automático, que en caso de algún percance con una línea de alta tensión o una línea de gas en la que el operador exponga su seguridad, al momento de salir corriendo, el asiento se levanta ligeramente y se activa este mecanismo de seguridad.



Foto 12



Foto 13

Zanjadora de disco

La buena utilización de esta maquinaria nos reduce los costos de producción, y aumenta esta última por el alto rendimiento que nos arroja. Al tener en un periodo de trabajo de 6 horas, realizando una zanja de 0.15 m de espesor por una profundidad de 0.70 m aproximadamente, se obtienen 400 MI, lo que permite tener un rendimiento semanal de 2400 metros de red instalada. Al utilizar este método se tiene que cuidar mucho el aspecto de los servicios existentes, pues la máquina tiene tanta fuerza que podría romper hasta una línea de acero, ya sea que conduzca agua o algún material altamente riesgoso (gas natural, gas L.P., gasolina, etc.).

El primer paso a seguir para la delimitación del trazo de la red, consiste en marcar con pintura una línea punteada por donde pasa la zanja, esto servirá para que la zanjadora se guíe y no pierda el trazo establecido.



Foto 14



Foto 15

Trazo de la red.

Una vez detectados todos los servicios existentes sobre el trazo que describe la línea de gas natural, la zanjadora al pasar por estos puntos levanta el disco de manera que se libere la profundidad de los mismos y de alguna manera nos ayude con la separación del pavimento existente, realizando la excavación para el “paso” por debajo del servicio con un compresor utilizando la pica y el sistema de excavación por vacío.

También existen lugares donde este equipo de zanjado por su tamaño es inaccesible, lo que se resuelve utilizando una máquina de menor tamaño existente en el mercado de la construcción; ésta tiene el mismo principio que la de mayor tamaño, repercutiendo de manera

directa en el rendimiento de la misma, por lo que ésta debe utilizarse en esos casos especiales.

Una gran ventaja que ofrece la zanjadora, es que la tierra producto de la excavación queda fuera de ésta y es más fácil retirarla por medios manuales (con pala) pasando el material que queda del lado de la banqueta hacia el lado del arroyo vehicular, y después, por medio de ganchos hechos con la mitad de una pala cava-hoyos se limpia el fondo de la excavación, teniendo todo el material excavado en el arroyo vehicular que después por medios mecánicos como lo es con un mini cargador y una retroexcavadora, se retira colocándolo en los camiones que lo trasladarán la lugar de tiro, o acamellonándolo en lugares donde no se obstruya la libre circulación de peatones y automovilistas, para después retirarlo.



Foto 16
Limpieza del fondo de la zanja



Foto 17
Retiro del material producto de la excavación



Foto 18

Retiro del material producto de la excavación

3.1.2 Por medio de perforación direccional.

Con este procedimiento se disminuye el tiempo de ejecución de obra, y los problemas de obstrucción de vías, como la necesidad de desplazar a mucho personal y maquinaria, esto nos evita tener en avenidas o calles, donde se instalará la línea de distribución, congestionamientos o posibles problemas viales; permitiendo esto, trabajos a cualquier hora del día.

Perforadora direccional

Esta máquina se encuentra entre las de tecnología de punta, pues su utilización requiere de métodos nuevos para los cuales se debe de capacitar al personal que la opera, para la buena utilización de la misma y obtener un rendimiento bueno.

La perforadora direccional es una máquina montada sobre orugas, que funciona por medio de un motor diesel, éste le proporciona fuerza mecánica a una bomba hidráulica, la cual hace funcionar todos los aditamentos de la perforadora, como son el motor rotatorio que al conectarle una barrena la cual se puede angular para darle dirección a la perforación a realizarse. Junto con ella se utiliza una pipa de lodos bentoníticos, para la lubricación de la perforación, necesaria para lubricar y no quemar la broca de perforación además de desasolver la misma perforación. Además se cuenta con un equipo de detección de instalaciones existentes sobre el trazo que se perforará.



Foto 19



Foto 20

Perforadora direccional

Introducción de tubería con maquinaria de perforación direccional

En construcción de redes, cruces, extensiones de red, en calles o avenidas donde la excavación ocasione problemas de tráfico o impida la circulación de vehículos, se podrá utilizar maquinaria de perforación direccional.

Con este método se tiene la ventaja de que al regreso de la barrena de perforación el tubo de polietileno se introduce, quedando instalado, y de esta manera no se tendría que rellenar una zanja, ni restituir el pavimento existente, solo en el lugar donde se realizó la introducción de la barrena para la perforación direccional.

Debe prepararse el derecho de vía realizando un recorrido previo con el instrumentista y el detector de tubería complementario de la máquina, para localizar tuberías metálicas debiendo marcar en cada caso dirección y profundidad, así mismo, se deberán realizar sondeos para localización de descargas, líneas de drenaje, servicio telefónico e instalaciones eléctricas subterráneas, a lo largo del tramo a perforar.

Inicio

Se deberá buscar la mejor ubicación para la colocación de la máquina para el inicio y será la excavación del foso de perforación. Durante la perforación, el instrumentista deberá indicar con claridad al operador de la máquina la profundidad y posición de la broca de perforación, debiendo guiar ésta de manera que se eviten daños a otras instalaciones y se respete el derecho de vía de otros servicios.

Introducción de línea.

Una vez terminada la perforación se excava el foso de introducción, que se aprovecha para cambiar la broca por el retroensanchador, aditamento que nos aumenta el diámetro de la perforación para una mejor y más segura introducción de la tubería. Se sujeta firmemente un extremo del tramo de tubería, conectando a su vez el cable de localización y se empieza a jalar la tubería en forma pausada para evitar daños a la misma y al cable de localización. Anotando periódicamente la distancia al paramento de los lotes y la profundidad de la tubería.

Cuando se termine de introducir la tubería, se procederá a taponar los extremos y tapar los fosos de inicio e introducción, haciendo las indicaciones necesarias en el terreno para la localización de tuberías.

Una de las desventajas de la utilización de la perforación direccional es, que no puede precisar en dimensión y profundidad la posible interferencia de algunas obras las cuales el detector no las localiza y esto puede originar daños a las mismas.

Algo que también se cuida a la hora de la instalación de la tubería en el método de zanjado, es la colocación de la misma dentro de la zanja, ésta debe de quedar en forma zigzagueante, esto con la finalidad de que tenga holgura o libertad de movimiento a la hora de un sismo y de esta manera no pueda ocurrir alguna falla en el sistema.

De tal manera que al introducir la tubería con la perforadora direccional, ésta queda tensada sin dicha holgura provocando una posible falla en la instalación.

3.1.3 Por medio del topo.

Con el siguiente procedimiento de introducción de red, se resuelven algunos problemas temporales como son, librar obstáculos de tamaño menor (coches descompuestos, maceteros, y otros que en el momento de zanjar son imposibles de mover); menos costoso que la perforación direccional, aunque más tardado por lo que es ideal en el complemento de algún método anterior.

El topo es un equipo menor simple, funciona por medio de aire el cual es suministrado por un compresor (muy utilizado en este tipo de obras), el aire le proporciona impulso a un émbolo que a su vez golpea internamente al cuerpo principal del topo y lo hace penetrar en el terreno, para así perforar y dejar una oquedad por donde se introducirá la tubería de conducción de gas natural. De manera similar se produce la extracción del mismo, pues en algunos casos no es posible extraerlo en el lugar a donde llega, es por eso que cuenta con un dispositivo a la entrada del aire que al girarlo, invierte el sistema, golpeando hacia atrás y así poder sacarlo por donde se introdujo.



Foto 21

Topo para perforación.

Procedimiento de Introducción

Es necesario realizar una excavación cuyas dimensiones sean las apropiadas para que el topo se pueda maniobrar sin problemas (generalmente las dimensiones más comunes de los topos utilizados son de hasta 1.5 mts. de longitud y 10.2 cm. (4 pulgadas) de diámetro), dando también la profundidad necesaria para que la oquedad realizada por el topo cumpla las especificaciones de proyecto.

Una vez realizada la excavación se procede a hincar el topo en el terreno teniendo la precaución de librar las obras inducidas existentes, teniendo cuidado de nivelar la dirección que tomará pues podría perder la dirección del destino y pudiendo emerger antes de llegar al punto deseado.

En lugares donde el terreno sea de rellenos o con raíces, se debe de cuidar el avance, tomando en cuenta el tiempo que tarda en avanzar y observar que si éste no avanza, descubrir el lugar donde se encuentra la punta y tratar de quitar el obstáculo que se interponga en su camino (ya sea una roca o una raíz), para así poder avanzar mas rápido.

Una de las desventajas de éste método, es que la tubería que se introduce no cuenta con la cama de arena ni el acostillamiento de la misma, teniendo a la tubería expuesta al terreno en el que se instala, de igual forma se anula la posibilidad de colocar la malla de señalización y esto puede ocasionar futuros problemas en cuanto a la detección de este servicio al instalar algunos otros o darles mantenimiento a estos.

3.2 Tendido de la red de polietileno.

Se deberá verificar que la superficie del fondo de la zanja esté libre de basura, materiales cortantes y otros que pudieran dañar la tubería, permitiendo el apoyo uniforme de la tubería, así como de inspeccionar la misma de que no tenga raspaduras, perforaciones u otros daños que puedan causar una fuga en el sistema (se acepta un 10% máximo de raspadura con respecto del espesor de la pared de la tubería).

Tendido de la tubería

Una vez terminada la zanja, se procederá al tendido de la tubería inmediatamente después se efectuará la unión de los tramos de la tubería, realizando las uniones en los lugares donde estas se requieran; en este caso la tubería deberá tenderse a un lado de la zanja, preferiblemente del lado contrario a donde se encuentra la tierra extraída.



Foto 22



Foto 23

Tendido de la tubería de PE en la zanja.

Cuando se tenga tubería por instalar en diámetros hasta de 90 mm y su presentación sea en rollos de 150 m cada uno, se permitirá que sean colocados los rollos a la distancia adecuada a su longitud y que se desenrollen en forma manual “rodando por el suelo”, estirando el punto del mismo; para esta operación se requiere únicamente que se unan los extremos de la línea tendida del nuevo rollo, y con dos operarios se gire el rollo en sentido contrario a su enrollado hasta desenvolverlo completamente.

Es recomendable utilizar una bobina del tamaño suficiente que los rollos quepan en ella, con esto evitamos el contacto de la tubería con el suelo, siendo este un abrasivo para la tubería dañándola al rasparla con el mismo.

Precauciones en el tendido de la tubería

Al efectuar el tendido de la tubería se deberá tener cuidado de que ésta no esté en contacto con otras tuberías de servicio como agua, drenaje, ductos con cables de corriente eléctrica, ductos telefónicos y también cuidar de que no quede colocada dentro de algún registro de cualquier servicio ajeno al gas natural. La separación mínima que la tubería conductora de gas natural deberá tener con cualquiera de los servicios antes mencionados, será de 0.30 m. Cuando esto no sea posible, la tubería deberá protegerse con una camisa.

Al igual que las tuberías de acero, las líneas de polietileno deben ser localizables en todo momento. Para localizar el recorrido de las tuberías se deberán formar circuitos con alambre de cobre calibre 16 AWG a lo largo del trazo de los tramos con puntas de conexión en las tomas de servicio de los extremos, esto permitirá el empleo del localizador de tuberías en redes de polietileno.

Antes de realizar el tapado final de la zanja, deberán hacer pruebas con el localizador de tuberías para confirmar la continuidad del circuito.

Se debe de tener cuidado de dejar la tubería en forma serpenteante dentro de la zanja, esto para darle libertad de movimiento en un sismo u otro evento que solicite a la tubería un desplazamiento mínimo.

3.2.1 Con el método de termofusión

TERMOFUSIÓN



Foto 24 Equipo de termofusión

Este procedimiento de unión para tubería de polietileno, como lo dice el término es de fusión por temperatura, calentando las dos partes a fusionar hasta una temperatura específica en el que dicho material cuente con las condiciones ideales para que los dos materiales se unan sin perder sus propiedades, tanto químicas como mecánicas.

La unión de tubos y accesorios de un mismo material (PE) debe hacerse por termofusión. No se permitirá realizar trabajos de termofusión cuando existan condiciones climatológicas adversas como son lluvia, tolvaneras, tormentas de arena, etc. Se permitirá soldar la tubería de polietileno de 51 mm de diámetro o más, ya sea con soldadura a tope o de tipo embutir (socket).

Preparación previa de la tubería para realizar la soldadura.

Antes de que empiece:

- Asegúrese de que todas las herramientas estén limpias y sean las adecuadas para el trabajo.
- Inspeccione si la tubería de polietileno tiene cortadas, ranuras y arañazos profundos y retire estas secciones de tubería antes de fusionar. Se recomienda que cualquier defecto no supere el 10% del espesor.

- Retire cualquier tensión en la línea antes de hacer cualquier conexión. Si se entierra directamente, la tubería de polietileno deberá de "culebrearse" en la zanja y deberá tener también la misma temperatura del terreno a la profundidad de instalación antes de completar el amarre. La fusión de bobinas deberá hacerse de tal forma que las bobinas formen una "s" para reducir esfuerzos en el punto de unión. Si la tubería de polietileno ha sido insertada en otra línea existente, deberá permitirse que se enfríe a la temperatura de la tubería en la cual ha sido introducida, antes de la unión final por cada 10 °F que baje la temperatura, 100 pies de tubería se encoge una pulgada (por cada 5.5 °C que baja la temperatura, 30.5 metros de tubería se encogen 2.5 cm).
- Asegúrese de usar la temperatura y el tiempo correctos.
- Encuadre los extremos de la tubería para retirar cualquier superficie dañada o estrangulada.
- Limpie los extremos de la tubería con un trapo seco y limpio de algodón, para retirar cualquier sustancia extraña y rebabas de la superficie a unir. (Evite trapos de fibras sintéticas que puedan fundirse y carbonizarse contra la superficie del calentador')_
- Verifique la temperatura de las superficies de fusión del plato de calentamiento con los pirómetros de contacto o de rayos infrarrojos.
- Limpie las caras del calentador después de cada operación de la unión, con un trapo limpio de algodón. **(Nunca use herramientas metálicas o de madera ni papel periódico)**.
- Haga una prueba de fusión al inicio de cada día.
- Para retirar la electricidad estática antes de cortar o derivar una línea de gas presurizada, rocíe la tubería de polietileno con una solución de agua con jabón o de agua con glicol y póngala a tierra con un trapo de algodón humedecido con la solución.
- El equipo de fusión puede no ser a prueba de explosiones. Tome sus precauciones de seguridad si fusiona en una atmósfera combustible. Proteja el equipo de fusión del tiempo inclemente y de los vientos.

Procedimientos de soldaduras por termofusión a tope.

- La tubería y aditamentos de polietileno se unen por un simple procedimiento de fusión por calor.
- El sistema de fusión a tope requiere herramienta para todas las operaciones de fusión. Superficies limpias, temperatura precisa en las caras de los hierros de calentamiento y una muestra adecuada de cordón fundido, son los requisitos claves para una buena unión.

La fusión se logra en cuatro pasos sencillos:

1. Asegúrese que las superficies de las herramientas de fusión y de los aditamentos, estén libres de contaminantes antes de usarlos y adecuadamente preparados para la fusión.
2. Las superficies que van a unir a la tubería a tope son calentadas simultáneamente por la herramienta de fusión (plato o plancha) a una temperatura especificada y por un tiempo definido por el fabricante.
3. Retire la herramienta de fusión y después junte las superficies fundidas.
4. Mantenga así hasta que solidifiquen. La fusión deja una fuerte unión integral.

La calidad del sistema de tubería depende también del manejo apropiado de la tubería y los aditamentos. La tubería de polietileno no debe ser manejada con cadenas o arrastrada sobre rocas cortantes u otros objetos abrasivos. Deberá usarse eslingas de lona o levantadores acolchados al contactar la superficie de la tubería. Deberá almacenarse la tubería de tal forma que se disminuya la posibilidad de aplastarla o perforarla.

Se describe el procedimiento de soldadura por termofusión a tope por los métodos:

a) ASTM (americano)

b) ISO (europeo)

Ambos procedimientos han demostrado con la experiencia ser buenos, las uniones que se logran con los dos métodos (aplicados correctamente) son fuertes, uniformes y seguras.

Las principales diferencias de un método y otro son:

El método ISO europeo, controla el tiempo y la presión durante el proceso de calentamiento de los extremos de la tubería, y una vez retirada la placa calefactor o plancha se debe mantener un presión constante durante el proceso de fusión y hasta que la tubería se enfríe. La presión interfacial promedio tubo con tubo es de 1.5 kg/cm^2 o 22 lb/pulg^2 .

El método ASTM americano, no controla los tiempos y las presiones, durante el calentamiento basta observar la formación de los rebordes y aplicar la presión máxima de la máquina hasta que se enfríe la tubería. La presión interfacial promedio tubo con tubo es de 5 kg/cm^2 o 75 lb/pulg^2 .

Todos lo cuidados y recomendaciones que se muestran son aplicables para ambos métodos

a) TERMOFUSIÓN A TOPE TRADICIONAL. Método ASTM (Americano)

Antes de colocar la tubería en el equipo de fusión a tope, corte los extremos aplastados, dañados o estrangulados con equipo para corte de tubo. Limpie los extremos que se van a unir con un trapo seco y limpio.



Foto 25
Método de termofusión

Procedimiento

1. Coloque los extremos de la tubería y/o del aditamento en las abrazaderas de la máquina. Los extremos deben extenderse una pulgada aproximadamente para cantearse. Con máquinas de 4 abrazaderas, cuidar que queden bien apretadas para evitar que la tubería se deslice. Las abrazaderas de adentro pueden quedar más flojas para facilitar los ajustes de alineación arriba/abajo. Verifique la alineación.
2. Inserte la unidad escuadradora. Recargue los extremos de la tubería (o del aditamento) contra las hojas giratorias del encuadrador y machine los extremos de la tubería (o aditamento), hasta obtener las superficies planas y lisas. **Rebabas continuas y largas indicarán un encuadrado apropiado de los extremos de la tubería (o aditamento).** Opere el encuadrador hasta que la máquina se detenga contra los topes de la unidad encuadradora.
3. Separe los extremos de la tubería (o aditamento) y retire el encuadrador. **Los encuadradores motorizados, deben apagarse antes de retirarlos.** Verifique que los extremos queden completamente encuadrados. En caso contrario, repita los pasos 1 y 2.

4. Junte los extremos de tubería (o aditamento) y cuide la alineación. Verifique la parte que haya quedado alta, apretando la abrazadera, lo que la empuja hacia abajo. **No afloje la abrazadera del lado que quedo bajó.** Repita los pasos 2 y 3. En el caso de tubería en bobinas, puede ser necesario rotar la tubería para lograr que se alinie. Si es así, repita los pasos 1 a 4.

5. **Inserte la herramienta de calentamiento entre los extremos.** Apriete los extremos de la tubería (o aditamento) contra las caras del calentador con fuerza suficiente para lograr un contacto pleno, luego **afloje*** un poco para tener solo presión de contacto (**440 °F ± 10 °F y 500 °F ± 10 °F son temperaturas aceptables de las caras del calentador ó 227 °C ± 5.5 °C y 260 °C ± 5.5 °C**). Mantenga los extremos de la tubería (aditamento) en contacto con el calentador hasta que el ciclo de calentamiento haya terminado.

Durante el ciclo de calentamiento, se formará un reborde de polietileno fundido y se expandirá al irse derritiendo.

Caliente los extremos de la tubería (o aditamento) durante el ciclo de tiempo de fusión hasta que el ancho del reborde sea del tamaño como se señala en la tabla siguiente:

Pautas del ancho del reborde hinchado fundido

Medida del tubo	Ancho del reborde
1 1/4" a 3"	Cerca de 1/16"
3" a 6"	1/16" a 1/8"
6" a 8"	1/8" a 3/16"
8" y más grande	3/16" a 1/4"

Los tiempos de calentamiento empiezan cuando sea visible un reborde uniforme de material fundido a todo el derredor de ambos extremos.

*Si la presión de la tubería contra el calentador se mantuviera durante el período de calentamiento, el material fundido sería exprimido fuera de los extremos de la tubería, obteniéndose un

efecto de concavidad en dichos extremos de tubería calentados. Esto podría provocar a su vez, una junta débil después de fusionar.

6. Separe los extremos de la tubería (o aditamento) y retire el calentador teniendo cuidado de no desplazar el material fundido al quitar el calentador. Las máquinas manuales pueden requerir una acción brusca y rápida para separar los extremos de la tubería y quitar el calentador.
7. Junte los extremos de la tubería (o aditamento) rápidamente (antes de que transcurran 5 segundos). Al juntarlos no los golpee, para no desplazar excesivamente el material fundido lo que causaría una fusión de calidad pobre. Use suficiente presión para enrollar el reborde hinchado de material fundido sobre la superficie de la tubería. Las presiones de fusión de la máquina hidráulica pueden ser determinadas usando las presiones interfaciales de fusión que se muestran a continuación:

Pauta de presiones interfaciales de fusión

Temperatura de la superficie del calentador	Presión interfacial
500° F + 10° F	80 ± 15 PSI
400° F + 10° F	60 ± 15 PSI

Mantenga esta presión todo el tiempo del ciclo de enfriamiento, es decir durante unos 30 segundos por cada pulgada del diámetro de la tubería. Cada reborde después de la fusión deberá tener el siguiente grueso (diámetro).

Medida de la tubería	Grueso de reborde
1 1/4" IPS a 2" IPS	1/16" a 1/8"
3" IPS a 4" IPS	1/8"
6" IPS	3/16"
8" IPS y más grande	3/16" a 1/4"

El espesor del doble reborde deberá ser de 2 a 2 1/2 veces su altura y ser uniforme en forma y tamaño todo el derredor de la junta.

El presionar de **más** el material fundido hará que el reborde se sobreponga así mismo, pudiendo resultar una fusión de baja calidad ya que el reborde será empujado al diámetro exterior e interior de la fusión creando un "anillo frío" en la sección central de la fusión

El presionar de **menos** podrá dar como resultado una fusión inadecuada debido a un contacto insuficiente en el área derretida. También deberá tener cuidado en no reducir la presión durante el enfriamiento de la fusión, aunque los rebordes excedan el espesor deseado, reducir la presión provocará porosidad en el área de fusión.

8. La unión fusionada puede ser retirada cuidadosamente del equipo una vez transcurridos unos tres minutos más del tiempo de enfriamiento.
9. Después de retirarse del equipo de fusión deje que pasen de 10 a 60 minutos más del tiempo de enfriamiento antes de manejarla bruscamente o probarla.
10. Si los pasos delineados en esta técnica fueron seguidos cuidadosamente, se tendrá una junta aceptable.
11. Limpie las caras del calentador cuidando de no dañar las superficies revestidas; use implementos de madera y trapos de tela no sintética, que no suelten pelusa, limpios y secos. No use implementos de metal para limpiar las caras del calentador.

NOTA:

Las máquinas de fusión a tope de diferentes fabricantes o de diseños diferentes del mismo fabricante pueden requerir de diferentes presiones calibradas para obtener la presión interfacial apropiada para la fusión. Se recomienda establecer las condiciones de fusión para cada uno de los varios diseños de máquinas de fusión que van a usarse.

PRECAUCIÓN:

En secciones donde se encuentre un aditamento, el radio de doblar debe limitarse a 120 o 125 veces el diámetro de la tubería. La tubería de polietileno sin aditamentos puede doblarse permanentemente a radios de 20 a 25 veces el diámetro de la tubería, sin daño o efecto alguno de sus propiedades físicas.

SOLDADURA A CAJA (socket o enchufe). Método ASTM Americano

Para llevar a cabo la soldadura a socket usted necesitará cortador de tubo, abrazadera de anillo frío, medidor de profundidad, descanteador, caras de socket (cara de hembra y cara macho), herramienta de calentamiento y herramienta de calentamiento con las caras hembra y macho montadas.



Foto 26

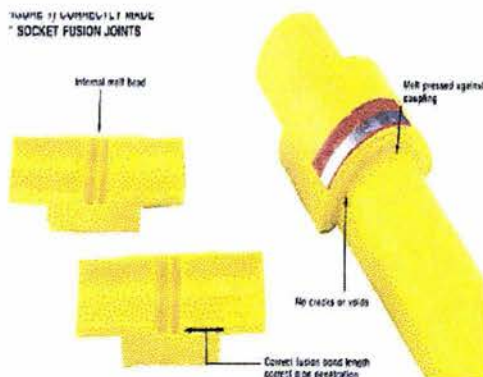


Foto 27

Aditamentos y fusión a socket.

Los procedimientos de fusión a caja deben seguirse cuidadosamente al unir la tubería a coples, tes, eles, reductores, tapones, etc., de acuerdo al tipo de socket.

La tubería y aditamentos de tamaño de 2" IPS y más pequeñas se unen rápidamente a mano. Al fusionar la tubería y aditamentos de 3" IPS o más grandes, es deseable tener herramienta de Soporte.

