



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**A LOS ASISTENTES A LOS CURSOS**

**L**as autoridades de la Facultad de Ingeniería, por conducto del jefe de la División de Educación Continua, otorgan una constancia de asistencia a quienes cumplan con los requisitos establecidos para cada curso.

El control de asistencia se llevará a cabo a través de la persona que le entregó las notas. Las inasistencias serán computadas por las autoridades de la División, con el fin de entregarle constancia solamente a los alumnos que tengan un mínimo de 80% de asistencias.

Pedimos a los asistentes recoger su constancia el día de la clausura. Estas se retendrán por el periodo de un año, pasado este tiempo la DECFI no se hará responsable de este documento.

Se recomienda a los asistentes participar activamente con sus ideas y experiencias, pues los cursos que ofrece la División están planeados para que los profesores expongan una tesis, pero sobre todo, para que coordinen las opiniones de todos los interesados, constituyendo verdaderos seminarios.

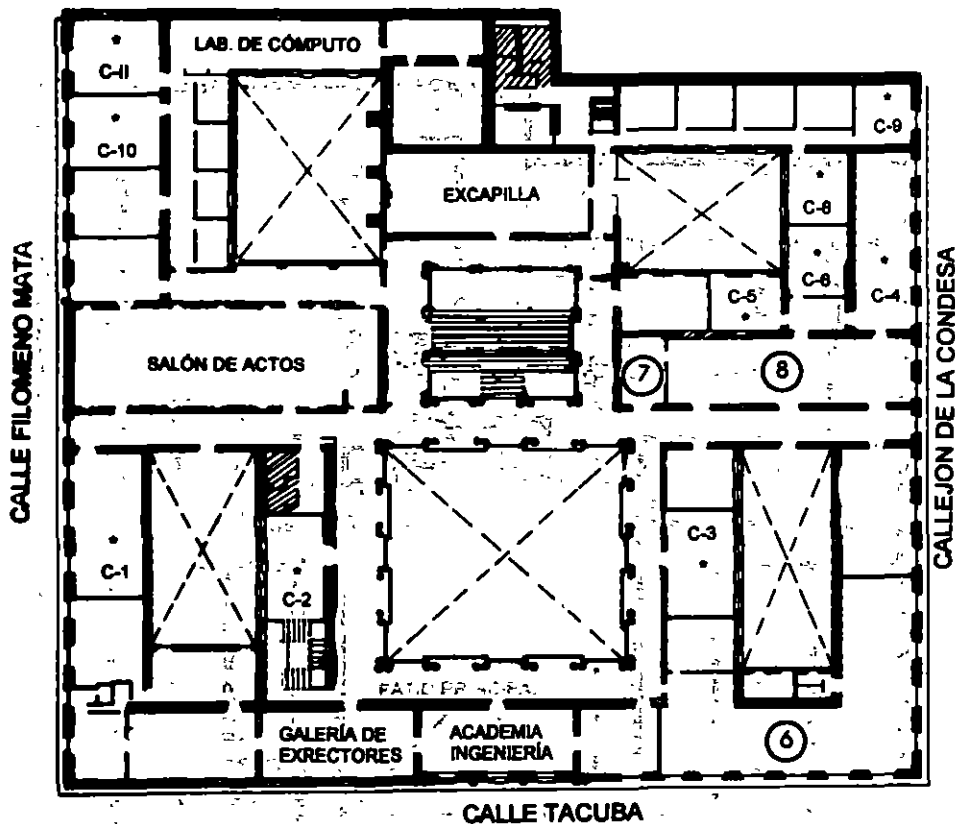
Es muy importante que todos los asistentes llenen y entreguen su hoja de inscripción al inicio del curso, información que servirá para integrar un directorio de asistentes, que se entregará oportunamente.

Con el objeto de mejorar los servicios que la División de Educación Continua ofrece, al final del curso deberán entregar la evaluación a través de un cuestionario diseñado para emitir juicios anónimos.

Se recomienda llenar dicha evaluación conforme los profesores impartan sus clases, a efecto de no llenar en la última sesión las evaluaciones y con esto sean más fehacientes sus apreciaciones.