Para obtener fusiones de calidad, debe hacerse una prueba al inicio de cada día para verificar los tiempos de calentamiento requeridos en las condiciones de temperatura ambiente y otras condiciones del tiempo.

Procedimiento

- I Escudre los extremos del tubo o tubos que se van a unir. Use el cortador de tubo para cortar la tubería de polietileno (puede usarse una segueta cuidando de obtener un corte encuadrado y limpio)
- II Use el descanteador (o achaflanador) en los extremos de la tubería para retirar los filos extremos de la superficie del diámetro exterior en la tubería de cualquier medida.

Quite cualquier rebaba del interior de los extremos de los tubos. Asegúrese que ambos extremos de los tubos a unirse estén limpios, secos y libre de sustancias extrañas: Limpie con un trapo seco, limpio y libre de pelusa.

- III. Para medir la profundidad de inserción apropiada del receptáculo, ponga el medidor de profundidad ajustado sobre el extremo descantado de la tubería.
- IV. Instale la abrazadera de anillo frío alrededor del tubo inmediatamente atrás del medidor de profundidad. Después de asegurar (o apretar) la abrazadera del anillo frío quite el medidor de profundidad.

Alternativa al paso IV:

Después de usarse un unidor de tubo, ponga el extremo de la tubería depositada en la abrazadera de anillo frío del unidor y la bobina libre o unión en la abrazadera de anillo frío movable. Use el medidor de profundidad como se indicó antes.

- V. Asegúrese que las superficies del receptáculo estén limpias y secas. Limpie otra vez con un trapo seco, limpio y libre de pelusa si es necesario. Evite tocar las superficies ya limpias con sus manos.
- VI Si no se ha hecho todavía, caliente la herramienta de calentamiento con las caras colocadas de forma que estén a $500^{\circ} \text{F} \pm 10^{\circ} \text{F}$. Asegúrese que las caras estén limpias. Use un depresor de lengua

y de madera (o cualquier otro utensilio de madera) para retirar cualquier polietileno fundido de las caras de fusión. No use implementos de metal para limpiar las caras de fusión recubiertas de antiadherente, porque dañarán la superficie.

VII Cuando las caras de fusión de la herramienta de calentamiento hayan alcanzado una temperatura de $500^{\circ} \text{F} \pm 10^{\circ} \text{F}$ (según lo indique un crayón de temperatura o un pirómetro), usted está listo para este paso, no antes.

Coloque Firmemente el aditamento del receptáculo en la cara macho de la herramienta de calentamiento. Si se usa un unidor de tubo, esta operación se ejecuta de la misma manera.

Ponga la cara de la hembra de la herramienta de calentamiento firmemente contra la abrazadera de anillo frío. Si se usa un medidor de tubo, ponga la cara hembra en el extremo del tubo, en la abrazadera de anillo frío del unidor.

El tiempo de calentamiento empieza cuando el anillo frío topa con la superficie del calentador. **No gire el tubo, el aditamento o la herramienta de calentamiento.**

VIII Suelte la herramienta de calentamiento de la tubería y aditamento fusionados, dando con la mano libre un golpe seco sobre el mango de hierro mientras que con la otra mano se sostiene la parte superior del mango de madera de tal manera que lo fundido quede intacto.

IX Rápidamente observe las partes fundidas en la superficie y aditamento. Las superficies calentadas tanto en el aditamento como en el tubo deben haber quedado 100% fundidas sin ningún punto frío. Si el fundido no queda completo, corte la parte fundida del tubo, use un nuevo aditamento y repita los pasos de fusión del 1 al 8.

X Dentro de los tres segundos que pasan después de que la herramienta de calentamiento ha sido retirada, empuje firmemente el aditamento fundido -bien alineado- contra el extremo del tubo hasta que haga contacto firme con la abrazadera de anillo frío.

No gire el tubo o el aditamento. Mantenga el aditamento firmemente en su lugar hasta completar el tiempo de enfriamiento y asegurar un alineamiento correcto. Si se está usando el unidor de tubo, esta operación se ejecuta de la misma forma.

Nota: Una desalineación desplazará lo fundido y creará una fusión defectuosa.

Después de esperar 3 minutos adicionales de tiempo de enfriamiento, quite la abrazadera de anillo frío e inspeccione la unión. Una buena unión tendrá un anillo achatado y uniforme de material fundido, con la junta perpendicular al tubo sin resquicios ni vacíos entre el tubo y el aditamento.

Alternativa al paso X:

Si se usa el unidor, repita los pasos de fusión (desde el paso 5) sobre la bobina libre o junta que se va a fusionar con el aditamento de receptáculo. El mango es usado para avanzar y retirar la tubería de las caras del calentón y finalmente para enchufar el tubo en la abertura del receptáculo del aditamento.

Mantenga la unión fusionada firmemente hasta completar el ciclo de enfriamiento. Espere 3 minutos de enfriamiento adicionales. Retire la abrazadera de anillo frío e inspeccione la junta. Una buena unión tendrá una junta perpendicular al tubo, con anillo de material fundido uniforme, sin ranuras o vacíos entre el aditamento y el tubo.

- XI. Espere 10 minutos adicionales para completar el enfriamiento antes de hacer pruebas a la junta o que sufra esfuerzos al ser enterrada.

Asegúrese que la tierra de relleno esté libre de rocas o grandes terrones para evitar daños a la tubería.

- XII. Si los pasos delineados en esta técnica de fusión fueron seguidos cuidadosamente, se habrá hecho una junta aceptable.

XIII Limpie las caras de calentador cuidadosamente después de cada fusión, con un depresor de lengua de madera o un palo de madera, no use implementos metálicos para limpiar las caras del calentador.

PRECAUCIÓN.

El enlace final de la línea no debe hacerse hasta que la tubería se ha enfriado a la temperatura del fondo de la zanja. En los días calientes esto permite que la tubería encoja antes de su enlace final.

PRECAUCIÓN:

En secciones donde se encuentre un aditamento, el radio de doblez deberá limitarse a 120 o 125 veces el diámetro de la tubería. La tubería de polietileno sin aditamentos puede doblarse permanentemente a radios de 20 a 25 veces el diámetro sin daño o efecto alguno en sus propiedades físicas.

b) SOLDADURA A TOPE MODERNA. Método ISO Europeo

Las fases principales de la soldadura a tope por este método son:

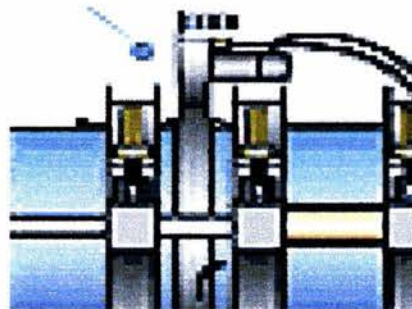


Foto 28
Termofusión a tope

- I. PREPARACIÓN AL TRABAJO
- II. RECTIFICACIÓN DE EXTREMOS
- III. COMPROBACIÓN VISUAL DE LOS EXTREMOS
- IV. CALENTAMIENTO
- V. SOLDADURA
- VI. ENFRIAMIENTO

I. PREPARACIÓN AL TRABAJO

PRECAUCIÓN:

Antes de iniciar cualquier trabajo comprobar siempre que se dispone de la información esencial de unión de los tubos y que el equipo está completamente limpio y libre de desperfectos.

- a) Se debe tener cuidado en disponer todos los elementos sobre una superficie nivelada y firme, con el entorno más despejado y limpio posible, cubierto de condiciones meteorológicas adversas.
- b) Cuando se utilizan máquinas hidráulicas se deben limpiar los conectores de desenganche rápido del tubo hidráulico antes de poner en marcha el sistema. Comprobar el nivel de aceite hidráulico del equipo de la bomba.
- c) Para cualquier tipo de máquina, el operador deberá familiarizarse completamente con los mandos y con los instrumentos antes de iniciar el proceso de trabajo.
- d) Si el equipo requiere de un generador eléctrico, se deberá comprobar que tenga combustible suficiente para que no se vaya a apagar durante la realización de la soldadura
- e) Aflojar y quitar los topes de las abrazaderas del tubo.
- f) Abrir la máquina hasta que la abrazadera libre llegue al final de su trayectoria. Si el deslizamiento es duro o presenta imperfecciones deberá engrasarse la barra guía
- g) La tubería que se va unir a tope deberá ser revisada de que **no presente alteraciones.**

II. RECTIFICACIÓN DE EXTREMOS

PRECAUCIÓN:

NADIE AJENO AL TRABAJO DEBE ESTAR CERCA DE LA MÁQUINA

- a) Asegúrese de que las caras de la rectificadora estén bien limpias y libres de desperfectos. Colocar la rectificadora sobre las barras de centrado.
- b) Comprobar que los rodillos del soporte del tubo estén en la posición correcta. Asegúrese de que los extremos del tubo están cortados rectos y limpios por dentro y por fuera.
- c) Volver a colocar los topes de la abrazadera y apretar de manera uniforme a todo alrededor para sujetar y rodear los tubos.
- d) Poner en marcha la rectificadora y después cerrar la máquina. Se ejerce una presión que permita un ribeteado eficiente,
- e) El rectificado está completo cuando las virutas del tubo han aparecido formando una cinta continua a cada lado de la rectificadora. No obstante, se debe continuar quitando las rebabas durante unos segundos más. Se afloja la presión permitiendo a las cuchillas girar libremente. Esto evitará una mueca en los extremos del tubo.
- f) Se para la rectificadora, se abre la máquina y se quita la rectificadora para ponerla en su soporte.
- g) Se debe tener especial cuidado en no tocar los extremos rectificados del tubo, no se debe soplar con el aliento para no humedecer la caras, ni tampoco se le debe limpiar con agua. Las virutas que queden dentro del tubo y fuera de él, se deberán quitar con un trapo seco y limpio de algodón.

III. COMPROBACIÓN VISUAL DE LOS EXTREMOS

a) Cerrar la máquina.

Durante esta maniobra se mide la presión de arrastre. Esta medición es necesaria posteriormente con objeto de poder calcular la presión de unión de la junta.

b) Examinar visualmente cada extremo del tubo por si hubiera alguna irregularidad, diente o desajuste. Ambos deben situarse dentro de los límites establecidos.

Desalineamiento máximo: $0.1 \times e$ e = espesor del tubo
Por ejemplo: para un tubo de 110 mm y SDR 11 e = 10 mm
El desalineamiento máximo será de $0.1 \times 10 = 1 \text{ mm}$
Y el juego máximo entre los extremos del tubo = 0.5 mm

Remedios en caso de desalineamiento:

- Rodear los extremos al apretar diferentemente las abrazaderas del tubo con fin de alinear los extremos.
- Dar vuelta a los tubos según el desalineamiento y volver a rectificar

IV. CALENTAMIENTO

a) Comprobar la limpieza de la placa calefactora.

b) Comprobar también que ha alcanzado la temperatura de trabajo adecuada.

c) Tapar los extremos de los tubos, con trapos u otros medios, para evitar las corrientes de aire.

d) Colocar la placa calefactora en su posición. (Tomar precauciones necesarias al manipular esta pieza debido a su temperatura que se encuentra alrededor de los 200° C.)

- e) Cerrar la máquina. Se aplica la adecuada PRESIÓN DE UNIÓN según la fórmula siguiente para el tamaño del tubo que se está juntando.

$$\text{PRESIÓN DE UNIÓN} = \text{PRESIÓN DE FUSIÓN} + \text{PRESIÓN DE ARRASTRE (0.15 N/mm}^2\text{)}$$

Se mantiene esta presión hasta que el tamaño inicial del bordón adecuado se vea alrededor de toda la circunferencia de cada extremo del tubo, como se indica en la tabla

Se reduce la presión a la presión de absorción de calor (PRESIÓN DE CALENTAMIENTO = 0.01 N/mm²) cerciorándose mientras tanto de que los dos extremos del tubo siguen firmemente en contacto con la placa calefactora, de forma que seguirán absorbiendo calor.

En todo momento se debe respetar el tiempo de absorción de calor adecuado

Espesor (mm.)	Tamaño del bordón (bajo 0.15 N/ mm ²)	Tiempo de calentamiento (bajo 0.01 N/ mm ²)
2 a 3.9	0.5 mm	30 a 40 segundos
4.3 a 6.9	0.5	40 a 70
7 a 11.4	1.0	70 a 120
12.2 a 18.2	1.0	120 a 170
20.1 a 25.5	1.5	170 a 210

V. SOLDADURA

Una vez concluido el ciclo de absorción del calor:

Se abre la máquina.

Se quita la placa calefactora.

Se cierra la máquina.

Deberá considerar como MÁXIMO TIEMPO DE RETIRADA DE LA PLACA el que se indica en la siguiente tabla, sin embargo, deberá limitar al máximo este tiempo.

Espesor mm	Tiempo de retirada de la placa Seg.
2 a 3.9	4 segundos
4.3 a 6.9	5
7 a 11.4	6
12.2 a 18.2	8
20.1 a 25.5	10

Se mantiene la presión de UNIÓN durante el periodo indicado como TIEMPO DE ENFRIAMIENTO BAJO PRESIÓN mostrados en la siguiente tabla.

Se establece el bordón o labio definitivo de la soldadura.

VI. ENFRIAMIENTO

Bajo la presión de unión, se deberá respetar el tiempo de enfriamiento según los datos siguientes:

Espesor mm.	Tiempo de enfriamiento (bajo presión 0.15 N/ mm ²)
2 a 3.9	4 a 5 minutos
4.3 a 6.9	6 a 10
7 a 1.4	10 a 16
12.2 a 18.2	17 a 24
20.1 a 25.5	25 a 32

- No enfriar la soldadura con agua u otro medio.
- Retirar cuidadosamente de la máquina el tubo unido.
- Cuando la soldadura está todavía caliente, se puede quitar el bordón exterior mediante herramienta especial (Necesario para el entubamiento).

3.2.2 Con el método de electrofusión.

ELECTROFUSIÓN

Herramientas y equipo.

La electrofusión es un proceso de fusión por calor, para la unión de una tubería de polietileno o accesorios de electrofusión. La técnica requiere de accesorios especializados con una bobina de cable integrado. La bobina es calentada por corriente eléctrica proveniente de un procesador de electrofusión.

La electrofusión requiere de una fuente de poder, herramientas de corte, artículos de limpieza, un procesador, un limpia tubos, una herramienta sujetadora y equipo de protección personal.

Un Procesador de electrofusión calienta por medio de electricidad los accesorios. Se puede suministrar electricidad por medio de un generador de 5000 watts o por medio de un poste utilitario temporal conectado a tierra de 110 voltios. La fuente de poder deberá suministrar suficiente amperaje, 30 amperes aproximadamente, para operar el procesador. No se puede calentar dos veces un accesorio.



Foto 29

Generador para el procesador.



Foto 30

Procesador de datos para electrofusión.

Use un cordón de extensión de tres cables o vías de calibre adecuado (las extensiones de 25 m. deben ser de calibre 10, las extensiones de 50 m. deben ser de calibre 8). Inspeccione la extensión en busca de daños en la capa aislante o en el conector. Se usa una conexión de 30 amperes o 125 voltios con botón de giro. Siempre use un interruptor conectado a tierra en la fuente de poder.

Cuando se electrofunda en un medio ambiente húmedo o gaseoso, prolongue el cable de salida y coloque el procesador en una área seca y protegida para lograr una fusión segura. Nunca trabaje en zonas húmedas o inundadas.

Corte la tubería de polietileno con un cortador de tubería de polietileno de una rueda, semejante al cortador de tubo de cobre.



Foto 31
Cortador para tubo de polietileno.

Elimine todos los residuos y la suciedad de los tubos. Para tubos extremadamente sucios, use un **trapo limpio de algodón** y agua. Siempre seque el tubo antes de usarlo usando un trapo limpio de algodón o **papel celulósico**. El **alcohol isopropílico** limpia la grasa y el aceite de los tubos. Nunca use solventes a base de petróleo o soluciones a base de jabón pues contaminan los tubos e impiden una unión satisfactoria.

Use un raspador para eliminar el acabado brillante de la superficie de los tubos sin raspar mas del 10 % del grueso de la cédula del tubo. Acomode los extremos de los tubos con la herramienta de rebaje. Use una herramienta biseladora para biselar los extremos de los tubos, facilitando la instalación del cople adaptador.

Provea accesorios de electrofusión adecuados para el procesador. Use un marcador no grasa sobre el tubo para marcar la posición adecuada del acoplamiento.

Use una herramienta sujetadora para alinear y fijar el tubo y el accesorio durante el proceso de electrofusión. Una plantilla sujetadora para fusión a tope puede ser usada previniendo que la manivela esté bien asegurada para impedir movimiento durante el ciclo.

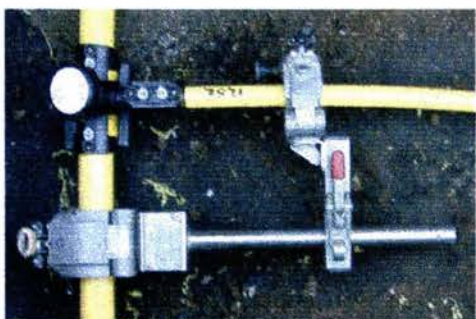


Foto 32

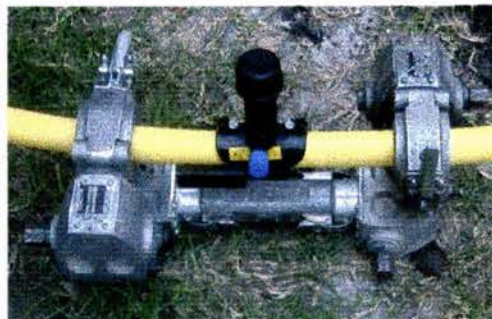


Foto 33

Alineadores para electrofusión.



Foto 34

Alineadores para electrofusión.

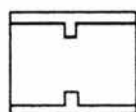
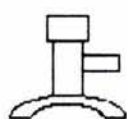
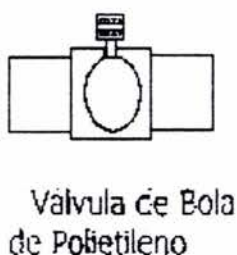
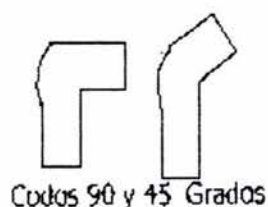
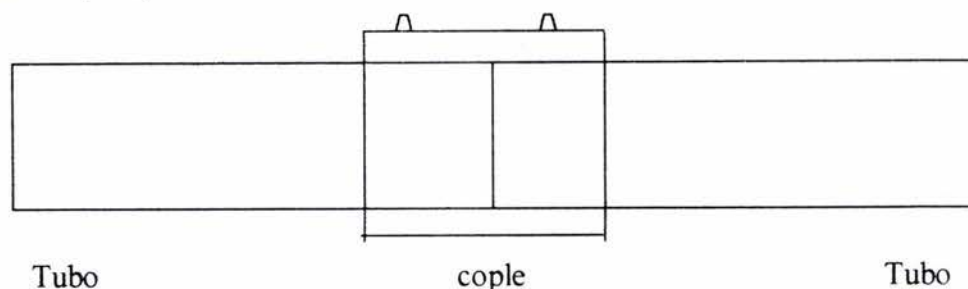
De lo anterior, lo que hay que recordar:

- Provea una fuente de corriente eléctrica segura.
- Provea herramientas de corte de tubo.
- Provea un trapo limpio de algodón, papel celulósico y alcohol isopropílico.
- Provea un rascador para eliminar el acabado brillante.
- Provea accesorios compatibles.
- Provea una herramienta sujetadora para alinear y fijar los tubos.

A Tipo enchufe o socket.

La electrofusión de tipo enchufe o socket, mostrada en la figura una dos tramos de tubería de polietileno extremo con extremo. Se usan

enchufes de electrofusión en junta de tubo o tubería en espiral. La electrofusión de tipo enchufe puede unir tubo con accesorios tales como codos, coples o tees.



Los extremos de los tubos deben cuadrar perfectamente al colocarlos juntos. Si los extremos de los tubos no acomodan en forma igual, corte el tubo con un cortador para tubería de polietileno hasta cuadrar los extremos. Elimine todos los residuos de corte de los extremos de los tubos.

El biselado de ambos extremos de los tubos facilita la instalación del cople adaptador.

Limpie los extremos de los tubos por dentro y por fuera con un trapo de algodón limpio. Mida la mitad de la longitud del accesorio. Marque ambos extremos de los tubos con un marcador no graso de tinta

indeleble. Esto determina profundidad de hundimiento adecuada del tubo dentro del cople.

Con un marcador permanente dibuje una línea desde el extremo del tubo hasta un punto fuera del área que será desbastada. Use un rascador para eliminar el acabado brillante y el óxido de esta área del tubo. Una diferencia significativa en el diámetro extremo ocurre cuando el tubo es adecuadamente desbastado. Continúe el desbaste hasta que la marca hecha con el marcador permanente no sea visible. No toque los extremos de los tubos con las manos sin protección después de haberlos igualado. Las sustancias oleosas propias del cuerpo pueden interferir con una fusión adecuada.

Limpie con papel celulósico y alcohol isopropílico los extremos.

Abra un extremo del empaque plástico que contiene el cople adaptador. La superficie del cople está lista para la electrofusión. No toque la parte interna del accesorio.

Deslice el cople dentro del tubo. Continúe hasta que los retenes del accesorio estén contra el extremo del tubo. Nunca gire un accesorio al estar dentro de un tubo. El girar el accesorio puede dañar el anillo del cable integrado. Puede ser necesario un martillo (de goma) para acomodar el accesorio dentro del tubo. No dañe el accesorio mientras martilla.

Deslice el paquete de plástico del cople. Instale el otro extremo de tubo dentro del accesorio hasta que los retenes sean contactados. Las marcas que indican una apropiada profundidad de hundimiento deberán ser visibles en cada extremo.

Coloque la herramienta sujetadora alrededor del tubo y del accesorio. El movimiento de los tubos durante la electrofusión causa fallas de unión. Asegúrese de que los tubos penetren completamente dentro del cople y de que las marcas de colocación son visibles.

Fije las dos vías de salida del procesador al accesorio de electrofusión. Permita el paso de corriente al procesador. Permita que transcurra el tiempo apropiado de amperaje para la auto prueba si así es requerido. Algunos procesadores de electrofusión identifican el

tamaño del accesorio así como el tiempo de calentamiento requerido. Consulte las instrucciones de operación del fabricante para más detalles.



Foto 35

Vías del procesador fijadas al accesorio

Si el procesador no reconoce el accesorio, una o ambas vías de salida del procesador pueden no estar en contacto con las terminales del accesorio. Mueva las vías y luego reajústelas.

Cuando el procesador reconoce el accesorio, presione el botón de arranque. Permita que el procesador complete el ciclo de fusión, cheque los testigos del accesorio. Consulte las instrucciones del fabricante en cuanto a tiempos de fusión requeridos.

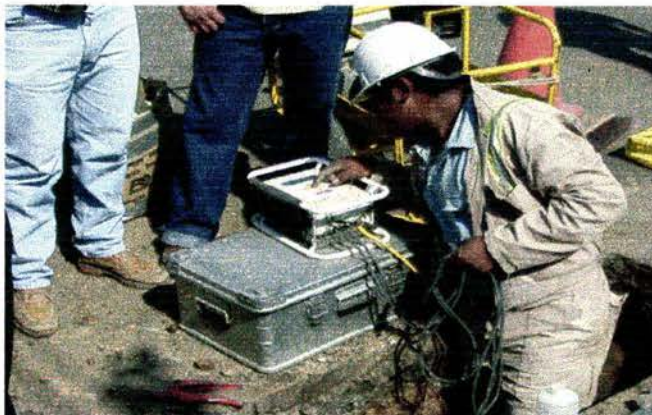


Foto 36

Procesador de electrofusión.

Cerciórese que el tiempo necesario para la electrofusión del accesorio sea el que marca el procesador (si así lo hiciera) o el que establece el fabricante; si no fuese así desconecte inmediatamente las vías de salida del procesador del accesorio en cuanto se cumpla el tiempo de fusión.

Tanto los tubos como los accesorios deben mantenerse bien sujetos a lo largo de todo el ciclo.

Los acoplamientos por electrofusión requieren de un tiempo de enfriamiento considerable. Permita que transcurra el tiempo de enfriamiento en su totalidad antes de trabajar o de probar el tubo. Vea las instrucciones del fabricante en cuanto a tiempos de enfriamiento requeridos.

Inspeccione la fusión después de enfriarse en busca de defectos visuales.

B Reparación de tipo enchufe o socket.

Para reemplazar una sección dañada de tubo, remueva el área dañada y reemplácela con una nueva sección en su lugar.

Use herramientas de estrechamiento u otros medios adecuados para proveer control de gas. Puede no ser posible detener el flujo de gas con herramientas de estrechamiento. Si se acumula presión de gas en el área de reparación durante la electrofusión, la fusión puede fallar.

Bisele los extremos de los tubos para facilitar la instalación de los coples.

Mida y corte en forma precisa una sección para reparación de tubo probado. No use la sección dañada para medición. Mida entre los extremos del tubo en la excavación.