**Atentamente  
División de Educación Continua.**

# PALACIO DE MINERÍA



## GUÍA DE LOCALIZACIÓN

1. ACCESO
2. BIBLIOTECA HISTÓRICA
3. LIBRERÍA UNAM
4. CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN "ING. BRUNO MASCANZONI"
5. PROGRAMA DE APOYO A LA TITULACIÓN
6. OFICINAS GENERALES
7. ENTREGA DE MATERIAL Y CONTROL DE ASISTENCIA
8. SALA DE DESCANSO

SANITARIOS

\* AULAS

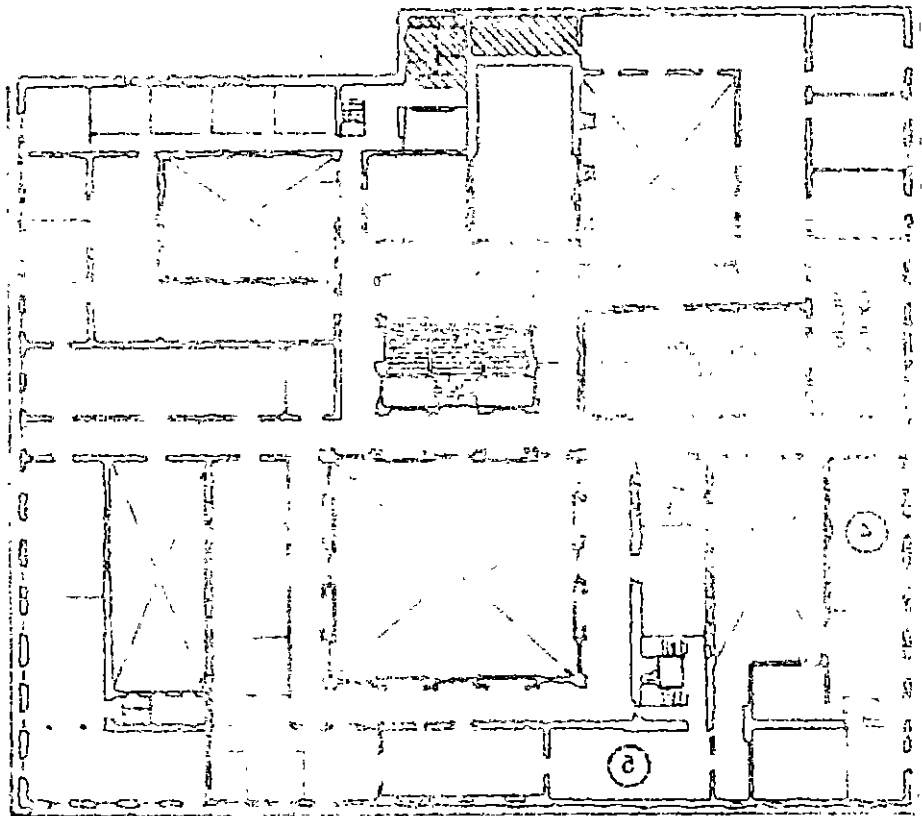
**1er. PISO**



**DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERÍA U.N.A.M.  
CURSOS ABIERTOS.**



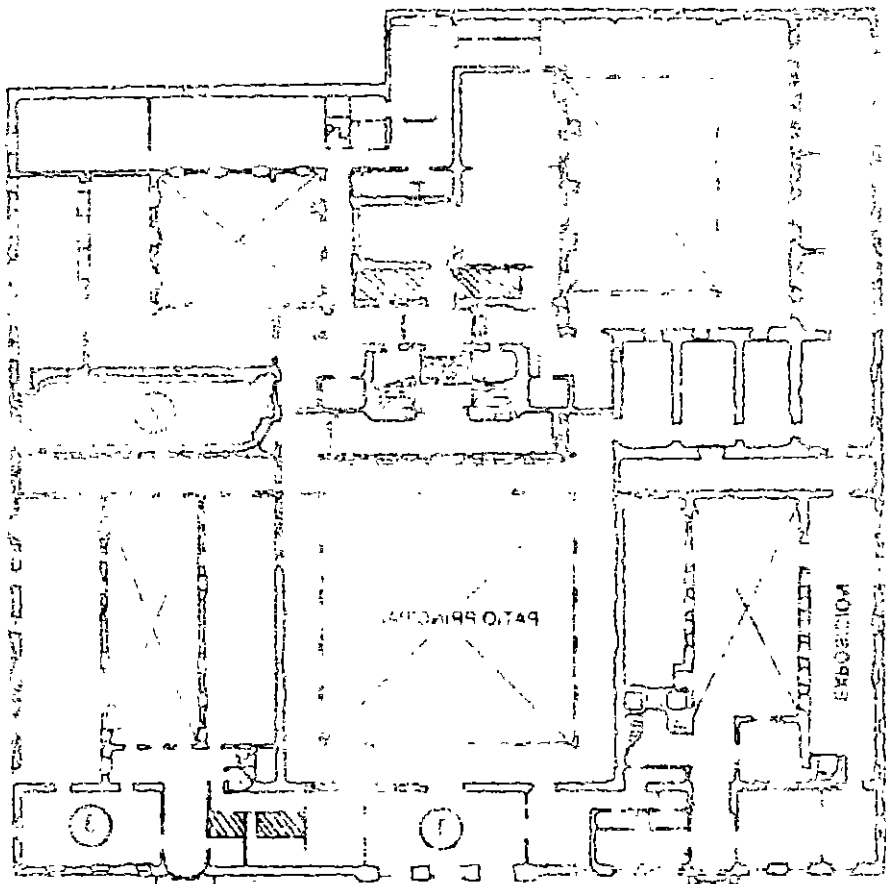
# PLANTA DE LA ALABIA



CALLE DE LA MONTEÑA

CALLE TACUBA

MEXICANINE



ATAM OMBRE

CALLE TACUBA

PLANTA BALA

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
CURSOS ABIERTOS  
INSTALACIONES PARA GAS  
DEL 18 AL 29 DE SEPTIEMBRE DE 1995  
DIRECTORIO DE PROFESORES

ING. JESUS A. AVILA ESPINOSA  
DIRECTOR GENERAL  
COMERCIAL ALTA TECNOLOGIA, S.A.C.V.  
SAN FRANCISCO 65  
DEL. IZTACALCO, MEXICO, D.F.  
TEL. 590 20 58, 590 20 68

ING. MANUEL CASARES ELCORO  
INDEPENDIENTE  
DAKOTA 330  
COL. NAPOLES  
03810 MEXICO, D.F.  
TEL. 523 45 12

ING. JOSE GERARDO COHEN RIVA  
PROFESIONISTA LIBRE  
PCHUCA 103  
COL. V. DE LOS REYES  