Cuadre ambos extremos de los tubos para brindar un buen acomodo del reemplazo.

Limpie los extremos de los tubos por dentro y por fuera con un trapo de algodón limpio.

Dibuje una línea con un marcador permanente desde el extremo del tubo hasta un punto fuera del área que será desbastada. Use un limpia tubos para eliminar el acabado brillante y el óxido de ambos extremos de la sección de reparación. Iguale los extremos de los tubos por lo menos la longitud del cople. Continúe desbastando hasta que la marca permanente sea eliminada. No toque los extremos de los tubos con las manos. Las sustancias oleosas propias del cuerpo pueden interferir con una fusión adecuada.

Abra un extremo del empaque plástico que contiene el cople adaptador. Deslice el cople en la sección de reparación. Use un martillo de goma para empujar el cople. Los retenes, si el cople los tiene, se romperán y caerán. Asegúrese de que los retenes no se queden en el tubo.

Instale un cople en el otro extremo de la sección de reparación, de la misma manera.

Dibuje una línea con un marcador permanente, desde el extremo del tubo hasta el punto fuera del área que será desbastada. Use un limpia tubos para eliminar el acabado brillante de los tubos. Desbaste los tubos hasta aproximadamente la mitad de la longitud del cople. Continúe el desbaste hasta que se elimine la marca permanente. No toque los extremos de los tubos con las manos. Las sustancias oleosas propias del cuerpo pueden interferir con una fusión adecuada.

Coloque la sección de reparación y revise que exista la separación mínima entre los extremos de los tubos. La separación excesiva puede ocasionar fallas de fusión.

Deslice con cuidado los coples adaptadores en posición. Las marcas que indican profundidad de hundimiento adecuado deberán ser visibles a ambos extremos de cada accesorio. Coloque la herramienta sujetadora alrededor del tubo y del accesorio. Mantenga la posición del cople mientras se instala la herramienta sujetadora.

Fije dos vías de salida del procesador al accesorio pues si se tiene mal contacto con alguna de las dos, el procesador no seguirá con el procedimiento programado en él.

Permita la entrada de energía al procesador. Permita que transcurra el tiempo de amperaje para la auto prueba, si es requerido. Algunos procesadores de electrofusión identifican el tamaño del accesorio que está siendo usado así como el tiempo de calentamiento requerido.

Si el procesador no reconoce el accesorio, una o ambas vías de salida pueden no estar en contacto con las terminales del accesorio. Mueva las vías y reajústelas. En algunos casos, el recortar la chimenea o columna 1/4" con una navaja de bolsillo permite que las vías hagan contacto.

Cuando el procesador reconozca el accesorio, presione el botón de arrancado. Permita que el procesador complete el ciclo de fusión. Consulte las instrucciones del fabricante en cuanto a tiempos de fusión requeridos.

Tanto el tubo así como el accesorio deberán mantenerse fijos durante todo el ciclo de fusión. Permita que la fusión se enfríe de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Inspeccione la fusión en busca de defectos visuales. Electrofundada el cople en el otro extremo de la reparación de la misma manera.

Afloje lentamente las herramientas de estrechamiento y purgue aire a través de respiradero. Detenga el flujo de gas. Funda un tapón a la vía de servicio. Cargue el tubo con presión de gas. Pruebe con jabón los accesorios fundidos.

C Localización y solución de fallas.

La clave para una fusión exitosa es una apropiada preparación de las superficies a unir. El no eliminar suficiente tubo con el desbastado es la causa principal de falla de fusión.

El uso de agua jabonosa u otro tipo de limpiadores en el área de fusión deja un residuo que puede impedir una unión adecuada.

La contaminación del tubo o de los accesorios con sustancias oleosas propias del cuerpo puede interferir con una fusión exitosa.

La contaminación puede no ser detectada. El procesador completa el ciclo de fusión, pero el tubo y el accesorio pueden no estar fusionados. Use alcohol para eliminar aceites y contaminantes.

Si los extremos de los tubos no están adecuadamente cortados, puede quedar un espacio excesivo entre los extremos del tubo dentro del cople, y la fusión puede fracasar.

Corte y cuadre los extremos de los tubos con un cortador de una sola rueda para tubería de polietileno, o con un anillo frío y una sierra de carpintero.

El no utilizar la herramienta sujetadora o una alineación inapropiada del tubo en el cople puede causar falla en la fusión. Asegúrese de que tanto el tubo como el accesorio están alineados y se mantienen fijos durante los periodos de fusión y de enfriamiento.

Un suministro inadecuado de energía puede impedir que el procesador trabaje apropiadamente. Use un generador de 5000 watts o un poste utilitario temporal de 110 volts conectado a tierra. Asegúrese de que el cordón de extensión sea de tres, vías y de grueso calibre.

La acumulación de presión de gas durante la electrofusión envía material derretido hacia afuera del cople, lo cual resulta en falla de fusión. Si las herramientas de estrechamiento no pueden eliminar el flujo de gas, funda una vía de servicio al tubo, tape el accesorio para usarlo como respiradero.

Todas la electrofusionadoras deberán calibrarse anualmente para evitar el mal funcionamiento de las mismas y de esta manera garantizar la calidad de las fusiones.

3.3 Rellenado de la zanja y reposición del pavimento existente.

Relleno de zanja

Antes de iniciar esta fase de los trabajos, deberá procederse a la demolición de los puentes que pudieran haberse dejado a fin de conseguir una determinada cohesión en los bordes del terreno, facilitándose de esta manera la realización de un relleno adecuado a todo lo largo de la traza de la conducción.

En seguida se retirarán los escombros y se verificará que en todo el trazo de la zanja donde se colocará la línea de conducción del gas natural no se halle basura, se procederá a colocar una cama de arena máximo de 5 cm. de espesor para así garantizar el acolchonado y protección de la tubería.

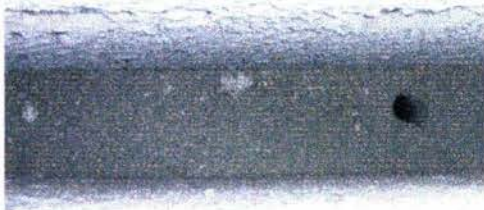
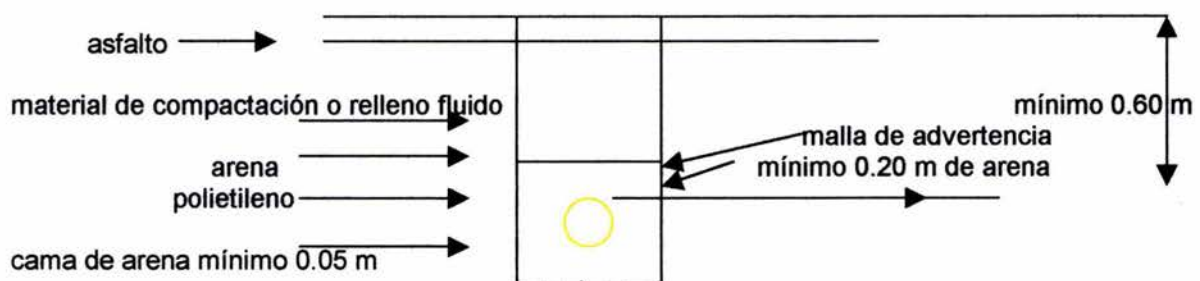


Foto 37
Cama de arena



Foto 38
Tendido de tubería



Para proteger la tubería se rellenará inicialmente con una capa de 0.20 m de material que puede ser:

- ▶ Material producto de excavación que esté libre de escombros, basura y piedra mayor de 15 mm.
- ▶ Material procedente de banco como arenas, arenillas, polvillo o cualquier otro material similar que proteja la tubería (preferentemente arena húmeda).

Se situará ahora sobre la capa de arena o en su caso, sobre la posterior capa de tierra seleccionada, la banda continua de señalización homologada por la empresa distribuidora, que sirva de aviso de la existencia de una conducción de gas, y que deberá encontrarse a una distancia comprendida entre 20 y 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería.



Foto 39



Foto 40

Banda continua de señalización

El tapado de la zanja se efectuará con capas sucesivas que irán siendo compactadas de forma tal que se consiga una consistencia del terreno igual a la que exista inicialmente, no inferior a la del terreno colindante y alcanzando los grados de compactación exigidos por los organismos competentes con aplicación de los ensayos Proctor o Porter según sea el caso. El espesor de cada capa no será superior a 25 cm.

Se podrá utilizar relleno fluido (Relación de Agua-Cemento-Arena con f_c de 4 a 25 kg/cm^2), cuando el distribuidor así lo autorice, el cual deberá cumplir las normas de calidad que requiera una sub-base, se dejará fraguar el tiempo necesario (de 24 a 48 hrs.) antes de colocar el acabado final del pavimento.



Foto 41



Foto 42

Utilización del Relleno Fluido

En caso donde sea necesario la reposición de pavimento, el relleno se hará en conformidad con las especificaciones técnicas que al respecto dicte la autoridad competente a través de sus oficinas de Obras Públicas. En los casos en donde la tubería se alojará en caminos o calles sin pavimento o en banquetas, el relleno podrá ser a volteo.

El resto de la zanja y hasta la profundidad que proceda según el pavimento o acabado exterior, se rellenará con material escogido procedente de la excavación o aportado para tal fin (grava controlada), que no contenga elementos de tamaño superior a 15 mm de diámetro.

El llenado y compactado de la zanja se podrá hacer en la siguiente forma:

- a) El contratista deberá reparar todos los daños a servicios públicos, ya sea pagando a las empresas involucradas o haciendo la reparación el mismo en los casos previstos, y deberá instalar cuando menos las tres capas de tierra siguientes:

A-1: La de acolchonado bajo las tuberías (con arena).

A-2: El primer tapado o acolchonado sobre las tuberías (con arena).

A-3: La primer capa de compactación.

En estos casos el mismo contratista de gas tiene que compactar por completo la zanja hasta el nivel de terracería.

- b) Para la pavimentación deberán compactarse perfectamente todas las capas faltantes hasta llegar al nivel de la terracería y retirar el material de relleno sobrante, limpiando perfectamente sin dejar material suelto, basura y polvo.

Reposición del pavimento

Se procederá a la reposición del pavimento de manera que quede la zona afectada en condiciones iguales a las que inicialmente tenía, por lo que se atenderán las indicaciones que puedan emitir los organismos o propietarios afectados.



Foto 43
Reposición de banqueta de concreto.

En la reposición del pavimento se prestará especial atención al restablecimiento de todas las trampillas que pudieran existir o aquellas otras que se hayan situado en el transcurso de la obra y que estén convenientemente enrasadas y exentas de materiales que impidan su pronta apertura, así como de todos los elementos ya existentes antes del inicio de la obra y que por el paso de las mismas se hayan dañado, como topes, areneros, maceteros etc.

La reposición de los pavimentos y banquetas deberá hacerse con el mismo tipo de material que se afectó al abrir las zanjas, y procurando dejar las mismas condiciones de compactación, dureza y rugosidad existentes.

En el caso de las calles que estén pavimentadas con concreto, se hará lo mismo descrito anteriormente, dejando señalamientos para evitar accidentes, hasta que fragüe el concreto.

El junteo del concreto nuevo con el viejo deberá de hacerse, limpiando las caras donde ocurre la unión, y agregando algún aditivo de unión entre ambos.

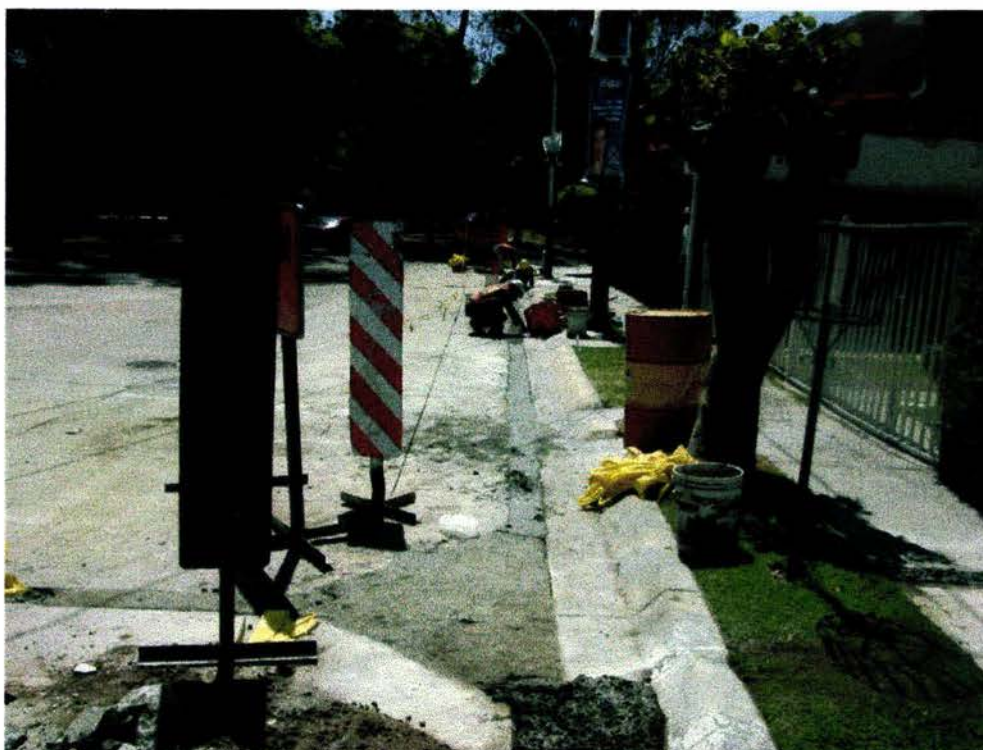


Foto 44

En el caso de que las calles estén pavimentadas con asfalto, se realizará el procedimiento necesario para la reparación:

- Limpieza del área a repara.
- Emulsiónamiento de la misma.
- Colocación del asfalto en dos capas.
- Rastrillado de gravas gruesas.
- Compactación del mismo.

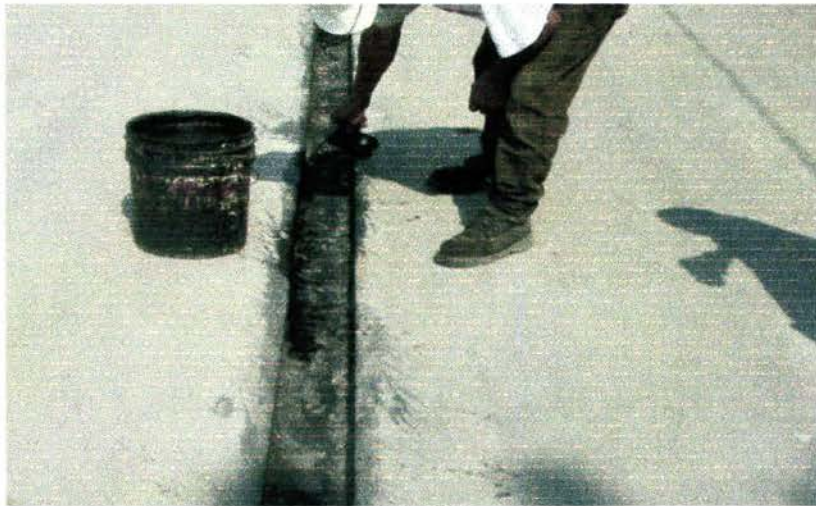


Foto 45
Emulsionado.



Foto 46
Colocación del asfalto en dos capas.



Foto 47

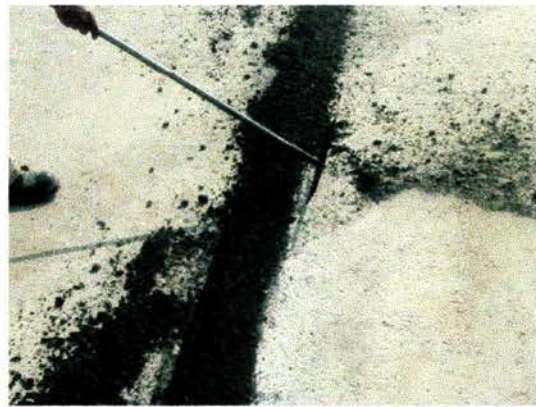


Foto 48

Tendido y rastrillado del asfalto



Foto 49

Compactado del asfalto.

4. INSTALACIÓN DE LAS TOMAS DOMICILIARIAS.

En este capítulo se examinarán los métodos a seguir para la construcción de las tomas domiciliarias, tratando de realizar los trabajos de la mejor forma, con calidad, rapidez y cuidando los procesos constructivos, para que estos lleven a buen término los trabajos de construcción de la red de distribución del gas natural, a cada una de las viviendas que así lo requieran.

Se elegirá el mejor proceso, de acuerdo a las condiciones existentes en la obra, pues a veces lo mejor no es lo más adecuado, y elegir mal podría repercutir en el resultado de las obras.

Anticipándose al inicio de la obra civil, la empresa distribuidora de gas natural realizará un estudio de factibilidad de proyecto el cual arrojará resultados del impacto que tendrá en la población, y de esta manera poder realizar los trabajos de introducción de gas natural de la forma más rápida, sin interferencias de la gente y con todo su apoyo.

Para estos trabajos será necesario contar con la colaboración del equipo de comunicación social de la empresa distribuidora de gas; necesarios para anticipar el aviso del inicio de las obras.

La realización de las tomas o acometidas en serie, permitirá el mejor aprovechamiento de los recursos materiales y humanos, puesto que se utilizan métodos, materiales, herramientas, equipos adecuados y mano de obra, para su buen funcionamiento, siendo estos de la misma calidad en todos los trabajos..

Si se realizaran en diferentes tiempos o conforme la demanda lo solicite, el costo de las tomas principalmente se aumentará por el traslado del equipo y personal a diferentes lugares, por la realización de tan solo una toma.

4.1 Ubicación de las tomas.

En el inicio de la construcción de las tomas, será necesario realizar un previo recorrido con el responsable de los trabajos de instalación de las tomas domiciliarias (servicios), por parte de la empresa distribuidora del gas natural, esto con el fin de ubicar de la manera más conveniente, tanto para la instalación interna del servicio, como para la instalación externa, las tomas domiciliarias, marcándolas con pintura en aerosol de un color convenido con el supervisor de la empresa distribuidora del gas natural, en un lugar donde no se afecte la fachada de las viviendas (en la banquetta).

El criterio para la ubicación de los servicios o tomas, debe regirse por lo siguiente:

- Se instalará una toma de servicio de gas natural por cada dos predios, ubicándola en los límites de propiedad de ambos predios. En el caso de que un predio no tenga con quien compartir la toma se instalará una toma individual para dicho predio.
- Siempre que sea posible se tratará de no ubicar la toma, en los lugares donde los servicios públicos como el agua potable y la electricidad se encuentren, asimismo es deseable anticipar que los árboles y sus raíces no interfieran con el paso de la tubería a la toma domiciliaria.
- Se debe ubicar la toma, tratando de que forme un ángulo recto respecto de la línea de abastecimiento principal. Esto con el fin de poder ubicar el lugar donde se colocó la silleta o tapping tee en un futuro.
- En los casos donde la vegetación existente o algún otra interferencia no permita la colocación de la toma, se pondrá en el lugar mejor indicado según el criterio del supervisor de la empresa distribuidora del gas natural.
- En lugares como condominios o unidades habitacionales, la toma se colocará en los lugares indicados para este servicio.

4.2 Construcción de las tomas.

La toma de servicio prefabricada consiste en lo siguiente:

Se mide aproximadamente la distancia de la línea de abastecimiento principal al lugar donde quedará ubicada la toma, considerando la longitud que resulta de la profundidad de la excavación (mínimo 0.60 m. del nivel de piso terminado) a la altura de la unión con la válvula (de 0.20 a 0.30 m del nivel de piso terminado). Esta distancia nos dará la medida a la que debemos cortar el polietileno para la refabricación de la toma.

Se procede a armar la válvula junto con el polietileno cortado, instalando el forro de acero con protección anticorrosiva dieléctrica, colocando seguido a él un forro curva conduit o pvc, sujetándolos bien y protegiendo el extremo libre con un tapón y cinta adhesiva.

Para la transición de polietileno a acero o bronce, se utiliza una junta mecánica la cual es tipo espiga de inserción al polietileno, colocada dentro de una tuerca unión a la válvula.



Foto 50

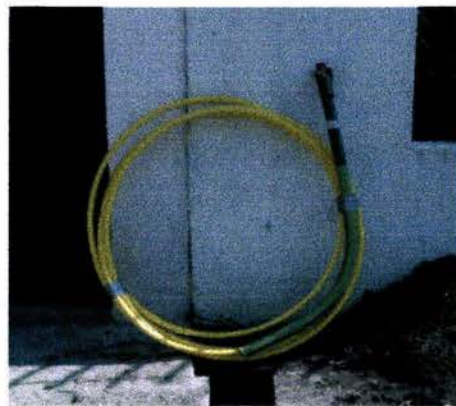


Foto 51

Toma de servicio prefabricada

Cuando las obras inducidas no permiten que la excavación que albergará la toma, cumplan con la profundidad establecida, se podrá utilizar un codo (electrosoldable o termofusionado) de 90° para librar el

obstáculo, eliminándose el forro curva sustituyéndolo por uno recto del mismo material que el anterior.

El forro exterior de acero, con protección mecánica anticorrosiva dieléctrica, tiene en la parte enterrada un sello donde termina el acero y continua el polietileno hacia la silleta, y en la parte media una marca que indica el nivel de piso terminado en el cual se debe de colocar, el extremo superior tiene una válvula con rosca para poder instalar las conexiones (manifull) que llevará el medidor de servicio del usuario.

La válvula de la acometida (extremo donde se conecta el medidor) debe quedar aproximadamente a 0.40 m arriba del nivel de piso terminado, y la misma debe separarse a 0.02 m, como máximo de la pared del lote quedando taponada para efectuar la prueba de hermeticidad.



Foto 52
Colocación de una toma.

En el caso de la utilización del método de termofusión, la empresa distribuidora de gas, determinará los raisers que deberán de utilizarse, se armarán en un lugar diferente a la obra, pues el polvo que se genera en la obra podría afectar en la calidad de estos, debido a que el polvo es uno de los factores que afectan al proceso de termofusión.

4.2.1 Excavación para alojar la toma en la línea principal.

Una vez ubicado el lugar donde quedará la toma que dará servicio a los usuarios del gas natural, se procede a marcar la caja o hueco donde la línea de derivación se conectará con la línea principal.

Si el pavimento fuese de concreto hidráulico o asfáltico se realizará un perfilado con una cortadora de disco la cual nos facilitará el junteo del nuevo pavimento de reposición, tanto en la banqueta como en el pavimento (Foto 42).

Si se hiciese de manera manual el perfilado deberá de hacerse con una barreta con buen filo y siguiendo una marca recta para no tener discontinuidades en el perfilado; se recomienda una perfiladora de disco, propulsada a base de un motor a gasolina para mayor producción y eficiencia.



Foto 53



Foto 54

Perfilado de banqueta y caja de servicio.

En el caso en que el pavimento donde se ubique la caja o hueco para la derivación de la toma, fuese adoquín, adocreto, empedrado u otro material el cual se tenga que remover, no será necesario el perfilado pues con remover con todo cuidado las piezas necesarias, se hará el hueco para poder tener el espacio adecuado para maniobrar a la hora de hacer la fusión de la derivación.

Se deberá de tener cuidado de que el número de piezas dañadas sea el menor posible, puesto que algunos materiales de los cuales están pavimentadas algunas calles, es un material el cual sería difícil de restituir, ya que es muy difícil de conseguir en el mercado.

Una vez retirada la capa de pavimento se procede a realizar la excavación de la caja o hueco, donde se alojará la derivación de la línea principal a la secundaria (el servicio), tratando de no dañar la línea para no tener problemas de fugas.

Si se trabajase con una línea viva (línea con gas) el cuidado debe ser mayor puesto que una fuga podrá ser peligrosa para el fusionador y tendrá que tomar ciertas medidas de seguridad.

Se podrá realizar la excavación con una retroexcavadora teniendo cuidado de no dañar la línea principal, esto se conseguirá con la ayuda de un auxiliar, el cual deberá de estar pendiente de lo que la retroexcavadora extraiga, una vez que retire el relleno fluido y se observe la malla de precaución, la cual nos indica la proximidad de la línea de gas; la excavación se proseguirá a mano y con mucho cuidado hasta dejar la línea libre y con espacio para poder colocar el aditamento de alineación de la silletas y así poder hacer una fusión adecuada.



Foto 55
Excavación de caja de servicio con retroexcavadora



Foto 56

Si este procedimiento se realiza a mano será muy tardado y bajará el rendimiento pues las fusiones son tardadas y no se podrán abrir muchos servicios. Es por eso que se elige un proceso constructivo más eficiente, con una cortadora de inicio, una retroexcavadora, equipo neumático como rompedoras en el caso de material tipo “C” y herramienta menor como palas, barretas, ganchos y otras que se pudieran ocupar.

4.2.2 Tendido de la tubería hasta la ubicación de la toma domiciliaria con zanjadora o con topo.

Para el tendido de la tubería de derivación, se podrá realizar la zanja por medio de topo, zanjadora o manualmente, siendo este último muy tardado así como con el topo, pues en lugares donde el terreno es material tipo B o C tarda mucho en avanzar; es por esto que la mayor parte de los servicios que se ubican al lado opuesto de donde pasa la línea principal, se realizan con zanjadora, siendo esta más rápida.



Foto 57



Foto 58

Zanjado de servicio.

a) Profundidad

La profundidad de la toma de servicio o acometida con respecto al nivel del terreno natural debe ser por lo menos 0.30 m en propiedad privada y de 0.60 m en calles, caminos y banquetas. Cuando no sea posible cumplir con lo anterior, la toma de servicio se debe proteger mediante una camisa de protección que resista cualquier carga externa que pudiera presentarse.

b) Soporte y relleno de zanja

Las tomas de servicio o acometidas deben quedar soportadas adecuadamente en terreno bien compactado con un colchón de arena, y el material usado como relleno, debe estar libre de materiales cortantes que pudieran dañar el tubo (o su recubrimiento).

c) Instalación

Las tomas de servicio son prefabricadas y cuentan con un niple de acero para la conexión del medidor y una unión especial hermética acero-polietileno con camisa de protección mecánica encima del nivel de piso terminado para protegerla contra daños y además soporte correctamente el medidor de servicio del usuario. La toma de servicio o acometida no deberá, bajo ninguna circunstancia, traspasar los muros de la construcción o edificación.

d) Conexión a la línea de abastecimiento y localización

La conexión de la acometida de servicio al ramal de suministro, se localizará en el cuadrante superior de la tubería o a un costado de ésta. Se realizará con cualquiera de los dos métodos de fusión de polietileno tomando las medidas necesarias par cada uno en su caso.

e) Válvula de servicio

En la toma o acometida de servicio al usuario se instalará una válvula de oreja tipo candado de fierro con alma de bronce para una presión de trabajo de 8.8 lb/pug² que permita, mediante su cierre, varias operaciones como:

- Retirar el medidor.
- Cortar el suministro de gas a la instalación de aprovechamiento en casos de emergencia.
- Reparación del regulador de servicio.

Esta válvula debe colocarse antes del regulador y/o medidor

Taladro en una línea nueva en la tubería de polietileno

Para proceder a la perforación de la línea, sólo se requiere el vástago del taladro probador que tiene en el extremo la broca saca bocados y un cuadro con maneral en el otro, con el cual al girar extraerá la porción del material perforado sin dejar rebaba en el interior del tubo.

Taladro en una línea viva

Con la línea estando en servicio, se puede sacar una toma domiciliaria o ramificación sin interrumpir el servicio de gas en la línea, para lo cual se requerirá primeramente colocar un socket en la silleta, un niple de tubería del mismo diámetro del nuevo servicio de 0.25 m de largo, que nos permitirá colocar sobre este extremo el cuerpo sellador del taladro probador, sujetándolo mediante la tuerca de compresión y empaque de que constan.

Hecho esto, se retrae el vástago en toda su extensión y se procede al probado de la unión a presión ya efectuada, mediante la inyección de aire dos veces la presión de trabajo por la válvula del taladro; se prueba la unión en la base de la silleta mediante la aplicación de jabonadura con una brocha, si no existen burbujas la unión es buena y se continua el proceso.

Sí por algún motivo existiera una falla, se cambia de lugar y se utiliza otra silleta, dejando un espacio mínimo de 0.5 m. entre ambas, inhabilitando el uso de la anterior.

Termofusión de silletas

SOLDADURA LATERAL (Silleteado) Método ASTM (Americano)

Para llevar a cabo la soldadura lateral se necesitará herramienta de calentamiento, cara principal y combinación de caras para silleta y tubo de servicio.

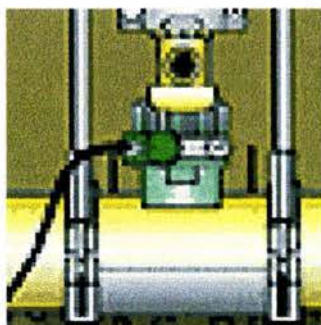


Foto 59

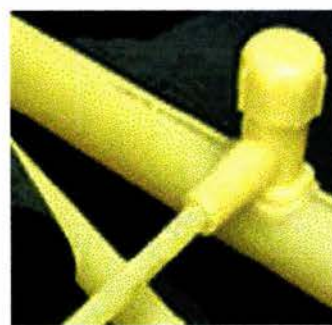


Foto 60

Termofusión de una silleta.

A continuación se explica la forma de fusionar silletas de servicio y tees de derivación con una unidad de aplicación.

Cuando la línea de servicio va a ser conectada a una línea principal a la presión de gas del sistema, se recomienda una tee de derivación para la toma en caliente.

Se recomienda usar una herramienta de aplicación al hacer juntas de fusión de silleta.

Las variables en el procedimiento de instalación son más fácilmente controladas cuando se usa una herramienta que cuando la fusión se hace manualmente.

IMPORTANTE.

Varios fabricantes de herramientas que hacen unidades de aplicación para la fusión de tees de derivación, tienen procedimientos ligeramente diferentes, consulte el manual de operación del fabricante para usar la herramienta en forma adecuada.

Procedimiento

Etapas de preparación:

- I. Coloque la unidad de aplicación en la línea principal de acuerdo a las instrucciones del fabricante. La unidad deberá centrarse en un área limpia y seca, donde va a fusionarse el aditamento. Asegure la unidad a la tubería principal: Se recomienda una placa soporte para tamaños de 3 " IPS o menores.
- II. Instale las caras de calentamiento correctas en la herramienta y caliéntela de forma que las superficies de fusión estén a $500^{\circ}\text{F} \pm 10^{\circ}\text{F}$
- III. Inserte el aditamento en la unidad de aplicación y coloque la base del aditamento sobre el tubo. Afiance apretadamente el aditamento en la unidad, mostrándola para su buen acoplamiento en la fusión.
- IV. Levante el aditamento y raspe la superficie de fusión de la base del mismo y de la tubería principal con tela de esmeril (de arena graduación 50 o 60.) Es necesario reemplazar periódicamente la tela.

Después de raspar, retire los residuos con un trapo limpio y seco.

Etapa de calentamiento:

- V. Después de que las caras del calentador alcancen $500^{\circ} \text{F} \pm 10^{\circ} \text{F}$, coloque el calentador sobre la tubería principal debajo del aditamento.

La fuerza aplicada durante el calentamiento y fusión es la siguiente:

Tee estándar de derivación y silleta de servicio:

Calentamiento (todo)	60-80 Libras
Fusión y enfriamiento (todo)	40-80 libras

Tee de derivación de alto volumen y silletas de ramal:

Calentamiento (todo)	120- 140 libras
----------------------	-----------------

Fusión y enfriamiento:

2"	de 60 - 80 libras
3"	de 80 - 100 libras
4" y 6"	de 90 - 120 libras

Ponga el aditamento contra la cara del calentador. Aplique y mantenga la presión durante el calentamiento.

El tiempo de calentamiento empieza después de que el aditamento y el tubo estén firmemente asentados contra las caras del calentador.

Tabla de presiones y tiempos para termofusión.

Diámetro de ducto	Presión de calentamiento (psi)	T. de calentamiento (seg.)	Presión de fusión (psi)	T. de enfriamiento (seg.)
2"	70 – 90	30 - 40	60 – 80	120
3"	70 – 90	30 - 40	60 – 80	120
4"	70 – 90	30 - 40	60 – 80	120
6"	70 – 90	30 - 40	60 – 80	120

La información dada arriba es una estimación y puede variar dependiendo de las condiciones de tiempo predominantes en el lugar de trabajo.

Caliente durante el período del tiempo prescrito o hasta que se observe un reborde de material fundido del tamaño que se muestra en el cuadro, en la corona de la tubería principal.

Tamaño aproximado del reborde fundido

Medida de la tubería	Grueso del reborde
1-1/4"	1/32"
2"	1/16"
3" y mayores	1/8"

Durante el proceso, el hierro de calentamiento puede ser balanceado ligeramente unos 2° para asegurar contacto pleno con la tubería principal:

- VI. Después de que se ha formado el debido reborde de material fundido, retire el aditamento de calentamiento y el calentador de la tubería principal con acciones rápidas bruscas.

Verifique rápidamente el aspecto del fundido en la superficie del tubo y en el aditamento.

Las superficies en el aditamento y en el tubo deberán estar 100% fundidas, sin puntos fríos (puede usarse un espejo para verificar el fundido en la superficie interior de la base de la silleta).

Etapa de fusión y enfriamiento

- VII. Si la plantilla del fundido es satisfactoria, rápidamente apriete (dentro de 3 segundos antes de quitar el calentón) con presión firme hasta que aparezca un reborde fundido o alrededor de toda la base del aditamento, del tamaño que se indica a continuación.

Medida de la tubería	Tamaño aproximado del reborde
1 1/4"	1/16"
2"	1/18"
3" o más grande	mayor de 1/8"

Ajuste la unidad de fusión para mantener la presión en el tubo. Permita que el punto de fusión se enfríe. (Si las superficies son inaceptables, continúe con los pasos 7 y 8, después corte el remate o cabeza del aditamento para evitar su uso y repita el procedimiento desde el paso 1).

- VIII. Después de dejar que el punto de unión se enfríe 3 minutos más, retire la unidad de aplicación del tubo. Verifique el reborde de fusión en toda la base del aditamento. Si la plantilla fundida en el aditamento o tubería es inaceptable, corte el remate o cabeza del aditamento para evitar su uso y repita el procedimiento desde el paso 1.
- IX. Para las tees de derivación estándar y las silletas de servicio, deje que la fusión se enfríe 10 minutos más antes de hacer pruebas de presión o de derivar la tubería principal. Permita que transcurran 30 minutos adicionales antes de derivar o hacer pruebas de presión a las tees de derivación de alto volumen y a las silletas de ramal.
- X. Si los pasos delineados en esta técnica de fusión fueron seguidos cuidadosamente, se obtendrá una junta aceptable
- XI. Limpie cuidadosamente las caras del calentador después de cada fusión con un trapo de algodón. No use implementos de metal o madera para limpiar las caras del calentador.

Electrofusión de montaje o silletas

La electrofusión de montaje o silletas, une un montaje de servicio a tubería de polietileno.



Foto 61



Foto 62

Electrofusión de sileta.

Procedimiento:

Limpie el área de la, fusión con un trapo de algodón (se recomienda usar alcohol isopropílico para eliminar grasas e impurezas que dañen la fusión). Use un rascador para eliminar el acabado brillante de la circunferencia del tubo. Tome el montaje del empaque. No toque las áreas de fusión. El montaje ya está preparado para la fusión. Coloque el montaje sobre el tubo. Siga las instrucciones del fabricante para sujetar el montaje. Ajuste las dos vías de salida del procesador al accesorio. Permita que haya paso de corriente al procesador. Permita que transcurra el tiempo de amperaje para auto prueba si esto es requerido.

Algunos procesadores de electrofusión identifican el accesorio que está siendo usado así como el tiempo de calentamiento requerido. Si el procesador no reconoce el accesorio que se está usando, una o ambas vías de salida del procesador pueden no estar en contacto con las terminales del accesorio. Cuando el procesador reconoce el accesorio, presione el botón de arrancado. Permita que el electro procesador complete el ciclo de fusión. El tubo y el accesorio deberán mantenerse fijos durante todo el ciclo de fusión. Permita que la fusión se enfríe completamente. Inspecciones la fusión en busca de defectos visuales.

PRECAUCIÓN: No intente tapar el montaje hasta que la fusión se halla enfriado completamente.

Lo que hay que recordar:

Limpie el área de fusión (con alcohol isopropílico preferentemente).

Devaste la circunferencia del tubo en el área de fusión.

Fije el montaje al tubo.

Conecte las vías de salida del procesador.

Electrofunda el montaje.

Inspeccione la fusión.

Permita que la fusión se enfríe antes de ocluir la.

4.3 Prueba de hermeticidad en la toma.

De manera muy rápida y sencilla antes de poner en funcionamiento la toma domiciliaria, se realiza una prueba de hermeticidad, la cual consiste en introducir aire a presión dentro de esta antes de realizar el tapping. (Perforación de la línea principal para que el gas se dirija hacia la bifurcación o ramaleo) La prueba debe ser a 1.1 veces la presión de funcionamiento (4 a 7 Kg/cm²), teniendo en cuenta la presión máxima que indica el fabricante del polietileno.



Foto 63

Prueba de hermeticidad a una toma.

Se prueba la tubería, todas y cada una de las conexiones fusionadas, así como la válvula y su conexión con el polietileno en conjunto, siendo estas probadas con jabonadura para observar si no existe fuga de aire, observando también con la ayuda de un espejo las partes difíciles de observar.

PRUEBA EN ACOMETIDA O TOMA DE SERVICIO

Presión de operación y diámetro	Pruebas a soldadura y/o conexiones	Fluido de prueba	Duración y presión de prueba	Instrumento
Polietileno a presión igual o menor de 410 kPa	Aplicación de jabonadura	Aire o gas inerte	15 Minutos a 1.1 veces la presión de operación.	Manómetro
Polietileno a presión mayor a 410 kPa e Igual o menor a 689 kPa	Aplicación de jabonadura	Agua, aire o gas inerte.	8 hrs a 1,5 veces la Presión de operación.	Manógrafo y Termógrafo

La tubería de polietileno que se impregnó con agua jabonosa para probarse, se enjuaga con bastante agua limpia, puesto que el jabón es un agente químico que daña al polietileno.

Hecha la prueba con jabón, se procede a tomar el tiempo de la prueba de presión en la toma, dándole un tiempo mínimo de 15 minutos, observando periódicamente si no hay caída de presión por una posible fuga.

Se debe cuidar que el aparato de prueba este bien sellado en todas sus conexiones, pues podría ocasionar una fuga; impregnándosele en la prueba agua jabonosa para detectar una posible fuga.

Con todo esto si la prueba resulta satisfactoria, se procede a dejar la válvula bien nivelada, cerrada y con un tapón para que no haya peligro de algún accidente hasta la conexión del usuario final.

4.4 Relleno de la excavación para alojar la toma y reposición del pavimento existente.

Se rellena la excavación con un procedimiento similar al del rellenado de la línea principal.

Se acolchona con arena fina sin basura para que la tubería de polietileno esté bien segura de cualquier daño que alguna basura u objeto pueda ocasionar. Se coloca un recubrimiento de arena, la cual se confinará con un pisón y en seguida se coloca la banda de advertencia y se procede a colocar las capas de material de compactación. En algunas ocasiones se podrá utilizar relleno fluido, siempre y cuando el tramo sea suficientemente grande como para permitir el uso del mismo, por los volúmenes que surten las concreteteras.



Foto 64



Foto 65

Acolchonamiento y colocación de cinta de advertencia en excavación de servicio.

Si fuese con material de compactación se tendrá cuidado de observar todas las normas de calidad que indica la prueba Proctor o Porter, puesto que es lo que indican las normas de calidad; se utilizará material bien clasificado como tepetate, cuidando su humedad óptima la cual la proporcionará un laboratorio el cual se encarga de tomar muestras de banco de los materiales a utilizar, y obtendrá por medio

de pruebas, la humedad óptima para cada material que se utilice en las compactaciones.

Se debe cuidar la realización de las compactaciones, en la zanja y en la caja o hueco que aloja la toma con la línea principal, colocando capas de compactación como máximo de 20 cm. de espesor, lo cual aportará las condiciones propicias para una buena compactación.



Foto 66
Compactado en la caja



Foto 67
Compactación en zanja

Se deben realizar pruebas de compactación “in situ”, para poder determinar si la compactación cumple con los requisitos de calidad para un buen funcionamiento de ésta, y proceder al siguiente paso.

Se dejan las preparaciones necesarias para realizar la reposición del pavimento existente el cual debe cumplir con las mismas condiciones de servicio, calidad, resistencia y durabilidad que tenía antes de la realización de las obras.

En el caso de concreto hidráulico, se debe perfilar el borde de la excavación con una perfiladora de disco, lo cual servirá para que se realice una junta constructiva.

Se realiza la limpieza del hueco a rellenar con el concreto hidráulico, procurando no dejar ningún tipo de basura, polvo o material, el cual no permita una adecuada adherencia del concreto con las paredes y piso del mismo, humedeciéndolo previamente al vaciado del concreto.

El terminado del concreto dependerá del tipo de terminado que haya tenido el anterior pavimento o lo que indique la autoridad que esté a cargo en este caso; así como la resistencia que tendrá el mismo.

En el caso de concreto asfáltico, existirá la opción del perfilado o simplemente la limpieza del hueco, procediendo a la impregnación de toda la superficie de contacto, con una Emulsión de Rompimiento Rápido RR-2K la cual contribuya a formar una liga entre estos dos materiales, el asfalto nuevo con el viejo.

La limpieza del lugar de repavimentación es importante, pues nos garantiza una buena unión entre el pavimento nuevo con el ya existente. Se debe cuidar la temperatura del asfalto a la hora de su colocación, pues si se coloca a una temperatura menor de 140 °C, su calidad en todo sentido será menor.

Otro aspecto que debe cuidarse es la compactación que se le da al asfalto, pues en ello está implicada la durabilidad, permeabilidad y calidad que debe de tener para su buen funcionamiento; una vez rastrillado y acomodado en dos capas en la zanja o hueco donde se realizará la pavimentación, se compacta con un rodillo vibratorio el cual deberá tener la capacidad de dejar el asfalto con una compactación adecuada para su buen funcionamiento.



Foto 68

Compactado del asfalto en una caja de toma

Si existiese otro tipo de pavimento diferente a los ya mencionados se tendrá que reponer con la misma calidad, tanto de servicio como de durabilidad.

5. PRUEBAS A LA RED

Posterior a la instalación y limpieza de la red de distribución de gas natural, es necesario comprobar su buen funcionamiento, con pruebas que nos indican el estado en que trabajará la línea de distribución.

Estas pruebas se deben de realizar seccionando la red por tramos, para tener un control más preciso de las uniones realizadas en el polietileno, y de esta manera poder revisar, lo más pronto posible y con mayor facilidad, cualquier anomalía en las instalaciones.

Una vez efectuada la prueba, y localizadas las fugas (en el caso de que suceda), se podrán realizar las reparaciones necesarias, para volver a realizar la prueba y garantizar la hermeticidad del sistema de distribución de gas natural.

En lo referente a las normas de calidad, se estipula que se debe de realizar una prueba de hermeticidad (NOM-003-SECRE-2002, Cáp. 10, sección 10.6.1 inciso a) antes de poner en operación un sistema de distribución de gas natural.

Con esto se busca garantizar la seguridad de los usuarios, así como evitar las pérdidas de gas para el distribuidor, de esta manera asegurando el servicio por mucho tiempo.

5.1 Prueba de hermeticidad y resistencia.

Una vez concluida la instalación y limpieza se prepara la red de polietileno para su funcionamiento.

Las pruebas se deberán de llevar a cabo usando aire o un gas inerte como bióxido de carbono o nitrógeno.

Procedimiento para efectuar la prueba de hermeticidad de la tubería.

- Prueba de hermeticidad (Neumática)

Todos los tramos de red de polietileno que vayan a ser puestos en operación deben someterse a una prueba de hermeticidad que garantice la detección de cualquier fuga en la tubería o cualquier elemento de esta, (NOM-003-SECRE-2002, Cáp. 10, sección 10.6.5)

RED DE POLIETILENO

Presión de operación y diámetro	Pruebas a soldadura y/o conexiones	Fluido de prueba	Duración y presión de prueba	Instrumento
Para esta clasificación se debe cumplir con: - Menor o igual a 410 kPa - Diámetro igual o menor a 110 mm - Longitud igual o menor a 100 metros a tubería descubierta durante el tiempo de la prueba)	Aplicación de jabonadura	Aire, agua o gas inerte	1,5 veces la presión de operación por el tiempo que dure la verificación de las soldaduras con jabonadura	Manómetro de la red
Igual o menor a 410 kPa	Aplicación de jabonadura	Aire, agua o gas inerte	24 hrs a 1,1 veces la presión de operación	Manómetro y Termógrafo
Mayor a 410 kPa e Igual o menor a 689 kPa	Aplicación de jabonadura	Aire, agua o gas inerte	Con agua, 24 hrs. a 1,5 veces la presión de operación. Con aire o gas inerte, 24 hrs a 1,1 veces la presión de operación.	Manómetro y Termógrafo

Se requerirá de un equipo mínimo para su realización, el cual se obtiene del mismo que se utiliza en obra y de otros, (*de tecnología de punta) como es el siguiente:

- Equipo

- Compresor de aire
- Cilindros de CO₂ (opcional)
- Cilindros de nitrógeno (opcional)
- Manómetros
- Manógrafo
- Pocket Logger*

- Medio de prueba

Para la realización de pruebas de hermeticidad únicamente se utilizará cualquiera de los siguientes fluidos de prueba:

- Aire comprimido
- Bióxido de carbono
- Gas inerte
- Gas natural*

* Sólo el distribuidor puede autorizar a realizar estas pruebas a la presión de operación con gas natural. Se prohíbe el uso de oxígeno como elemento de prueba.

El aire comprimido es uno de los elementos más útiles pues su obtención es fácil, debido a que se trabaja con compresores de aire en toda la obra, y el costo de suministro es menor que el de algunos otros, así como los riesgos en su manejo.

El segmento o tramo a probar deberá estar físicamente aislado del resto del sistema, se consideran medios efectivos de aislamiento, tapones soldables, bridas ciegas, etc.; **no se recomienda realizar la prueba sobre válvulas cerradas.**

En este caso en que se prueban tuberías de polietileno se podrán utilizar prensas mecánicas, cerciorándose que estén en buen estado de operación.

Otro método, podrá ser el seccionamiento de la línea de distribución por medio de tapones soldables, los cuales se podrán quitar para realizar las conexiones con el circuito siguiente, una vez comprobada la hermeticidad y resistencia del tramo seccionado.

● Ejecución

Para la ejecución, se deberá inyectar el fluido al sistema y aumentar la presión paulatinamente hasta alcanzar la presión deseada, que se deberá mantener constante durante la prueba en un periodo de 24 horas en tramos mayores de 100 metros y 8 horas en tramos menores de 100 metros, la presión de prueba deberá ser 1.5 veces (MPOP) la máxima presión de operación de la red.

La norma 003-SECRE-2002 ya no hace distinción y exige que para presiones de operación mayores a 410 Kpa, la prueba se realice por 24 horas con manómetro y termógrafo, la cual deberá ser firmada por el constructor, la unidad de verificación y el distribuidor.

En el caso de inyección de aire comprimido por medio de un compresor de aire, se deben colocar tomas de purga, los cuales se dejan en todas y cada una de las puntas de los circuitos, así como un árbol de prueba en una de ellas, por el cual se realizará la prueba, el cual consiste en lo siguiente:

- una conexión a la válvula de la toma
- un manómetro
- una conexión rápida para el pocket logger
- una válvula de esfera y
- una conexión rápida del tipo garra, para la manguera de alimentación del compresor.

La inyección de aire comprimido en la línea de polietileno, produce calentamiento a la misma, por lo que es necesario dejar un tiempo razonable antes de conectar el aparato de prueba, para que la temperatura se estabilice con la ambiental, puesto que está afecta directamente a la presión en la línea.

Esto se observa al tomar un registro de la presión manométrica y de la temperatura, al término de la inyección de aire comprimido en la línea, comparándolo con la misma medición hecha, transcurrido ya el tiempo de estabilización de la temperatura (min. 2 horas).

Una vez estabilizada la temperatura se procede a conectar el aparato de prueba y contabilizar el tiempo de la misma.

Es recomendable en el caso del uso del Pocket Logger, dejar correr la prueba una hora antes, y una después de que se cumpla el tiempo de la misma, para de esta manera tener un rango mayor en el cual se pueda trabajar, a la hora de bajar la prueba en la computadora.

En el caso en que se utilice el manómetro, no hay necesidad de dejar estos dos lapsos de tiempo, ya que la prueba es precisa en tiempo, de tal manera que la gráfica que resulta de ésta, es exactamente lo que abarca en tamaño.

- Evaluación de la prueba

En esta prueba para un mejor evaluación de los resultados se deberán tomar en cuenta las variaciones en la temperatura ambiental.

Si durante el desarrollo de la misma se detectan pérdidas de presión, se deberá revisar la tubería y accesorios en busca de fugas, si se encuentran éstas deberán repararse rápidamente, y reiniciar el periodo de prueba hasta concluirla satisfactoriamente.

- Consideraciones generales

Debe llevarse un registro de las pruebas de hermeticidad realizadas. Para dejar constancia escrita es necesario registrar la presión con un Manómetro o Pocket Logger durante el tiempo que dure la prueba. Si al término de este plazo la gráfica cierra en el mismo punto en que inició, el sistema es hermético. En caso contrario, el sistema debe revisarse hasta eliminar las fugas, repitiendo la prueba hasta lograr la hermeticidad del sistema. Dicha gráfica debe ser firmada por el jefe de construcción, el supervisor de obra y la persona que verifique el cumplimiento de la prueba, indicando al reverso de la misma, los resultados, la fecha en que se realizó, así como el tramo de línea o sistema de distribución probado.

La prueba de hermeticidad debe ser avalada por una Unidad de Verificación acreditada y a falta de ésta, por una persona física o moral debidamente acreditada ante la Comisión Reguladora de la Energía (CRE). El resultado de la prueba de hermeticidad del sistema o parte de éste debe ser puesta a disposición de la CRE.

5.2 Prueba con manógrafo.

El manógrafo es un instrumento de medición compuesto, el cual consta de tres partes o medidores combinados los que se reflejan en una gráfica, la cual nos ofrece resultados para así determinar las condiciones de servicio de una red de gas natural; se puede utilizar en redes de distribución de gas de polietileno o acero, las cuales se deben de probar antes de dar inicio a su puesta en operación, (**NOM-003-SECRE-2002, Cáp. 10, sección 10.6.1 inciso a**)

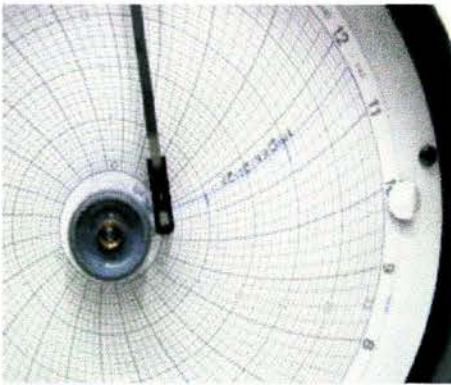


Foto 69



Foto 70

Manógrafo para prueba de resistencia.

Los tres instrumentos que lo conforman son:

- ▶ Manómetro
- ▶ Termómetro
- ▶ Cronómetro

Manómetro: Este aparato mide la presión absoluta de un gas, aire o vapor contenido en un envase, provocada por el confinamiento de éste.

Termómetro: Instrumento que sirve para indicar la temperatura de cualquier sistema donde se pueda medir ésta.

Cronómetro: Aparato de precisión que permite calcular pequeñas fracciones de tiempo.

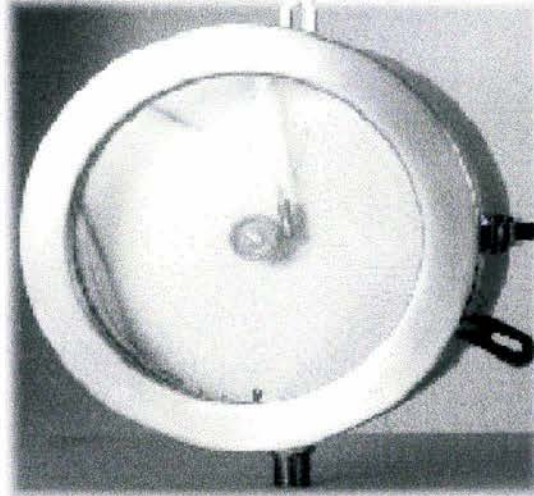


Foto 71
Manómetro.

Al referir que el manómetro es un instrumento de medición compuesto, lo que se trata de decir es que es un instrumento conformado por varios aparatos de medición, que conjuntamente, ofrecen resultados necesarios para la evaluación de una prueba.

Estos resultados se interpretan a conveniencia del tipo de prueba que se coloca; en este caso la prueba neumática que se realiza en las tuberías de polietileno, se hace con el fin de detectar fugas en todas las conexiones hechas por el técnico de termofusión o por el de electrofusión, además de la resistencia de la tubería de polietileno.

GENERALIDADES

Para efectuar las pruebas de hermeticidad final se debe utilizar aire o gas inerte. Solo el distribuidor puede realizar esta prueba con gas natural, se prohíbe el uso de oxígeno como elemento de prueba. La temperatura del material termo plástico no deberá superar los 30 °C. Esta prueba será registrada en el manómetro (Anexo III).

DESCRIPCIÓN

La tubería será llevada a una presión igual a 1.5 veces la presión máxima de operación.

Como mínimo se dejarán transcurrir 2 horas antes de iniciar el registro como periodo de estabilización

La duración de la prueba será de 24 horas controlada con manómetro y termógrafo registrador (manógrafo).

La prueba será satisfactoria si la presión en la canalización medida no baja o baja por temperatura.

Si la prueba de resistencia fue satisfactoria, la canalización será sometida consecutivamente a la prueba de hermeticidad.

► Prueba de hermeticidad

La tubería será llevada a una presión igual a 1 bar ($\pm 10\%$), esta presión será medida por columna de mercurio durante 48 horas. Podría ser prolongada a solicitud del distribuidor en caso de resultados dudosos. Las lecturas de control serán efectuadas por el mismo personal (contratista y supervisor) a la misma hora de la prueba.



Foto 72



Foto 73

Manómetro de columna de mercurio, para prueba de hermeticidad.

La prueba de hermeticidad será satisfactoria, si las diferencias de presiones manométricas del aire o del gas inerte en la canalización, son inferiores a los errores de lectura con manómetro de columna (foto 72). La diferencia admitida está fijada en 10 mm de mercurio máximo.

Cuando la prueba de hermeticidad haya sido satisfactoria, la tubería podrá ser puesta en servicio. Si la canalización no puede ser puesta en operación rápidamente después de la prueba, se le dejará en espera a la presión de prueba la cual se verificará al momento de la puesta en gas.

Si se produjera una despresurización antes de su habilitación, se deberá detectar la causa y solucionar el defecto, realizando una nueva prueba a presión de 1 bar durante 48 horas, sea cual fuere la longitud de la canalización, utilizando en la misma las gráficas respectivas.

La utilización del manógrafo para las pruebas realizadas en las tuberías de conducción de gases es algo normado, dado a que es la tecnología que se utiliza tanto en la industria pública (PEMEX) como en la privada; aunque no es algo definitivo dado a las nuevas tecnologías de punta que se implementan en algunos países desarrollados.

Estas tecnologías son utilizadas desde hace mucho tiempo en estos países, ya que simplifican las pruebas arrojando resultados con rangos de seguridad altos.

5.3 Prueba con el Pocket Logger.

El Pocket Logger (censor de datos de tecnología de punta) es un instrumento digital, el cual tiene una similar función que la de un manógrafo, siendo la diferencia en ambos que el primero es digital, no es necesaria la instalación de una grafica para los resultados, obteniendo los mismos con la utilización de un programa de base de datos en la computadora, para analizar los resultados de las pruebas, siendo estos más precisos

El Pocket Logger es un censor de datos electrónicos que utiliza un microcontrolador y almacena lecturas de los sensores en una memoria electrónica. La información en bruto se transfiere a una PC y se representa gráficamente. Los sensores de la presión, utilizan una galga de tensión de acero inoxidable, enlazada a una cavidad de la presión. Cuando la cavidad es desviada por los medios de la presión, la resistencia de la tensión cambia, y este cambio es amplificado y filtrado por los sensores electrónicos de la presión.

La función del Pocket Logger es registrar lecturas de presión en un tiempo determinado (mientras esta conectado a la línea con presión)

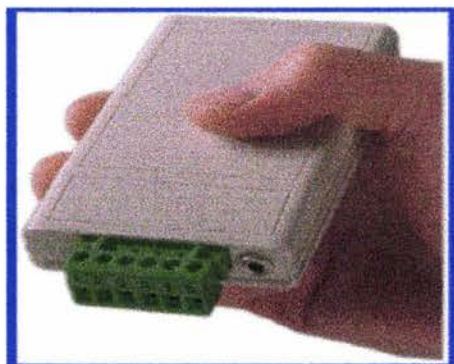


Foto 74
Pocket Logger

ESPECIFICACIONES

- Energía de reserva de la memoria no requerida.
- Número de los canales cuatro (4).
- Los sensores, las puntas de prueba y los tipos de la señal de entrada se pueden combinar.

- El bloque de terminales se puede enchufar para comenzar y/o desenchufar para terminar una sesión de registraci3n.
- Acumula las lecturas cada 2 segundos o m1s si as1 se requiere; computa y almacena el valor medio en el tiempo preestablecido de la muestra.
- Exactitud de reloj: +/- 2 min. por mes.
- La bater1a reemplazable del litio de 9 voltios.
- Vida de la bater1a: 2 - 3 a1os estimados. Un acumulador est1ndar alcalino de 9 voltios puede tambi3n ser utilizado (vida estimada: 15 meses)
- Recinto Caja pl1stica del ABS resistente a los choques
- Tama1o 120 mil1metros x 61 mil1metros x 24 mil1metros.
- Peso 6 onzas; 156 gramos (incluye la bater1a).
- Rango de temperaturas ambiente de funcionamiento -40°C a 60°C. (-40°F a 140°F).
- Rango de humedad ambiente de funcionamiento en humedad relativa de 0 al 90% (no-condensada).

Otra ventaja de utilizar el Pocket Logger consta de que con el mismo aparato se pueden realizar las dos pruebas (hermeticidad y resistencia), necesarias para poner en operaci3n la red de distribuci3n de gas natural, obteniendo precisi3n y confiabilidad en los resultados.

El Pocket Logger tiene la capacidad de retener datos de prueba hasta por 200 a1os, suficiente para una prueba de 24 a 72 horas en una l1nea de polietileno para la distribuci3n de gas natural.

La principal ventaja del uso de esta tecnolog1a de punta, es la infraestructura necesaria para poner en funcionamiento dicha prueba, puesto que lo 1nico que se necesita es una conexi3n r1pida con la l1nea de polietileno (en una toma), en la cual se acopla el instrumento y se deja conectado durante el transcurso de la prueba

Procedimiento de prueba.

Una vez terminada la construcción de la red se realizará una revisión de toda la línea a probar y por lo menos cubierta con el acostillamiento de arena, se procede a realizar la prueba de resistencia y hermeticidad en ella, cargando en una de las tomas de desfogue y prueba, aire o un gas inerte a presión, (establecida en las normas), hasta 1.5 veces la presión máxima de operación.

Se prepara el Pocket Logger purgando la conexión si se han hecho pruebas anteriores, además de descargar la memoria para no tener una prueba en él (solo la que se efectuará), y ubicando el lugar donde se conectará, el cual tenga seguridad para poder dejar el aparato ya sea en el riser o dentro de la casa donde se colocó el mismo.

Antes de conectar el Pocket Logger a la prueba se debe de dejar transcurrir como mínimo 2 horas a manera de periodo de estabilización de la presión y la temperatura. La duración de la prueba será de 24 horas a 1.5 veces la presión máxima de operación (resistencia) y 48 horas a 1 bar ($\pm 10\%$) (Hermeticidad).

Para la realización de la prueba de hermeticidad se deberá de bajar la presión de la línea, desfogando aire por una toma, tratando de no pasarse del rango de prueba, dejando estabilizar la presión por una hora para el inicio de la misma.

Una vez transcurrido el tiempo de prueba, (se podrá dar una hora más como rango de seguridad para completar la grafica no afectando la misma), se desconectará el Pocket Logger y se descargará la información en la computadora para poder de esta manera obtener los datos y las gráficas de la prueba para determinar si son satisfactorias o existen fugas en la línea probada (**Anexo II**).

Si no las existiesen se procederá a poner en operación la línea de distribución de gas natural, de lo contrario se revisará la misma en todos los empalmes y acoplamientos hechos, tratando de detectar las posibles fugas y reparándolas para volver a realizar el procedimiento de prueba.

Las pruebas las debe avalar una unidad verificadora, la empresa distribuidora y el mismo contratista o constructor, firmándolas cada uno de ellos, originando un informe que contenga:

- Gráficas de pruebas.
- Informe de eventuales fugas y su reparación si así lo hubiese habido.
- Plano o croquis de la línea probada.
- Acta de prueba con una descripción técnica de la obra (materiales).
- Plano de la red a prueba, con ubicación de los accesorios, tees, coples, etc.

5.4 Detección de fugas y reparación.

Para la detección de fugas y su reparación se deberá de seguir un método establecido como es:

Revisión de todos los empalmes, termofusiones y electrofusiones, probándolas con jabonadura a una presión 1.5 veces la presión máxima de operación.

Revisión de las válvulas existentes en toda la red probada, haciéndolo de la misma forma que con las termofusiones, aplicando jabonadura y presión en la línea para detectar las fugas con mayor facilidad; aun cuando se aconseja realizar las pruebas con las válvulas abiertas.

Una vez detectadas, se procederá a la reparación de las mismas, de acuerdo con la empresa distribuidora del gas, probándolas para su verificación de hermeticidad con jabonadura y realizando nuevas pruebas de hermeticidad y resistencia en toda la red.

De la misma manera se podrá seccionar la red en distancias más cortas, para poder centralizar la o las fugas ubicándolas con más precisión, realizando la detección en el menor tiempo posible, efectuando las reparaciones necesarias para continuar con la puesta en servicio de la red.

Después de la reparación se efectuarán nuevas pruebas hasta obtener resultados satisfactorios.

6 INTRODUCCIÓN DE GAS EN LA RED.

Concluidas satisfactoriamente las pruebas de hermeticidad necesarias para ofrecer seguridad en la red, se procede a la introducción de gas en la misma y de esta manera dejarla en servicio para el beneficio de los usuarios.

La introducción de gas en la red no es mas que el llenado de ésta con gas natural, desde el lugar en donde se interconectará con la línea o desde la caseta de regulación y medición.

Este paso se debe de planear con todo cuidado, debido a que una mezcla de gas con aire es peligrosa y al desfogar la red podría suceder algún accidente; es por esto que la atención que se debe de tener en este proceso es la máxima.

6.1 Puesta en gas desde la estación de regulación y medición.

A lo que se refiere el concepto de puesta en gas; es la realización de la interconexión de la línea de polietileno con la estación de regulación y la red que abastecerá de gas a la misma, para garantizar el servicio de suministro en toda la red; ésta puede ser de polietileno a polietileno, de acero a polietileno, o de acero a acero.

En este caso la interconexión se da de polietileno a polietileno, verificando la hermeticidad de la misma, con las pruebas ya mencionadas con anterioridad (Cap. 5).

Estaciones de regulación y medición

Una estación de regulación es una instalación destinada a reducir y controlar la presión del gas natural a una presión determinada.

Para el suministro de gas de uso doméstico a un determinado sector del área urbana, será necesario instalar estaciones que regulen y controlen la presión en el sistema de acuerdo con los requerimientos de consumos de los usuarios. La capacidad de la estación de regulación se determinará con base en el consumo máximo horario.

Las estaciones deberán contar con el siguiente equipo:

- Regulador de presión.
- Regulador de monitor, válvula de seguridad y tubo de desfogue, donde las condiciones lo permitan.
- Línea de desvío.
- Válvulas de seccionamiento.
- Manómetros en ambos lados, entrada y salida.
- Válvula y vía de desfogue.
- Dispositivo digitalizado, conectado vía satélite o remoto a la central de Operación y Mantenimiento, el cual monitorea las 24 horas, la presión de trabajo de la red. (opcional para cada distribuidor)

Las válvulas deben colocarse a la distancia que recomiendan los fabricantes del equipo de medición y regulación, para no alterar el flujo que llega a estos instrumentos y pueda afectar su funcionamiento.

Si el gas que se recibe tiene impurezas, en la entrada a la estación de regulación se deberá instalar algún elemento, como un filtro o separador para evitar el acceso de partículas que puedan afectar el funcionamiento de los medidores y reguladores.

La estación de regulación será delimitada por medio de un cerco de malla ciclónica o por muros de celosía con ventilación cruzada y espacio suficiente para el mantenimiento del equipo. Asimismo, se colocarán letreros con la leyenda de la distribuidora de gas natural, el nombre del distribuidor y número telefónico de emergencia.



Foto 75



Foto 76

Estación de Regulación



Foto 77

Letrero informativo

ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN DE GAS NATURAL	
DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD	
ELEMENTO	DISTANCIA
Centro de ignición (aparatos de consumo)	20 m.
Subestaciones eléctricas	20 m.
Almacenamiento de materiales combustibles.	20 m.
Almacenamiento de explosivos	No deben existir en las cercanías
Líneas de alta tensión	20 m. de la proyección vertical de la estación.
Vías férreas	2 veces el derecho de vía de estas y en caso de espuelas 10 m. del eje de estas.
Carreteras	10 m. del derecho de vía de las mismas, no aplica para estaciones subterráneas.

En casi todos los casos donde se efectúa una reducción de presión, se requiere de un elemento de seguridad para prevenir una sobre presión que afecte tuberías y equipo en caso de alguna falla del regulador.

Normalmente se utilizan dos tipos de elementos de seguridad que son: válvulas de relevo o válvulas de seguridad y regulador monitor. La primera es un instrumento que permite la salida del gas a la atmósfera. El regulador monitor es un elemento de seguridad que se instala en serie con el regulador de la instalación calibrado para permitir una presión de salida mayor a la del regulador principal, pero menor a la máxima permisible de los usuarios, con el objeto de que en caso de falla del regulador principal se continúe con el servicio a una presión ligeramente mayor, pero dentro de las condiciones de seguridad.

Entre el equipo auxiliar que debe tenerse en una estación de medición son:

- Conexiones para manómetros.
- Purga en la parte inferior de los cabezales.
- Instalación eléctrica a prueba de explosiones.

La necesidad de cubrir una estación de medición y regulación depende de las condiciones climáticas del lugar y de la necesidad de proteger algunos instrumentos. El demás equipo como medidores, reguladores, válvulas y tuberías, están contruidos para trabajar a la intemperie. Desde el punto de vista de seguridad, la caseta si se necesita, debe ser construida con materiales incombustibles, el techo de preferencia plano para evitar el atrapamiento del gas, tener ventilación cruzada y de preferencia con dos accesos.

Las estaciones de regulación deben someterse a un programa anual de verificación e inspección y pruebas que cubra lo siguiente:

- Sus condiciones mecánicas.
- Su capacidad y confiabilidad y
- Disparo de la válvula de seguridad a la presión establecida

El período de inspecciones a las estaciones de regulación no debe ser mayor a 12 meses.

6.1.1 Desfogue de la línea.

Cuando se haya utilizado aire o gas inerte en las pruebas de hermeticidad, se deberán purgar adecuadamente las tuberías antes de ponerlas en servicio, y además verificar la existencia de un 100% de gas en la línea con un gasómetro.

Antes de retirar el tapón de la interconexión por el lado de la red de distribución se debe de descargar la presión de prueba (desfogar la línea).

El desfogue de la línea se podrá realizar por alguna de las tomas colocadas para el llenado de la misma en las pruebas de hermeticidad, realizando las pruebas con el gasómetro en las mismas.

Estas tomas las cuales se colocaron en todas las puntas del circuito, serán utilizadas para el purgado de cada una de las puntas y realizándoles la prueba del gasómetro a todas ellas; esto nos garantiza la presencia de gas a lo largo de toda la red, brindando así un servicio confiable al usuario final.

Si se llegase a dejar alguna parte del circuito o red sin purgar podría ser peligroso, puesto que cabría la posibilidad de ocasionar un accidente al usuario, al quedarse sin gas el aparato de consumo por la salida del aire y al reanudarse la salida de gas, provocaría una fuga y ocasionaría el accidente.

Es por esto que se desfoga la línea en su totalidad y la verificación de que la red quede con 100 % gas en su interior es muy importante, tanto en el inicio de servicio de la línea como en cualquier interrupción que pudiese tener ésta.

6.1.2 Medidas de seguridad para el desfogue.

Las medidas de seguridad al desfogar las líneas de distribución se deben de tomar muy en cuenta, sin estas podrían suceder accidentes, estas son tan sencillas como tener a la mano un extinguidor de fuegos el cual esté en buenas condiciones de uso y funcionamiento, también el aterrizar las puntas de desfogue, puesto que estas se cargan estáticamente con la fricción que hay entre el aire y el polietileno; mas si se dejó algo de polvo o virutas de polietileno, ésta carga estática podría provocar chispas que al entrar en contacto con el gas pudieran ser una fuente de ignición y provocar un accidente.

En caso de que un trabajo de mantenimiento en el sistema de distribución requiera suspenderse, éste debe dejarse en condiciones seguras para su operación y aplicar las medidas establecidas en el manual de operación y mantenimiento,

6.1.3 Operación y mantenimiento

Operación del sistema de distribución

Servicio de emergencia

El distribuidor debe proporcionar un servicio de emergencia las 24 horas del día, durante los 365 días del año. Para ello, debe tener vehículos que cuenten con equipo de detección de fugas, explosímetros, detector de tuberías y odorímetros, así como personal capacitado suficiente para atender cualquier emergencia en el sistema y controlar las fugas de manera eficiente.

Todo reporte de fuga debe ser atendido hasta dejar el sistema en condiciones normales de operación. Después de haber reparado la fuga, el tramo de tubería correspondiente debe probarse herméticamente para verificar que la fuga fue eliminada. El equipo utilizado para un servicio de emergencia y el personal asignado a dicho servicio deben ser adecuados para hacer frente a este tipo de situaciones.

Programa de monitoreo de fugas

El distribuidor debe llevar a cabo revisiones periódicas y monitoreos a lo largo de la trayectoria de las tuberías de distribución para detectar la presencia de gas en el subsuelo, en instalaciones y obras adyacentes de algún otro servicio público como drenajes, registros, pozos de visita, ductos eléctricos y telefónicos, entre otros. La frecuencia de dichas revisiones y monitoreos debe establecerse en el manual de operación y mantenimiento del Distribuidor.

Las revisiones deben realizarse con equipos de detección de gas combustible calibrados para gas natural o que tengan la sensibilidad suficiente para que, cuando menos, detecten el 20% del límite inferior de explosividad.

El monitoreo para la detección de fugas debe realizarse en forma programada, de tal manera que se efectúe al menos, una revisión anual en zonas de localización clase 4 y cada tres años en las demás zonas urbanas, clasificadas en lo siguiente.

Localización Clase 1

Área unitaria que cuenta con diez o menos construcciones o aquella en la que la tubería se localice en la periferia de las ciudades, poblados agrícolas o industriales.

Localización Clase 2

Área unitaria que cuenta con mas de diez y menos de cincuenta construcciones.

Localización Clase 3

Área unitaria en la que se registre alguna de las características siguientes:

- Existencia de cincuenta o más construcciones destinadas a ocupación humana o habitacional.
- Existencia de una o más construcciones a menos de 100 metros del eje de la tubería y ésta(s) se encuentre(n) ocupada(s) normalmente por 20 o más personas.
- Existencia de una área al aire libre bien definida a menos de 100 metros del eje de la tubería y ésta sea ocupada por 20 o más personas durante su uso normal, tal como un campo deportivo, un parque de juegos, un teatro al aire libre u otro lugar público de reunión.
- Existencia de áreas destinadas a fraccionamientos o casas comerciales, donde se pretenda instalar una tubería a menos de 100 metros, aun cuando al momento de construirse ésta, solamente existan edificaciones en la décima parte de los lotes adyacentes al trazo.
- Existencia de un área donde se registre un transito intenso u otras instalaciones subterráneas a 100 metros o menos de donde se pretenda instalar una tubería, en el entendido de que se considera tránsito intenso un camino o carretera pavimentada con un flujo de 200 o más vehículos en una hora pico de aforo.

Localización Clase 4

Área unitaria en la que se localicen edificios de cuatro o más niveles, donde el tráfico sea pesado o denso, considerando como tráfico intenso un camino o carretera pavimentada con un flujo de 200 o más vehículos en una hora pico de aforo; o bien existan numerosas instalaciones subterráneas.

Cuando en forma accidental se introduzca gas al sistema de drenaje municipal o en cualquier otra instalación, el distribuidor debe tomar las medidas necesarias para ventilar los espacios en los que haya detectado concentraciones de gas, utilizando cualquier medio seguro para extraerlo.

Reguladores

El Distribuidor debe elaborar y ejecutar un programa de inspección y reparación de reguladores para garantizar su operación segura e ininterrumpida. La capacidad, el tamaño del regulador y la presión de operación, son parámetros relevantes para determinar la frecuencia de las revisiones y el grado de mantenimiento requerido.

Registros y válvulas de seccionamiento

Los registros que contengan válvulas de seccionamiento deben inspeccionarse periódicamente para verificar que éstos permanezcan libres de basura, agua o cualquier otra sustancia extraña al sistema.

Las válvulas deben lubricarse y protegerse con un recubrimiento anticorrosivo. Asimismo, debe revisarse el funcionamiento de las válvulas de seccionamiento y los aislantes en las bridas de la válvula para verificar la continuidad eléctrica de la tubería (en caso de válvulas de acero).

El distribuidor debe elaborar planos que indiquen la ubicación de las válvulas de seccionamiento de cada uno de los sectores que conforman el sistema de distribución. Estos planos deben actualizarse conforme a los cambios realizados al sistema y estar disponibles para su consulta e inspección por parte de la Comisión Reguladora de la Energía.

Desactivación de tuberías

El distribuidor debe elaborar un procedimiento para desactivar las tuberías que considere lo siguiente:

- a) Cada tubería desactivada debe desconectarse de la fuente de suministro de gas y purgarse.
- b) Si se utiliza aire para el purgado, el distribuidor debe asegurarse que no exista una mezcla combustible después del purgado.
- c) La tubería debe obturarse utilizando bridas ciegas o tapones.
- d) El distribuidor debe mantener un registro de las tuberías desactivadas.

Mantenimiento del sistema de distribución

El distribuidor debe contar con un manual de operación y mantenimiento del sistema en el que se describen, detalladamente, los procedimientos que se llevan a cabo. El manual de operación y mantenimiento debe ser aprobado por la Comisión Reguladora de la Energía y actualizarse de acuerdo con la normatividad aplicable para reflejar los avances tecnológicos en la industria. El manual debe contener, como mínimo, lo siguiente:

- a) Descripción de los procedimientos de operación y mantenimiento del sistema de distribución durante la operación normal, puesta en operación y paro. Dichos procedimientos deben incluir los relativos a las reparaciones del equipo.
- b) Identificación de las instalaciones que presenten el mayor riesgo para la seguridad pública.
- c) Programa de inspecciones periódicas para asegurarse que el sistema de distribución cumple con las especificaciones de diseño.
- d) Programa de mantenimiento preventivo que incluya los procedimientos y los resultados de las pruebas e inspecciones realizadas al sistema de distribución (bitácora de operación y mantenimiento).
- e) Periodicidad de las inspecciones.
- f) Programa de suspensión de trabajos de mantenimiento.

- g) Capacitación al personal que ejecuta las actividades de operación y mantenimiento, para reconocer condiciones potencialmente peligrosas que están sujetas a presentación de informes a la Comisión Reguladora de la Energía.

Calidad del gas natural

El distribuidor tiene la obligación de proporcionar la información que la Comisión Reguladora de la Energía requiera para comprobar que el gas inyectado al sistema de distribución cumple con la Norma Oficial Mexicana NOM 001-SECRE-2002, Calidad del Gas Natural.

Odorización

El distribuidor es responsable de la odorización del gas y del monitoreo del nivel de odorización. La odorización debe realizarse de acuerdo con la normatividad aplicable.

La operación del sistema de distribución debe ser respaldada por un sistema de telecomunicación que permita establecer una comunicación continua durante las 24 horas del día, 365 días del año, entre el centro de operaciones y las cuadrillas encargadas de realizar las labores de operación, mantenimiento, atención a fugas y supervisión del sistema de distribución.

Prevención de accidentes

Durante la inspección de tuberías o la instalación del sistema de distribución debe observarse lo siguiente:

- a) No se debe fumar, tener flamas abiertas, usar linternas que no sean a prueba de explosión o utilizar cualquier otro dispositivo que produzca chispa o represente una fuente de ignición.
- b) En caso de utilizar sopletes, equipo de soldadura o cualquier otra fuente de ignición, es necesario verificar, utilizando el equipo adecuado como un explosímetro, que no existe una mezcla explosiva en el área de trabajo. Antes de proceder a soldar o cortar la tubería con soplete se deben purgar dichas tuberías y tener cerradas las válvulas de suministro.

- c) La tubería de acero debe conectarse a tierra antes de hacer algún trabajo en la línea. La tubería de polietileno debe descargarse de electricidad estática.
- d) La iluminación artificial debe producirse con lámparas e interruptores a prueba de explosión.
- e) Debe contarse en el sitio de trabajo con personal de seguridad y extintores de fuego.

Suspensión de servicio

Notificación de interrupción del servicio.

Cuando sea necesario suspender el servicio por razones de mantenimiento o reparaciones programadas en una línea o algún otro componente del sistema de distribución, el distribuidor debe notificar por algún o varios medios, el periodo de interrupción así como especificar los tramos a reparar, los periodos de tiempo y la reanudación del servicio, apegándose a lo establecido en los artículos 76, 77 y 78 del Reglamento de Gas Natural.

En casos de fuerza mayor o emergencia, los usuarios afectados deben ser notificados por el Distribuidor de las medidas tomadas para restablecer el servicio tan pronto como sea posible.



CONCLUSIONES.

El incremento en el uso del gas natural como un combustible alternativo a otros que generan mayor cantidad de contaminantes agresivos al ambiente, se ha generalizado; pues de los productos que genera el país y que no se han aprovechado por cuestiones económicas, éste es uno de los que se tienen y que lo hemos estado quemando por 50 años sin aprovechamiento de dicha quema.

La reciente apertura a la inversión privada en cuestión de distribución de gas natural para consumo industrial y residencial, ha generado la intervención de empresas que cuentan con la tecnología para la construcción, operación y mantenimiento de las instalaciones de distribución del energético, utilizando procesos constructivos similares a los ya conocidos en otro tipo de obras, e implementando nuevas tecnologías en el proceso constructivo de este tipo de desarrollos de canalización y transporte del gas natural, reguladas por organismos gubernamentales, los cuales cuentan con normas apegadas a las utilizadas en otros países donde este tipo de servicios se han utilizado desde hace más de 50 años.

Este estudio pretende dar a conocer las ventajas que representa el uso de las nuevas tecnologías en construcción, de la misma manera las que proporcionan el uso del gas natural.

La construcción de este tipo de infraestructuras contribuirá a la disminución en el uso de otros combustibles, los cuales generan contaminantes más agresivos, y ayudará a la economía del usuario final, tanto en gastos por consumo como en los mismos por mantenimiento de los equipos de consumo, pues su proceso es uno de los más limpios comparado con otros combustibles.



En cuestión de procedimientos constructivos, los utilizados por cada empresa constructora de redes de distribución de gas natural son similares, puesto que las normas lo establecen; la diferencia entre ellos es la utilización de las nuevas tecnologías de detección de servicio existentes, de zanjado, de limpieza de obra y de otros muchos aspectos que conforman en general la construcción de las redes de gas natural, este trabajo trata de analizar algunos de los procesos necesarios para llevar a buen fin, con buena calidad, seguridad y utilidad hacia el constructor, la infraestructura que dará servicio a miles de personas y por mucho tiempo en todo el país.

Los grandes problemas que representan este tipo de obras en ciudades con alta densidad de población, son las instalaciones existentes en el derecho de vía de la red de distribución de gas natural, de las cuales los organismos responsables de estas instalaciones, en la mayor parte de los casos, no cuentan con planos detallados del trazo que tienen las mismas, es por lo que al iniciar este tipo de obras es necesario ponerse en contacto con todos y cada uno de los responsables de las mismas, para de este modo no dañarlas o hacerlo lo menos posible, pues esto afecta en el desarrollo de la obra retrasando el tiempo de ejecución y aumentando el costo de la misma.

Es por esto que la nueva tecnología en la detección y aseguramiento de las instalaciones existentes es importante conocerla y saber de su aplicación, puesto que disminuyen los riesgos de afectar los servicio con que cuenta la población que será beneficiada con la red de distribución de gas natural.

La experiencia vivida en estas obras, en los diferentes tipos de terreno encontrados en la Ciudad de México, y sus instalaciones existentes, parte de las cuales, sino es que la mayoría de ellas, son muy antiguas, permiten ver, que la forma de abordar cada proyecto es diferente por el modo en el que debe de trabajarse cada uno de ellos y la aplicación de los métodos constructivos a los mismos, tratando de obtener los mejores resultados, tanto en calidad de construcción como en utilidades económicas tanto para el constructor como para el distribuidor el cual administrará la red de distribución de gas natural.



CONCLUSIONES

La politización del tema en lo sucedido recientemente con el gas natural a originado controversia en lo referente a la normatividad de las instalaciones, exponiendo los vicios ocultos en los que incurren constructoras faltas de ética profesional tanto en sus supervisores como en los de las instituciones encargadas de hacerlo, ya que es tan importante la supervisión interna, como la externa, la cual refleja el compromiso de cada una de ellas. Apoyo adicional que se pretende dar con este trabajo a las personas que lo consulten, borrando cualquier mala información proporcionada por medios que así lo hicieren.



BIBLIOGRAFÍA

Curso de Jefes de Obra.
Asociación Mexicana de Gas Natural. A. C.

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

Norma 7.3.13. Petróleos Mexicanos, 5a Edición, Enero de
1990.

Blumenkron, Fernando.
Manejo y uso del Gas L.P. y Natural,
Tomos 1 y 2, Edición 1995

Proyecto de Norma Oficial Mexicana Sobre la Construcción y
Mantenimiento del Sistema de Gas Natural.
NOM-003-SECRE-97

Especificaciones de Operación y mantenimiento.
Consortio Mexigas.

Norma Oficial Mexicana.
NMX-E-43-1997.
Polietileno tubos para Gas Natural o L. P.

Norma Oficial Mexicana NOM-003-SECRE-2002

ASTM D-3350 American Society for Testing and Materials, U.S.A.,
1996 (Materiales termoplásticos de polietileno para tuberías)



BIBLIOGRAFÍA

INTERNET

<http://www.energía.gob.mx/energía/gasnatural.htm>

<http://www.cre.gob.mx/marco/NOMs/nom002secre97.html>.

<http://www.pemex.com.mx>

<http://www.mcelroy.com>

<http://www.driscopipe.com>

INFORMACIÓN OBTENIDA DIRECTAMENTE A TRAVÉS DE OFICINAS DE :

PEMEX Gas y Petroquímica Básica

Subdirección de Ductos, Gerencia Comercial de Transporte.

PEMEX Mantenimiento de Ductos.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



Anexo I

Minutas de recorridos

EN LA LOCALIDAD DE: Valle Dorado DEL MUNICIPIO DE TLALNEPANTLA DE BAZ,
ESTADO DE MÉXICO, SIENDO LAS 11:00 HORAS DEL DIA 8 DEL MES NOVIEMBRE
AÑO 2001 Y REUNIDOS LOS C.C.

C. RAUL LOPEZ
C. CESAR FLORES
C. JAIME ALBA
C. RAUL FUENTES
C. JOSE SALAS
C. GUILLERMO ALBA

PARA TRATAR ASUNTO QUE A CONTINUACIÓN SE MENCIONAN:

CON ESTA FECHA SE REALIZO UN RECORRIDO FÍSICO, CON LA FINALIDAD DE ESTABLECER LA UBICACIÓN DE LAS LÍNEAS PRINCIPALES DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DE O.P.D.M. CON EL OBJETO DE EVITAR AFECTARLAS, DEBIDO A LA INTRODUCCIÓN Y EJECUCIÓN DE LA RED DE GAS NATURAL EN EL MUNICIPIO DE TLALNEPANTLA DE BAZ.

El Recorrido se realizó por las calles de Liverpool, CERRO DE LAS CRUCES, C. DE LUCERNA, TORONTO, MEDALLIN, PUERTO PRINCIPLE, ONTARIO, BLVD. VALLE DORADO, MONTREAL, MONTESIDEO, MEDALLIN, MARRAIBO, MANAGUA, LIMA y LA HABANA.



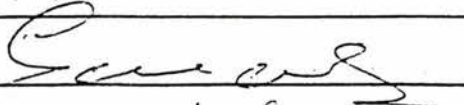

POR PARTE DE O.P.D.M. SE RECUERDA A LA CIA. DE MAXI-GAS RESPETE LA SEPARACIÓN EN CRUCES CON LÍNEAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO CONFORME MARCAN LAS NORMAS Y ACUERDOS DE NO ACEPTAR DICHAS DISPOSICIONES SE PROCEDERA A SUSPENDER LOS TRABAJOS SIN PREVIO AVISO HASTA QUE SE EJECUTE SU CORRECCION Y QUEDA BAJO SU RESPONSABILIDAD CUALQUIER AFECTACION.

- LAS CALAS SE ENTREGAN UNO O DOS DÍAS CON ANTICIPACIÓN.
- LAS REPARACIONES NO SE ADMITEN PROVISIONALES.
- LA LIMPIEZA SE DEBERA REALIZAR CONSTANTEMENTE PARA NO AFECTAR LAS LINEAS DE DRENAJE SI ESTAS SON AFECTADAS LA LIMPIEZA CORRERA POR CUENTA Y RIESGO DE USTEDES

FIRMAN LOS QUE ASISTIERON

C. RAUL LOPEZ
POR MAXI - GAS
C. CESAR FLORES
POR LA CIA. MILLER.

POR LA COORDINACIÓN DE OBRA
C. JAIME ALBA
POR O.P.D.M.
C. RAUL FUENTES
O. P. D. M.
C. JOSE SALAS
O. P. D. M.
C. GUILLERMO ALBA
O. P. D. M.




Raul Fuentes

Guillermo Alba

Responsiva Aviso de Suspensión de Obra

RESPONSIVA A: ING. JOSE GARCIA GUERRERO SUPERVISOR DE OBRA CIA MILLER METKO
ING. CESAR FLORES JIMENEZ QUE TRABAJA PARA MATIAS.

EN INSPECCION DEL DERECHO DE VIA, EFECTUADA EL DIA 16 DE ENERO DE 2002

EN EL LUGAR DENOMINADO: CAJE VALPARAISO FRACC. VALLE DONADO FRENTE DIN. 9NAL. EDO. MEXICO

EN EL KM.: 39+900 APROX. DEL CORREDOR VENTA DE CARPIO-TOLUCA

POR ESTAR HACIENDO 2 AGUEROS DE 1.5M LONG x .50M ANCHO x 2M PROFUNDIDAD CON UN COMPRESOR
Y HERRAMIENTA NEUMATICA ASI COMO CON PROYECTOR SOBRE EL D.D.V SIN AUTORIZACION

EN AREA(S) ADYACENTE(S) AL DERECHO DE VIA E INSTALACIONES PROPIEDAD DE ESTA INSTITUCION A CARGO DE LA SUPERINTENDENCIA GENERAL DE DUCTOS VENTA DE CARPIO

DE PEMEX. SIENDO QUE YA ESTABAN NOTIFICADOS, TAPAR POR FAVOR

ESTE DERECHO DE VIA ALOJA TUBERIAS QUE TRANSPORTAN GAS NATURAL (MUY INFLAMABLE) A ALTAS PRESIONES, ACTUALMENTE EN OPERACION, CUALQUIER ALTERACION A SU ESTABILIDAD O INDUCCION DE EFECTOS MECANICOS COMO IMPACTOS, FLEXION, VIBRACION, CARGA EXCESIVA O LA COMBINACION DE ELLOS PODRIAN PRODUCIR FUGAS ALTAMENTE PELIGROSAS DE GRAVES CONSECUENCIAS, DENTRO DE LAS CUALES PODEMOS MENCIONAR LAS SIGUIENTES:

- A. PERDIDAS DE VIDAS HUMANAS
- B. DESTRUCCION DE INSTALACIONES, MAQUINARIA, EQUIPO, INMUEBLES, ETC.
- C. INTERRUPCION CRITICA DEL TRANSPORTE DE LOS HIDROCARBUROS.
- D. ALTOS COSTOS DE REPARACION DE RECURSOS.

POR LO ANTERIOR LE REQUERIMOS:

1. NO TRANSITAR SOBRE EL DERECHO DE VIA CON MAQUINARIA, ESADA.
2. NO CRUZAR EL DERECHO DE VIA, SALVO QUE EXISTA UN COLCHON SUFICIENTE SOBRE LAS TUBERIAS Y PREVIA INSPECCION Y AUTORIZACION DEL PERSONAL DE ESTA SUPERINTENDENCIA GENERAL DE DUCTOS.
3. NO EFECTUAR EXCAVACIONES PROFUNDAS CERCANAS AL DERECHO DE VIA QUE ALTEREN, EN EL MOMENTO, O POSTERIORMENTE LA ESTABILIDAD DEL MISMO.
4. NO CONSTRUIR CERCA O SOBRE EL DERECHO DE VIA.
5. NO DEPOSITAR O ALMACENAR MATERIAL ALGUNO SOBRE EL DERECHO DE VIA.

PARA CUALQUIER INFORMACION SIRVASE COMUNICAR A LOS TELEFONOS

(01) 55-31-18-64 58-38-92-62, 58-38-92-63, 57-22-25-00 EXT. 34-260, 34-261, EXT. FAX 34-256

(01) 800-01-229 SIN COSTO, LAS 24 HORAS DEL DIA, LOS 365 DIAS DEL AÑO.

O DIRIGIRSE A:

KM. 30.5 CARRETERA MEXICO-PIRAMIDES, VENTA DE CARPIO, EDO. DE MEXICO.

José García Guerrero
 ENTERADO

ATENTAMENTE
 PEMEX GAS Y PETROQUIMICAS BASICA

César Flores
 NOMBRE Y FIRMA

Saúl Pérez Morales
 NOMBRE Y FIRMA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



Anexo II

Prueba del Pocket Logger



Miller

Miller Pipeline de México, S.A. de C.V.

Libertad No. 1
Fracc. Industrial Puente de Vigas
Tlanepantla, Edo. de México 54070
Tel: (5) 384-0434
Fax: (5) 384-0436
email: mail@millermexico.com

Tlanepantla, Edo. de México a 27 de noviembre de 2002

ENVIADO VÍA MENSAJERO

Ing. Daniel Hernández
Jefe de Supervisores Alta Presión
Dirección Regional Poniente
Consortio Mexigas, S.A. de C.V.
Circuito Ingenieros No. 1
Cd. Satélite
Naucalpan, Edo. de México, 53100

Ref.: *Contrato LG-MI-001-DE-01/2000*

Estimado Ing. Hernández,

Por este conducto nuestra empresa Miller Pipeline de México, S.A. de C.V. le hace entrega de la prueba de hermeticidad No. 92 de las tuberías que hemos instalado en el proyecto: **SANTA CECILIA B-TLA-019-001**, en el Condominio A en Tlanepantla, Edo. de México.

Dicha prueba fue efectuada con una Data Logger marca Pace Scientific número de serie CM0009C393 el cual es un instrumento de alta precisión, calibrado bajo el régimen NIST, el cual cuenta con el certificado de calibración No. MCM0009C393 de fecha 5 de septiembre del 2000. Con anterioridad ya les hemos hecho entrega de la copia del certificado de calibración de este mismo aparato.

Sin más por el momento le enviamos el más cordial de los saludos.

Atentamente,

Arq. Raúl Cruz Montelongo
Gerente de Proyecto
Miller Pipeline de México, S.A. de C.V.

c.c.p expediente



NUMERO DE PRUEBA	92
INCIO DE PRUEBA	23/11/02
FIN DE PRUEBA	26/11/02

PROYECTO SANTA CECILIA B-TLA-0193-001
 CONTRATO LG-MI-001-DE-01/2000
 EMPRESA MILLER PIPELINE DE MEXICO, S.A. DE C.V.
 MUNICIPIO TLANEPANTLA

TUBERIA POLIETILENO
 EQUIPO POCKET LOGGER XR-440M
 MARCA PACE SCIENTIFIC
 NO DE SERIE CM0009C393

DIÁMETROS Y LONGITUDES

250	200	160	125	110	63	40	TOTAL
						360.50	

PRUEBA DE RESITENCIA

ALCANCE	FECHA	HORA	PSI	BAR	OBSERVACIONES
INICIO DE PRUEBA	23/11/02	11:20:02	98.0210	6.763449	
FIN DE PRUEBA	24/11/02	12:10:02	98.3120	6.783528	
DIFERENCIA			0.2910	0.02037	

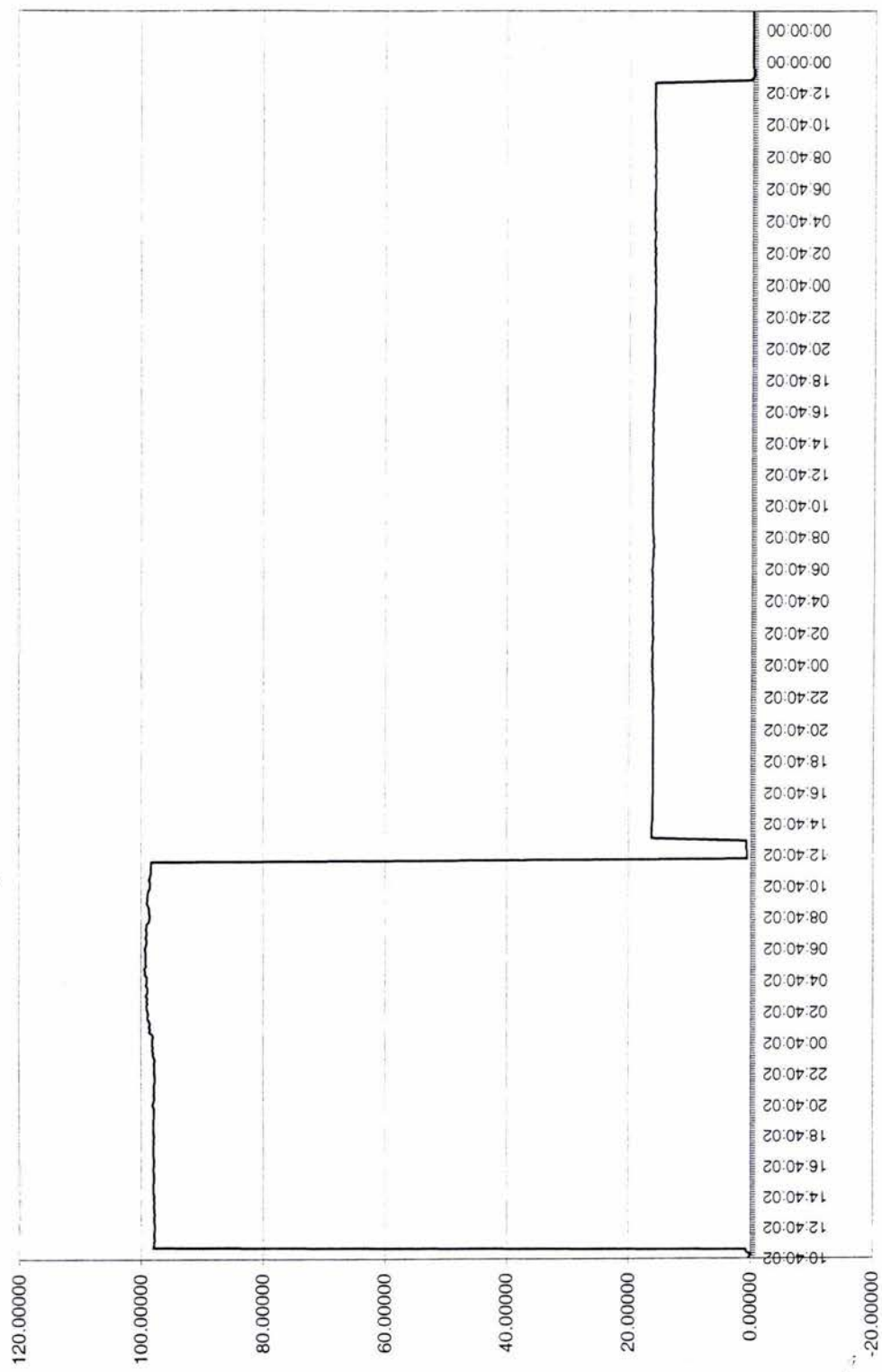
PRUEBA DE HERMETICIDAD

ALCANCE	FECHA	HORA	PSI	BAR	OBSERVACIONES
INICIO DE PRUEBA	24/11/02	13:40:02	16.2800	1.12332	
FIN DE PRUEBA	26/11/02	13:10:02	15.9160	1.098204	
DIFERENCIA			-0.3640	-0.02548	

MILLER PIPELINE DE MEXICO, S.A. DE C.V.

CONSORCIO MEXIGAS, S.A. DE C.V.

PRUEBA DE RESISTENCIA Y HERMETICIDAD
PROYECTO SANTA CECILIA B-TLA-019-001
CONDOMINIO A PAJARITOS
PRUEBA NUMERO 92



PRUEBA DE PRESION - INFORMACION DATA LOGGER

Miller Pipeline de México, S.A. de C.V.

Prueba de Resitencia y Hermeticidad

PROYECTO	SANTA CECILIA B-TLA-019-001
CONTRATO	LG-MI-001-DE-01/2000
EMPRESA	MILLER PIPELINE DE MEXICO, S.A. DE C.V.
MUNICIPIO	TLANEPANTLA
TUBERIA	POLIETILENO
EQUIPO	POCKET LOGGER XR-440M
MARCA	PACE SCIENTIFIC
NO DE SERIE	CM0009C393

INFORMACION DE ARCHIVO

Source File: C:\PROGRA-1\PSLOG\PAJARI.PL1	
ID: Pace Scientific Inc	XR440-M 12 bit
Ch1 lbl/sci: Presion	/-30.40 0267.4
Ch2 lbl/sci: Channel 2	/C
Ch3 lbl/sci: Channel 3	/C
Ch4 lbl/sci: Channel 4	/C
Rate (mins): 10.000000000000	Bat: 7.6
First:	Wed 20-Nov-2002 12:34:17am
Last:	Tue 26-Nov-2002 5:20:03pm
Transferred:	Tue 26-Nov-2002 5:38:29pm
Eq. PC time:	Tue 26-Nov-2002 5:38:50p.

FECHA	HORA	PRESION		OBSERVACIONES
		PSI	BAR	
11/23/2002	10:40:02	0.286	0.01973	
11/23/2002	10:50:02	0.005	0.00035	
11/23/2002	11:00:02	0.733	0.05058	
11/23/2002	11:10:02	0.795	0.05486	
11/23/2002	11:20:02	98.021	7.32235	Inicio de Prueba de Resistencia
11/23/2002	11:30:02	97.875	6.75338	
11/23/2002	11:40:02	97.875	6.75338	
11/23/2002	11:50:02	97.730	6.74337	
11/23/2002	12:00:02	97.802	6.74834	
11/23/2002	12:10:02	97.802	6.74834	
11/23/2002	12:20:02	97.802	6.74834	
11/23/2002	12:30:02	97.730	6.74337	
11/23/2002	12:40:02	97.730	6.74337	
11/23/2002	12:50:02	97.730	6.74337	
11/23/2002	13:00:02	97.802	6.74834	
11/23/2002	13:10:02	97.802	6.74834	
11/23/2002	13:20:02	97.802	6.74834	
11/23/2002	13:30:02	97.730	6.74337	
11/23/2002	13:40:02	97.802	6.74834	
11/23/2002	13:50:02	97.802	6.74834	
11/23/2002	14:00:02	97.875	6.75338	
11/23/2002	14:10:02	97.802	6.74834	
11/23/2002	14:20:02	97.802	6.74834	
11/23/2002	14:30:02	97.875	6.75338	
11/23/2002	14:40:02	97.802	6.74834	
11/23/2002	14:50:02	97.875	6.75338	
11/23/2002	15:00:02	97.948	6.75841	
11/23/2002	15:10:02	97.948	6.75841	
11/23/2002	15:20:02	97.948	6.75841	
11/23/2002	15:30:02	97.948	6.75841	
11/23/2002	15:40:02	97.875	6.75338	
11/23/2002	15:50:02	97.875	6.75338	

PRUEBA DE PRESION - INFORMACION DATA LOGGER

Miller Pipeline de México, S.A. de C.V.

Prueba de Resitencia y Hermeticidad

PROYECTO	SANTA CECILIA B-TLA-019-001
CONTRATO	LG-MI-001-DE-01/2000
EMPRESA	MILLER PIPELINE DE MEXICO, S.A. DE C.V.
MUNICIPIO	TLANEPANTLA
TUBERIA	POLIETILENO
EQUIPO	POCKET LOGGER XR-440M
MARCA	PACE SCIENTIFIC
NO DE SERIE	CM0009C393

INFORMACIÓN DE ARCHIVO

Source File: C:\PROGRA-1\PSLOG\PAJARI.PL1	
ID: Pace Scientific Inc	XR440-M 12 bit
Ch1 lbl/sci: Presion	/-30.40 0267.4
Ch2 lbl/sci: Channel 2	/C
Ch3 lbl/sci: Channel 3	/C
Ch4 lbl/sci: Channel 4	/C
Rate (mins): 10.000000000000000	Bat: 7.6
First:	Wed 20-Nov-2002 12:34:17am
Last:	Tue 26-Nov-2002 5:20:03pm
Transferred:	Tue 26-Nov-2002 5:38:29pm
Eq. PC time:	Tue 26-Nov-2002 5:38:50p.

FECHA	HORA	PRESION		OBSERVACIONES
		PSI	BAR	
11/23/2002	16:00:02	97.875	6.75338	
11/23/2002	16:10:02	97.875	6.75338	
11/23/2002	16:20:02	97.948	6.75841	
11/23/2002	16:30:02	97.948	6.75841	
11/23/2002	16:40:02	97.875	6.75338	
11/23/2002	16:50:02	97.875	6.75338	
11/23/2002	17:00:02	97.875	6.75338	
11/23/2002	17:10:02	97.875	6.75338	
11/23/2002	17:20:02	97.948	6.75841	
11/23/2002	17:30:02	97.948	6.75841	
11/23/2002	17:40:02	97.948	6.75841	
11/23/2002	17:50:02	97.948	6.75841	
11/23/2002	18:00:02	97.948	6.75841	
11/23/2002	18:10:02	97.875	6.75338	
11/23/2002	18:20:02	97.948	6.75841	
11/23/2002	18:30:02	97.875	6.75338	
11/23/2002	18:40:02	97.875	6.75338	
11/23/2002	18:50:02	97.948	6.75841	
11/23/2002	19:00:02	97.948	6.75841	
11/23/2002	19:10:02	97.948	6.75841	
11/23/2002	19:20:02	97.948	6.75841	
11/23/2002	19:30:02	97.948	6.75841	
11/23/2002	19:40:02	97.948	6.75841	
11/23/2002	19:50:02	97.875	6.75338	
11/23/2002	20:00:02	97.875	6.75338	
11/23/2002	20:10:02	97.875	6.75338	
11/23/2002	20:20:02	97.875	6.75338	
11/23/2002	20:30:02	97.875	6.75338	
11/23/2002	20:40:02	98.093	6.76842	
11/23/2002	20:50:02	97.948	6.75841	
11/23/2002	21:00:02	97.802	6.74834	
11/23/2002	21:10:02	97.802	6.74834	

PRUEBA DE PRESION - INFORMACION DATA LOGGER

Miller Pipeline de México, S.A. de C.V.

Prueba de Resistencia y Hermeticidad

PROYECTO	SANTA CECILIA B-TLA-019-001
CONTRATO	LG-MI-001-DE-01/2000
EMPRESA	MILLER PIPELINE DE MEXICO, S.A. DE C.V.
MUNICIPIO	TLANEPANTLA
TUBERIA	POLIETILENO
EQUIPO	POCKET LOGGER XR-440M
MARCA	PACE SCIENTIFIC
NO DE SERIE	CM0009C393

INFORMACIÓN DE ARCHIVO

Source File: C:\PROGRA~1\PSLOG\PAJARI.PL1	
ID: Pace Scientific Inc	XR440-M 12 bit
Ch1 lbl/scl: Presion	/-30.40 0267.4
Ch2 lbl/scl: Channel 2	/C
Ch3 lbl/scl: Channel 3	/C
Ch4 lbl/scl: Channel 4	/C
Rate (mins): 10.0000000000000	Bat: 7.6
First:	Wed 20-Nov-2002 12:34:17am
Last:	Tue 26-Nov-2002 5:20:03pm
Transferred:	Tue 26-Nov-2002 5:38:29pm
Eq. PC time:	Tue 26-Nov-2002 5:38:50p.

FECHA	HORA	PRESION		OBSERVACIONES
		PSI	BAR	
11/23/2002	21:20:02	97.875	6.75338	
11/23/2002	21:30:02	97.802	6.74834	
11/23/2002	21:40:02	97.875	6.75338	
11/23/2002	21:50:02	97.875	6.75338	
11/23/2002	22:00:02	97.802	6.74834	
11/23/2002	22:10:02	97.730	6.74337	
11/23/2002	22:20:02	97.730	6.74337	
11/23/2002	22:30:02	97.730	6.74337	
11/23/2002	22:40:02	97.802	6.74834	
11/23/2002	22:50:02	97.802	6.74834	
11/23/2002	23:00:02	97.802	6.74834	
11/23/2002	23:10:02	97.802	6.74834	
11/23/2002	23:20:02	97.802	6.74834	
11/23/2002	23:30:02	97.730	6.74337	
11/23/2002	23:40:02	97.802	6.74834	
11/23/2002	23:50:02	98.021	6.76345	
11/24/2002	00:00:02	97.948	6.75841	
11/24/2002	00:10:02	98.166	6.77345	
11/24/2002	00:20:02	98.021	6.76345	
11/24/2002	00:30:02	98.166	6.77345	
11/24/2002	00:40:02	98.093	6.76842	
11/24/2002	00:50:02	98.166	6.77345	
11/24/2002	01:00:02	98.021	6.76345	
11/24/2002	01:10:02	98.093	6.76842	
11/24/2002	01:20:02	98.603	6.80361	
11/24/2002	01:30:02	98.457	6.79353	
11/24/2002	01:40:02	98.675	6.80858	
11/24/2002	01:50:02	98.457	6.79353	
11/24/2002	02:00:02	98.603	6.80361	
11/24/2002	02:10:02	98.893	6.82362	
11/24/2002	02:20:02	98.893	6.82362	
11/24/2002	02:30:02	98.821	6.81865	

PRUEBA DE PRESION - INFORMACION DATA LOGGER

Miller Pipeline de México, S.A. de C.V.

Prueba de Resitencia y Hermeticidad

PROYECTO	SANTA CECILIA B-TLA-019-001
CONTRATO	LG-MI-001-DE-01/2000
EMPRESA	MILLER PIPELINE DE MEXICO, S.A. DE C.V.
MUNICIPIO	TLANEPANTLA
TUBERIA	POLIETILENO
EQUIPO	POCKET LOGGER XR-440M
MARCA	PACE SCIENTIFIC
NO DE SERIE	CM0009C393

INFORMACION DE ARCHIVO

Source File: C:\PROGRA-1\PSLOG\PAJARI.PL1	
ID: Pace Scientific Inc	XR440-M 12 bit
Ch1 lbl/scl: Presion	/-30.40 0267.4
Ch2 lbl/scl: Channel 2	/C
Ch3 lbl/scl: Channel 3	/C
Ch4 lbl/scl: Channel 4	/C
Rate (mins): 10.000000000000	Bat: 7.6
First:	Wed 20-Nov-2002 12:34:17am
Last:	Tue 26-Nov-2002 5:20:03pm
Transferred:	Tue 26-Nov-2002 5:38:29pm
Eq. PC time:	Tue 26-Nov-2002 5:38:50p.

FECHA	HORA	PRESION		OBSERVACIONES
		PSI	BAR	
11/24/2002	02:40:02	98.893	6.82362	
11/24/2002	02:50:02	99.039	6.83369	
11/24/2002	03:00:02	99.112	6.83873	
11/24/2002	03:10:02	98.966	6.82865	
11/24/2002	03:20:02	99.039	6.83369	
11/24/2002	03:30:02	98.966	6.82865	
11/24/2002	03:40:02	99.184	6.84370	
11/24/2002	03:50:02	98.966	6.82865	
11/24/2002	04:00:02	98.966	6.82865	
11/24/2002	04:10:02	98.966	6.82865	
11/24/2002	04:20:02	99.184	6.84370	
11/24/2002	04:30:02	99.039	6.83369	
11/24/2002	04:40:02	99.039	6.83369	
11/24/2002	04:50:02	99.039	6.83369	
11/24/2002	05:00:02	99.330	6.85377	
11/24/2002	05:10:02	99.330	6.85377	
11/24/2002	05:20:02	99.403	6.85881	
11/24/2002	05:30:02	99.184	6.84370	
11/24/2002	05:40:02	99.257	6.84873	
11/24/2002	05:50:02	99.257	6.84873	
11/24/2002	06:00:02	99.257	6.84873	
11/24/2002	06:10:02	99.257	6.84873	
11/24/2002	06:20:02	99.257	6.84873	
11/24/2002	06:30:02	99.330	6.85377	
11/24/2002	06:40:02	99.330	6.85377	
11/24/2002	06:50:02	99.184	6.84370	
11/24/2002	07:00:02	99.112	6.83873	
11/24/2002	07:10:02	99.039	6.83369	
11/24/2002	07:20:02	99.257	6.84873	
11/24/2002	07:30:02	99.112	6.83873	
11/24/2002	07:40:02	99.039	6.83369	
11/24/2002	07:50:02	99.184	6.84370	

PRUEBA DE PRESION - INFORMACION DATA LOGGER

Miller Pipeline de México, S.A. de C.V.

Prueba de Resistencia y Hermeticidad

PROYECTO	SANTA CECILIA B-TLA-019-001
CONTRATO	LG-MI-001-DE-01/2000
EMPRESA	MILLER PIPELINE DE MEXICO, S.A. DE C.V.
MUNICIPIO	TLANEPANTLA
TUBERIA	POLIETILENO
EQUIPO	POCKET LOGGER XR-440M
MARCA	PACE SCIENTIFIC
NO DE SERIE	CM0009C393

INFORMACION DE ARCHIVO

Source File: C:\PROGRA~1\PSLOG\PAJARI.PL1	
ID: Pace Scientific Inc	XR440-M 12 bit
Ch1 lbl/scl: Presion	/-30.40 0267.4
Ch2 lbl/scl: Channel 2	/C
Ch3 lbl/scl: Channel 3	/C
Ch4 lbl/scl: Channel 4	/C
Rate (mins): 10.000000000000	Bat: 7.6
First:	Wed 20-Nov-2002 12:34:17am
Last:	Tue 26-Nov-2002 5:20:03pm
Transferred:	Tue 26-Nov-2002 5:38:29pm
Eq. PC time:	Tue 26-Nov-2002 5:38:50p.

FECHA	HORA	PRESION		OBSERVACIONES
		PSI	BAR	
11/24/2002	08:00:02	99.112	6.83873	
11/24/2002	08:10:02	99.112	6.83873	
11/24/2002	08:20:02	98.675	6.80858	
11/24/2002	08:30:02	98.603	6.80361	
11/24/2002	08:40:02	98.530	6.79857	
11/24/2002	08:50:02	98.603	6.80361	
11/24/2002	09:00:02	98.675	6.80858	
11/24/2002	09:10:02	98.675	6.80858	
11/24/2002	09:20:02	98.821	6.81865	
11/24/2002	09:30:02	99.039	6.83369	
11/24/2002	09:40:02	98.966	6.82865	
11/24/2002	09:50:02	98.966	6.82865	
11/24/2002	10:00:02	98.893	6.82362	
11/24/2002	10:10:02	98.893	6.82362	
11/24/2002	10:20:02	98.748	6.81361	
11/24/2002	10:30:02	98.530	6.79857	
11/24/2002	10:40:02	98.530	6.79857	
11/24/2002	10:50:02	98.457	6.79353	
11/24/2002	11:00:02	98.675	6.80858	
11/24/2002	11:10:02	98.530	6.79857	
11/24/2002	11:20:02	98.457	6.79353	
11/24/2002	11:30:02	98.312	6.78353	
11/24/2002	11:40:02	98.384	6.78850	
11/24/2002	11:50:02	98.312	6.78353	
11/24/2002	12:00:02	98.312	6.78353	
11/24/2002	12:10:02	98.312	6.78353	Fin de Prueba de Resistencia
11/24/2002	12:20:02	0.606	0.04181	
11/24/2002	12:30:02	0.606	0.04181	
11/24/2002	12:40:02	0.606	0.04181	
11/24/2002	12:50:02	0.606	0.04181	
11/24/2002	13:00:02	0.787	0.05430	
11/24/2002	13:10:02	0.787	0.05430	

PRUEBA DE PRESION - INFORMACION DATA LOGGER

Miller Pipeline de México, S.A. de C.V.

Prueba de Resistencia y Hermeticidad

PROYECTO	SANTA CECILIA B-TLA-019-001
CONTRATO	LG-MI-001-DE-01/2000
EMPRESA	MILLER PIPELINE DE MEXICO, S.A. DE C.V.
MUNICIPIO	TLANEPANTLA
TUBERIA	POLIETILENO
EQUIPO	POCKET LOGGER XR-440M
MARCA	PACE SCIENTIFIC
NO DE SERIE	CM0009C393

INFORMACIÓN DE ARCHIVO

Source File: C:\PROGRA~1\PSLOG\PAJARI.PL1	
ID: Pace Scientific Inc	XR440-M 12 bit
Ch1 lbl/scl: Presion	/-30.40 0267.4
Ch2 lbl/scl: Channel 2	/C
Ch3 lbl/scl: Channel 3	/C
Ch4 lbl/scl: Channel 4	/C
Rate (mins): 10.0000000000000	Bat: 7.6
First:	Wed 20-Nov-2002 12:34:17am
Last:	Tue 26-Nov-2002 5:20:03pm
Transferred:	Tue 26-Nov-2002 5:38:29pm
Eq. PC time:	Tue 26-Nov-2002 5:38:50p.

FECHA	HORA	PRESION		OBSERVACIONES
		PSI	BAR	
11/24/2002	13:20:02	0.787	0.05430	
11/24/2002	13:30:02	0.787	0.05430	
11/24/2002	13:40:02	16.280	1.12332	Inicio de Prueba de Hermeticidad
11/24/2002	13:50:02	16.280	1.12332	
11/24/2002	14:00:02	16.280	1.12332	
11/24/2002	14:10:02	16.280	1.12332	
11/24/2002	14:20:02	16.280	1.12332	
11/24/2002	14:30:02	16.207	1.11828	
11/24/2002	14:40:02	16.207	1.11828	
11/24/2002	14:50:02	16.134	1.11325	
11/24/2002	15:00:02	16.134	1.11325	
11/24/2002	15:10:02	16.134	1.11325	
11/24/2002	15:20:02	16.134	1.11325	
11/24/2002	15:30:02	16.134	1.11325	
11/24/2002	15:40:02	16.134	1.11325	
11/24/2002	15:50:02	16.134	1.11325	
11/24/2002	16:00:02	16.134	1.11325	
11/24/2002	16:10:02	16.134	1.11325	
11/24/2002	16:20:02	16.134	1.11325	
11/24/2002	16:30:02	16.062	1.10828	
11/24/2002	16:40:02	16.062	1.10828	
11/24/2002	16:50:02	16.062	1.10828	
11/24/2002	17:00:02	16.062	1.10828	
11/24/2002	17:10:02	16.062	1.10828	
11/24/2002	17:20:02	16.062	1.10828	
11/24/2002	17:30:02	16.062	1.10828	
11/24/2002	17:40:02	16.062	1.10828	
11/24/2002	17:50:02	16.062	1.10828	
11/24/2002	18:00:02	16.062	1.10828	
11/24/2002	18:10:02	16.062	1.10828	
11/24/2002	18:20:02	16.062	1.10828	
11/24/2002	18:30:02	16.062	1.10828	

PRUEBA DE PRESION - INFORMACION DATA LOGGER

Miller Pipeline de México, S.A. de C.V.

Prueba de Resistencia y Hermeticidad

PROYECTO	SANTA CECILIA B-TLA-019-001
CONTRATO	LG-MI-001-DE-01/2000
EMPRESA	MILLER PIPELINE DE MEXICO, S.A. DE C.V.
MUNICIPIO	TLANEPANTLA
TUBERIA	POLIETILENO
EQUIPO	POCKET LOGGER XR-440M
MARCA	PACE SCIENTIFIC
NO DE SERIE	CM0009C393

INFORMACIÓN DE ARCHIVO

Source File: C:\PROGRA-1\PSLOG\PAJARI.PL1	
ID: Pace Scientific Inc	XR440-M 12 bit
Ch1 lbl/sci: Presion	/-30.40 0267.4
Ch2 lbl/sci: Channel 2	/C
Ch3 lbl/sci: Channel 3	/C
Ch4 lbl/sci: Channel 4	/C
Rate (mins): 10.0000000000000	Bat: 7.6
First:	Wed 20-Nov-2002 12:34:17am
Last:	Tue 26-Nov-2002 5:20:03pm
Transferred:	Tue 26-Nov-2002 5:38:29pm
Eq. PC time:	Tue 26-Nov-2002 5:38:50p.

FECHA	HORA	PRESION		OBSERVACIONES
		PSI	BAR	
11/24/2002	18:40:02	16.062	1.10828	
11/24/2002	18:50:02	16.062	1.10828	
11/24/2002	19:00:02	16.062	1.10828	
11/24/2002	19:10:02	16.062	1.10828	
11/24/2002	19:20:02	16.062	1.10828	
11/24/2002	19:30:02	16.062	1.10828	
11/24/2002	19:40:02	16.062	1.10828	
11/24/2002	19:50:02	16.062	1.10828	
11/24/2002	20:00:02	16.062	1.10828	
11/24/2002	20:10:02	16.062	1.10828	
11/24/2002	20:20:02	16.062	1.10828	
11/24/2002	20:30:02	16.062	1.10828	
11/24/2002	20:40:02	16.062	1.10828	
11/24/2002	20:50:02	16.062	1.10828	
11/24/2002	21:00:02	16.062	1.10828	
11/24/2002	21:10:02	16.062	1.10828	
11/24/2002	21:20:02	16.062	1.10828	
11/24/2002	21:30:02	16.062	1.10828	
11/24/2002	21:40:02	16.134	1.11325	
11/24/2002	21:50:02	16.134	1.11325	
11/24/2002	22:00:02	16.062	1.10828	
11/24/2002	22:10:02	16.134	1.11325	
11/24/2002	22:20:02	16.134	1.11325	
11/24/2002	22:30:02	16.062	1.10828	
11/24/2002	22:40:02	16.062	1.10828	
11/24/2002	22:50:02	16.062	1.10828	
11/24/2002	23:00:02	16.062	1.10828	
11/24/2002	23:10:02	16.062	1.10828	
11/24/2002	23:20:02	16.134	1.11325	
11/24/2002	23:30:02	16.134	1.11325	
11/24/2002	23:40:02	16.207	1.11828	
11/24/2002	23:50:02	16.207	1.11828	

PRUEBA DE PRESION - INFORMACION DATA LOGGER

Miller Pipeline de México, S.A. de C.V.

Prueba de Resistencia y Hermeticidad

PROYECTO	SANTA CECILIA B-TLA-019-001
CONTRATO	LG-MI-001-DE-01/2000
EMPRESA	MILLER PIPELINE DE MEXICO, S.A. DE C.V.
MUNICIPIO	TLANEPANTLA
TUBERIA	POLIETILENO
EQUIPO	POCKET LOGGER XR-440M
MARCA	PACE SCIENTIFIC
NO DE SERIE	CM0009C393

INFORMACIÓN DE ARCHIVO

Source File: C:\PROGRA~1\PSLOG\PAJARI.PL1	
ID: Pace Scientific Inc	XR440-M 12 bit
Ch1 lbl/scl: Presion	/-30.40 0267.4
Ch2 lbl/scl: Channel 2	/C
Ch3 lbl/scl: Channel 3	/C
Ch4 lbl/scl: Channel 4	/C
Rate (mins): 10.000000000000	Bat: 7.6
First:	Wed 20-Nov-2002 12:34:17am
Last:	Tue 26-Nov-2002 5:20:03pm
Transferred:	Tue 26-Nov-2002 5:38:29pm
Eq. PC time:	Tue 26-Nov-2002 5:38:50p.

FECHA	HORA	PRESION		OBSERVACIONES
		PSI	BAR	
11/25/2002	00:00:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	00:10:02	16.280	1.12332	
11/25/2002	00:20:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	00:30:02	16.280	1.12332	
11/25/2002	00:40:02	16.280	1.12332	
11/25/2002	00:50:02	16.280	1.12332	
11/25/2002	01:00:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	01:10:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	01:20:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	01:30:02	16.280	1.12332	
11/25/2002	01:40:02	16.280	1.12332	
11/25/2002	01:50:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	02:00:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	02:10:02	16.134	1.11325	
11/25/2002	02:20:02	16.134	1.11325	
11/25/2002	02:30:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	02:40:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	02:50:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	03:00:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	03:10:02	16.134	1.11325	
11/25/2002	03:20:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	03:30:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	03:40:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	03:50:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	04:00:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	04:10:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	04:20:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	04:30:02	16.280	1.12332	
11/25/2002	04:40:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	04:50:02	16.280	1.12332	
11/25/2002	05:00:02	16.280	1.12332	
11/25/2002	05:10:02	16.280	1.12332	

PRUEBA DE PRESION - INFORMACION DATA LOGGER

Miller Pipeline de México, S.A. de C.V.

Prueba de Resistencia y Hermeticidad

PROYECTO	SANTA CECILIA B-TLA-019-001
CONTRATO	LG-MI-001-DE-01/2000
EMPRESA	MILLER PIPELINE DE MEXICO, S.A. DE C.V.
MUNICIPIO	TLANEPANTLA
TUBERIA	POLIETILENO
EQUIPO	POCKET LOGGER XR-440M
MARCA	PACE SCIENTIFIC
NO DE SERIE	CM0009C393

INFORMACIÓN DE ARCHIVO

Source File: C:\PROGRA-1\PSLOG\PAJARI.PL1	
ID: Pace Scientific Inc	XR440-M 12 bit
Ch1 lbl/scl: Presion	/-30.40 0267.4
Ch2 lbl/scl: Channel 2	/C
Ch3 lbl/scl: Channel 3	/C
Ch4 lbl/scl: Channel 4	/C
Rate (mins): 10.000000000000	Bat: 7.6
First:	Wed 20-Nov-2002 12:34:17am
Last:	Tue 26-Nov-2002 5:20:03pm
Transferred:	Tue 26-Nov-2002 5:38:29pm
Eq. PC time:	Tue 26-Nov-2002 5:38:50p.

FECHA	HORA	PRESION		OBSERVACIONES
		PSI	BAR	
11/25/2002	05:20:02	16.280	1.12332	
11/25/2002	05:30:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	05:40:02	16.280	1.12332	
11/25/2002	05:50:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	06:00:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	06:10:02	16.280	1.12332	
11/25/2002	06:20:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	06:30:02	16.353	1.12836	
11/25/2002	06:40:02	16.280	1.12332	
11/25/2002	06:50:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	07:00:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	07:10:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	07:20:02	16.134	1.11325	
11/25/2002	07:30:02	16.134	1.11325	
11/25/2002	07:40:02	16.134	1.11325	
11/25/2002	07:50:02	16.134	1.11325	
11/25/2002	08:00:02	15.989	1.10324	
11/25/2002	08:10:02	16.062	1.10828	
11/25/2002	08:20:02	16.134	1.11325	
11/25/2002	08:30:02	16.062	1.10828	
11/25/2002	08:40:02	16.134	1.11325	
11/25/2002	08:50:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	09:00:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	09:10:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	09:20:02	16.280	1.12332	
11/25/2002	09:30:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	09:40:02	16.280	1.12332	
11/25/2002	09:50:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	10:00:02	16.280	1.12332	
11/25/2002	10:10:02	16.280	1.12332	
11/25/2002	10:20:02	16.280	1.12332	
11/25/2002	10:30:02	16.280	1.12332	

PRUEBA DE PRESION - INFORMACION DATA LOGGER

Miller Pipeline de México, S.A. de C.V.

Prueba de Resistencia y Hermeticidad

PROYECTO	SANTA CECILIA B-TLA-019-001
CONTRATO	LG-MI-001-DE-01/2000
EMPRESA	MILLER PIPELINE DE MEXICO, S.A. DE C.V.
MUNICIPIO	TLANEPANTLA
TUBERIA	POLIETILENO
EQUIPO	POCKET LOGGER XR-440M
MARCA	PACE SCIENTIFIC
NO DE SERIE	CM0009C393

INFORMACIÓN DE ARCHIVO

Source File: C:\PROGRA~1\PSLOG\PAJARI.PL1	
ID: Pace Scientific Inc	XR440-M 12 bit
Ch1 lbl/scl: Presion	/-30.40 0267.4
Ch2 lbl/scl: Channel 2	/C
Ch3 lbl/scl: Channel 3	/C
Ch4 lbl/scl: Channel 4	/C
Rate (mins): 10.0000000000000	Bat: 7.6
First:	Wed 20-Nov-2002 12:34:17am
Last:	Tue 26-Nov-2002 5:20:03pm
Transferred:	Tue 26-Nov-2002 5:38:29pm
Eq. PC time:	Tue 26-Nov-2002 5:38:50p.

FECHA	HORA	PRESION		OBSERVACIONES
		PSI	BAR	
11/25/2002	10:40:02	16.280	1.12332	
11/25/2002	10:50:02	16.280	1.12332	
11/25/2002	11:00:02	16.280	1.12332	
11/25/2002	11:10:02	16.280	1.12332	
11/25/2002	11:20:02	16.280	1.12332	
11/25/2002	11:30:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	11:40:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	11:50:02	16.280	1.12332	
11/25/2002	12:00:02	16.280	1.12332	
11/25/2002	12:10:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	12:20:02	16.280	1.12332	
11/25/2002	12:30:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	12:40:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	12:50:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	13:00:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	13:10:02	16.280	1.12332	
11/25/2002	13:20:02	16.280	1.12332	
11/25/2002	13:30:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	13:40:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	13:50:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	14:00:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	14:10:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	14:20:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	14:30:02	16.134	1.11325	
11/25/2002	14:40:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	14:50:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	15:00:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	15:10:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	15:20:02	16.134	1.11325	
11/25/2002	15:30:02	16.134	1.11325	
11/25/2002	15:40:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	15:50:02	16.207	1.11828	

PRUEBA DE PRESION - INFORMACION DATA LOGGER

Miller Pipeline de México, S.A. de C.V.

Prueba de Resistencia y Hermeticidad

PROYECTO	SANTA CECILIA B-TLA-019-001
CONTRATO	LG-MI-001-DE-01/2000
EMPRESA	MILLER PIPELINE DE MEXICO, S.A. DE C.V.
MUNICIPIO	TLANEPANTLA
TUBERIA	POLIETILENO
EQUIPO	POCKET LOGGER XR-440M
MARCA	PACE SCIENTIFIC
NO DE SERIE	CM0009C393

INFORMACIÓN DE ARCHIVO

Source File: C:\PROGRA~1\PSLOG\PAJARI.PL1	
ID: Pace Scientific Inc	XR440-M 12 bit
Ch1 lbl/sci: Presion	/-30.40 0267.4
Ch2 lbl/sci: Channel 2	/C
Ch3 lbl/sci: Channel 3	/C
Ch4 lbl/sci: Channel 4	/C
Rate (mins): 10.000000000000	Bat: 7.6
First:	Wed 20-Nov-2002 12:34:17am
Last:	Tue 26-Nov-2002 5:20:03pm
Transferred:	Tue 26-Nov-2002 5:38:29pm
Eq. PC time:	Tue 26-Nov-2002 5:38:50p.

FECHA	HORA	PRESION		OBSERVACIONES
		PSI	BAR	
11/25/2002	16:00:02	16.134	1.11325	
11/25/2002	16:10:02	16.134	1.11325	
11/25/2002	16:20:02	16.134	1.11325	
11/25/2002	16:30:02	16.134	1.11325	
11/25/2002	16:40:02	16.207	1.11828	
11/25/2002	16:50:02	16.134	1.11325	
11/25/2002	17:00:02	16.134	1.11325	
11/25/2002	17:10:02	16.134	1.11325	
11/25/2002	17:20:02	16.134	1.11325	
11/25/2002	17:30:02	16.062	1.10828	
11/25/2002	17:40:02	16.062	1.10828	
11/25/2002	17:50:02	16.062	1.10828	
11/25/2002	18:00:02	16.062	1.10828	
11/25/2002	18:10:02	15.989	1.10324	
11/25/2002	18:20:02	15.989	1.10324	
11/25/2002	18:30:02	15.989	1.10324	
11/25/2002	18:40:02	15.989	1.10324	
11/25/2002	18:50:02	15.989	1.10324	
11/25/2002	19:00:02	15.916	1.09820	
11/25/2002	19:10:02	15.916	1.09820	
11/25/2002	19:20:02	15.916	1.09820	
11/25/2002	19:30:02	15.916	1.09820	
11/25/2002	19:40:02	15.916	1.09820	
11/25/2002	19:50:02	15.916	1.09820	
11/25/2002	20:00:02	15.916	1.09820	
11/25/2002	20:10:02	15.916	1.09820	
11/25/2002	20:20:02	15.989	1.10324	
11/25/2002	20:30:02	15.989	1.10324	
11/25/2002	20:40:02	15.989	1.10324	
11/25/2002	20:50:02	15.989	1.10324	
11/25/2002	21:00:02	15.916	1.09820	
11/25/2002	21:10:02	15.916	1.09820	

PRUEBA DE PRESION - INFORMACION DATA LOGGER

Miller Pipeline de México, S.A. de C.V.

Prueba de Resistencia y Hermeticidad

PROYECTO	SANTA CECILIA B-TLA-019-001
CONTRATO	LG-MI-001-DE-01/2000
EMPRESA	MILLER PIPELINE DE MEXICO, S.A. DE C.V.
MUNICIPIO	TLANEPANTLA
TUBERIA	POLIETILENO
EQUIPO	POCKET LOGGER XR-440M
MARCA	PACE SCIENTIFIC
NO DE SERIE	CM0009C393

INFORMACIÓN DE ARCHIVO

Source File: C:\PROGRA-1\PSLOG\PAJARI.PL1	
ID: Pace Scientific Inc	XR440-M 12 bit
Ch1 lbl/sc: Presion	/-30.40 0267.4
Ch2 lbl/sc: Channel 2	/C
Ch3 lbl/sc: Channel 3	/C
Ch4 lbl/sc: Channel 4	/C
Rate (mins): 10.0000000000000	Bat: 7.6
First:	Wed 20-Nov-2002 12:34:17am
Last:	Tue 26-Nov-2002 5:20:03pm
Transferred:	Tue 26-Nov-2002 5:38:29pm
Eq. PC time:	Tue 26-Nov-2002 5:38:50p.

FECHA	HORA	PRESION		OBSERVACIONES
		PSI	BAR	
11/25/2002	21:20:02	15.989	1.10324	
11/25/2002	21:30:02	15.916	1.09820	
11/25/2002	21:40:02	15.989	1.10324	
11/25/2002	21:50:02	15.916	1.09820	
11/25/2002	22:00:02	15.916	1.09820	
11/25/2002	22:10:02	15.916	1.09820	
11/25/2002	22:20:02	15.916	1.09820	
11/25/2002	22:30:02	15.916	1.09820	
11/25/2002	22:40:02	15.844	1.09324	
11/25/2002	22:50:02	15.916	1.09820	
11/25/2002	23:00:02	15.916	1.09820	
11/25/2002	23:10:02	15.916	1.09820	
11/25/2002	23:20:02	15.844	1.09324	
11/25/2002	23:30:02	15.844	1.09324	
11/25/2002	23:40:02	15.844	1.09324	
11/25/2002	23:50:02	15.844	1.09324	
11/26/2002	00:00:02	15.844	1.09324	
11/26/2002	00:10:02	15.844	1.09324	
11/26/2002	00:20:02	15.844	1.09324	
11/26/2002	00:30:02	15.844	1.09324	
11/26/2002	00:40:02	15.844	1.09324	
11/26/2002	00:50:02	15.916	1.09820	
11/26/2002	01:00:02	15.844	1.09324	
11/26/2002	01:10:02	15.844	1.09324	
11/26/2002	01:20:02	15.916	1.09820	
11/26/2002	01:30:02	15.844	1.09324	
11/26/2002	01:40:02	15.844	1.09324	
11/26/2002	01:50:02	15.916	1.09820	
11/26/2002	02:00:02	15.916	1.09820	
11/26/2002	02:10:02	15.916	1.09820	
11/26/2002	02:20:02	15.916	1.09820	
11/26/2002	02:30:02	15.771	1.08820	

PRUEBA DE PRESION - INFORMACION DATA LOGGER

Miller Pipeline de México, S.A. de C.V.

Prueba de Resistencia y Hermeticidad

PROYECTO	SANTA CECILIA B-TLA-019-001
CONTRATO	LG-MI-001-DE-01/2000
EMPRESA	MILLER PIPELINE DE MEXICO, S.A. DE C.V.
MUNICIPIO	TLANEPANTLA
TUBERIA	POLIETILENO
EQUIPO	POCKET LOGGER XR-440M
MARCA	PACE SCIENTIFIC
NO DE SERIE	CM0009C393

INFORMACION DE ARCHIVO

Source File: C:\PROGRA~1\PSLOG\PAJARI.PL1	
ID: Pace Scientific Inc	XR440-M 12 bit
Ch1 lbl/scl: Presion	/-30.40 0267.4
Ch2 lbl/scl: Channel 2	/C
Ch3 lbl/scl: Channel 3	/C
Ch4 lbl/scl: Channel 4	/C
Rate (mins): 10.000000000000	Bat: 7.6
First:	Wed 20-Nov-2002 12:34:17am
Last:	Tue 26-Nov-2002 5:20:03pm
Transferred:	Tue 26-Nov-2002 5:38:29pm
Eq. PC time:	Tue 26-Nov-2002 5:38:50p.

FECHA	HORA	PRESION		OBSERVACIONES
		PSI	BAR	
11/26/2002	02:40:02	15.916	1.09820	
11/26/2002	02:50:02	15.844	1.09324	
11/26/2002	03:00:02	15.916	1.09820	
11/26/2002	03:10:02	15.989	1.10324	
11/26/2002	03:20:02	15.916	1.09820	
11/26/2002	03:30:02	15.844	1.09324	
11/26/2002	03:40:02	15.844	1.09324	
11/26/2002	03:50:02	15.771	1.08820	
11/26/2002	04:00:02	15.989	1.10324	
11/26/2002	04:10:02	15.916	1.09820	
11/26/2002	04:20:02	15.916	1.09820	
11/26/2002	04:30:02	15.916	1.09820	
11/26/2002	04:40:02	15.916	1.09820	
11/26/2002	04:50:02	15.989	1.10324	
11/26/2002	05:00:02	15.989	1.10324	
11/26/2002	05:10:02	15.916	1.09820	
11/26/2002	05:20:02	15.844	1.09324	
11/26/2002	05:30:02	15.916	1.09820	
11/26/2002	05:40:02	15.916	1.09820	
11/26/2002	05:50:02	15.916	1.09820	
11/26/2002	06:00:02	15.916	1.09820	
11/26/2002	06:10:02	15.916	1.09820	
11/26/2002	06:20:02	15.916	1.09820	
11/26/2002	06:30:02	15.844	1.09324	
11/26/2002	06:40:02	15.844	1.09324	
11/26/2002	06:50:02	15.844	1.09324	
11/26/2002	07:00:02	15.844	1.09324	
11/26/2002	07:10:02	15.844	1.09324	
11/26/2002	07:20:02	15.916	1.09820	
11/26/2002	07:30:02	15.844	1.09324	
11/26/2002	07:40:02	15.844	1.09324	
11/26/2002	07:50:02	15.844	1.09324	

PRUEBA DE PRESION - INFORMACION DATA LOGGER

Miller Pipeline de México, S.A. de C.V.

Prueba de Resitencia y Hermeticidad

PROYECTO	SANTA CECILIA B-TLA-019-001
CONTRATO	LG-MI-001-DE-01/2000
EMPRESA	MILLER PIPELINE DE MEXICO, S.A. DE C.V.
MUNICIPIO	TLANEPANTLA
TUBERIA	POLIETILENO
EQUIPO	POCKET LOGGER XR-440M
MARCA	PACE SCIENTIFIC
NO DE SERIE	CM0009C393

INFORMACIÓN DE ARCHIVO

Source File: C:\PROGRA~1\PSLOG\PAJARI.PL1	
ID: Pace Scientific Inc	XR440-M 12 bit
Ch1 lbl/scl: Presion	/-30.40 0267.4
Ch2 lbl/scl: Channel 2	/C
Ch3 lbl/scl: Channel 3	/C
Ch4 lbl/scl: Channel 4	/C
Rate (mins): 10.000000000000	Bat: 7.6
First:	Wed 20-Nov-2002 12:34:17am
Last:	Tue 26-Nov-2002 5:20:03pm
Transferred:	Tue 26-Nov-2002 5:38:29pm
Eq. PC time:	Tue 26-Nov-2002 5:38:50p.

FECHA	HORA	PRESION		OBSERVACIONES
		PSI	BAR	
11/26/2002	08:00:02	15.916	1.09820	
11/26/2002	08:10:02	15.844	1.09324	
11/26/2002	08:20:02	15.844	1.09324	
11/26/2002	08:30:02	15.844	1.09324	
11/26/2002	08:40:02	15.844	1.09324	
11/26/2002	08:50:02	15.844	1.09324	
11/26/2002	09:00:02	15.771	1.08820	
11/26/2002	09:10:02	15.916	1.09820	
11/26/2002	09:20:02	15.844	1.09324	
11/26/2002	09:30:02	15.916	1.09820	
11/26/2002	09:40:02	15.916	1.09820	
11/26/2002	09:50:02	15.916	1.09820	
11/26/2002	10:00:02	15.916	1.09820	
11/26/2002	10:10:02	15.916	1.09820	
11/26/2002	10:20:02	15.916	1.09820	
11/26/2002	10:30:02	15.916	1.09820	
11/26/2002	10:40:02	15.916	1.09820	
11/26/2002	10:50:02	15.989	1.10324	
11/26/2002	11:00:02	15.989	1.10324	
11/26/2002	11:10:02	15.989	1.10324	
11/26/2002	11:20:02	15.989	1.10324	
11/26/2002	11:30:02	15.989	1.10324	
11/26/2002	11:40:02	15.916	1.09820	
11/26/2002	11:50:02	15.916	1.09820	
11/26/2002	12:00:02	15.989	1.10324	
11/26/2002	12:10:02	15.916	1.09820	
11/26/2002	12:20:02	15.916	1.09820	
11/26/2002	12:30:02	15.916	1.09820	
11/26/2002	12:40:02	15.916	1.09820	
11/26/2002	12:50:02	15.916	1.09820	
11/26/2002	13:00:02	15.916	1.09820	
11/26/2002	13:10:02	15.916	1.09820	Fin de Prueba de Hermeticidad

PRUEBA DE PRESION - INFORMACION DATA LOGGER

Miller Pipeline de México, S.A. de C.V.

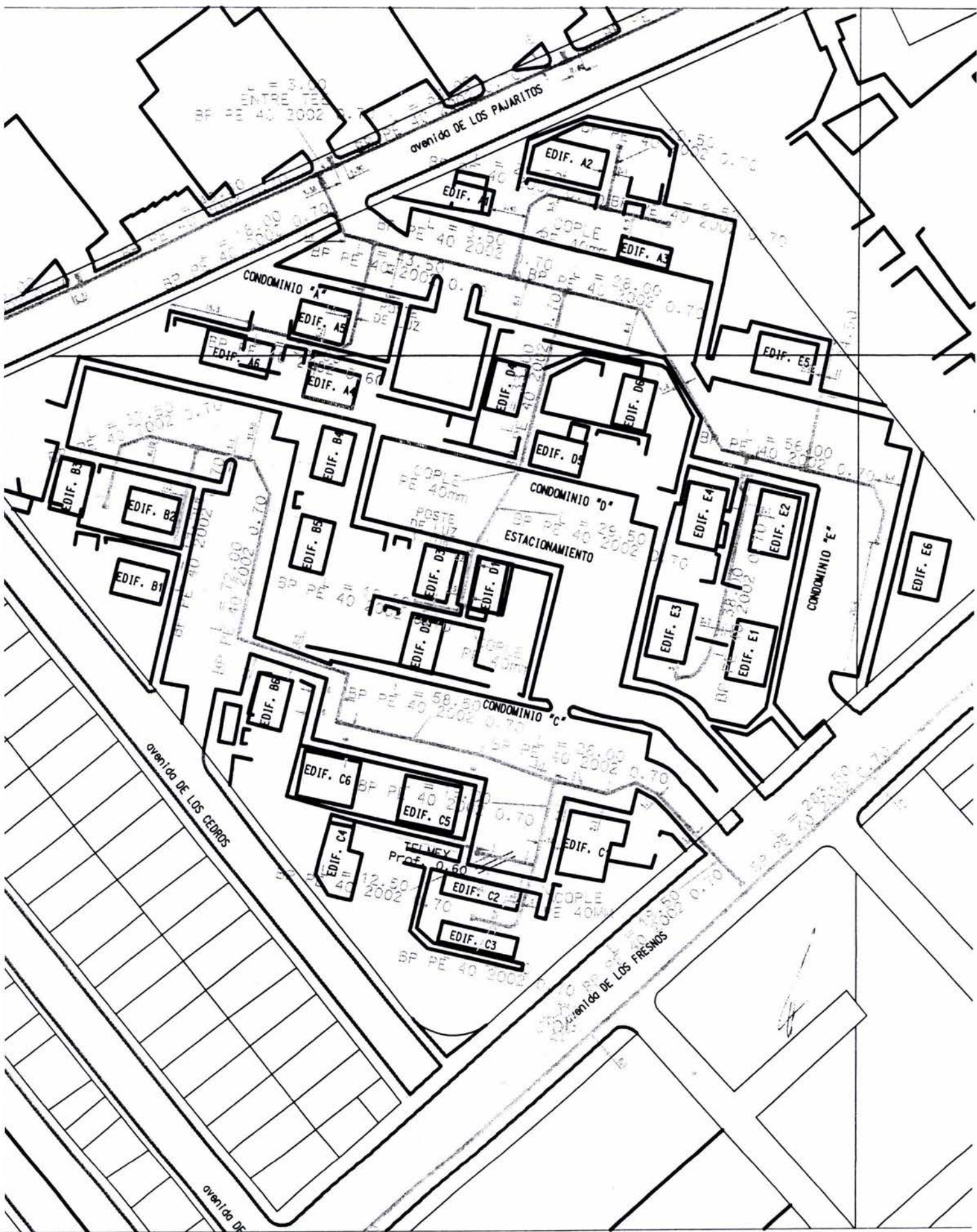
Prueba de Resistencia y Hermeticidad

PROYECTO	SANTA CECILIA B-TLA-019-001
CONTRATO	LG-MI-001-DE-01/2000
EMPRESA	MILLER PIPELINE DE MEXICO, S.A. DE C.V.
MUNICIPIO	TLANEPANTLA
TUBERIA	POLIETILENO
EQUIPO	POCKET LOGGER XR-440M
MARCA	PACE SCIENTIFIC
NO DE SERIE	CM0009C393

INFORMACIÓN DE ARCHIVO

```
Source File: C:\PROGRA~1\PSLOG\PAJARI.PL1
ID: Pace Scientific Inc      XR440-M 12 bit
Ch1 lbl/sci: Presion      /-30.40 0267.4
Ch2 lbl/sci: Channel 2    /C
Ch3 lbl/sci: Channel 3    /C
Ch4 lbl/sci: Channel 4    /C
Rate (mins): 10.000000000000000000    Bat: 7.6
First:   Wed 20-Nov-2002 12:34:17am
Last:    Tue 26-Nov-2002  5:20:03pm
Transferred: Tue 26-Nov-2002  5:38:29pm
Eq. PC time: Tue 26-Nov-2002  5:38:50p.
```

FECHA	HORA	PRESION		OBSERVACIONES
		PSI	BAR	
11/26/2002	13:20:02	0.369	0.02546	
11/26/2002	13:30:02	0.005	0.00035	
11/26/2002	13:40:02	-0.213	-0.01470	
11/26/2002	13:50:02	-0.213	-0.01470	
11/26/2002	14:00:02	-0.213	-0.01470	
00/01/00	00:00:00	0.000	0.00000	
00/01/00	00:00:00	0.000	0.00000	
00/01/00	00:00:00	0.000	0.00000	
00/01/00	00:00:00	0.000	0.00000	
00/01/00	00:00:00	0.000	0.00000	
00/01/00	00:00:00	0.000	0.00000	
00/01/00	00:00:00	0.000	0.00000	
00/01/00	00:00:00	0.000	0.00000	
00/01/00	00:00:00	0.000	0.00000	
00/01/00	00:00:00	0.000	0.00000	
00/01/00	00:00:00	0.000	0.00000	
00/01/00	00:00:00	0.000	0.00000	
00/01/00	00:00:00	0.000	0.00000	
00/01/00	00:00:00	0.000	0.00000	
00/01/00	00:00:00	0.000	0.00000	
00/01/00	00:00:00	0.000	0.00000	
00/01/00	00:00:00	0.000	0.00000	
00/01/00	00:00:00	0.000	0.00000	
00/01/00	00:00:00	0.000	0.00000	
00/01/00	00:00:00	0.000	0.00000	
00/01/00	00:00:00	0.000	0.00000	
00/01/00	00:00:00	0.000	0.00000	
00/01/00	00:00:00	0.000	0.00000	
00/01/00	00:00:00	0.000	0.00000	
00/01/00	00:00:00	0.000	0.00000	
00/01/00	00:00:00	0.000	0.00000	
00/01/00	00:00:00	0.000	0.00000	
00/01/00	00:00:00	0.000	0.00000	
00/01/00	00:00:00	0.000	0.00000	
00/01/00	00:00:00	0.000	0.00000	
00/01/00	00:00:00	0.000	0.00000	
00/01/00	00:00:00	0.000	0.00000	
00/01/00	00:00:00	0.000	0.00000	
00/01/00	00:00:00	0.000	0.00000	



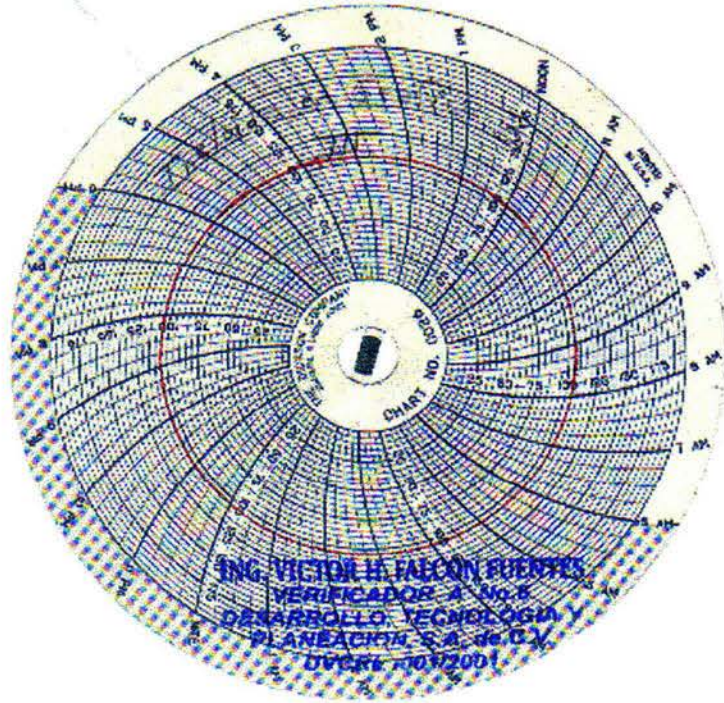


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



Anexo III

Grafica de prueba con manómetro



Grafica de prueba con manómetro