38050 CELAYA, GUANAJUATO  
TEL. 34 158

ING. LUIS ENRIQUE ORDUÑA V.  
GERENTE TECNICO  
GRUPO GAS DEL VALLE  
PASEO PTE. ADOLFO LOPEZ M.  
# 117 ZINACANTEPEC, MEXICO  
TEL. 78 10 20

ING. JORGE REBOLLEDO ZENTENO  
MANUEL SALAZAR 41  
COL. SAN JUAN TLIHUACA  
DEL. AZCAPOTZALCO, MEXICO, D.F.  
TEL. 352 41 00

ING. JORGE REBOLLEDO COSTES  
ASISTENTE DEL PRESIDENTE  
DIAVAZ  
TEL. 515 26 26

ING. ENRIQUE VELASCO GUZMAN  
SUPERINTENDENTE GRAL. DE DUCTOS  
PEMEX REFINACION  
MARINA NACIONAL 329  
11311 MEXICO, D.F.  
TEL. 524 47 70, 722 25 00 EXT.23356

ING. ANTONIO VILLAGOMEZ A.  
ASESOR DE INDUSTS. Y FIRMAS  
SAN BORJA 1457  
COL. VERTIZ NARVARTE  
MEXICO, D.F.  
TEL. 559 61 48

ING. EDGAR MARTINEZ R.

ING. JORGE GONZALEZ GALINDO

ING. ANTONIO CERNA GONZALEZ

ING. FRANCISCO CRUZ C.

ING. RUBEN RUIZ RUIZ

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
 CURSOS ABIERTOS  
**INSTALACIONES PARA GAS**  
 DEL 18 AL 29 DE SEPTIEMBRE DE 1995

FECHA	HORARIO	TEMA	PROFESOR
Lunes 18	17 a 21 hrs.	Termodinámica de los Gases	Ing. Antonio Villagómez A.
Martes 19	17 a 21 hrs.	Protección Catódica	Ing. Enrique Velázco
Miércoles 20	17 a 21 hrs.	Reglamentación y Normalización	Ing. Gerardo Cohen
Jueves 21	17 a 19 hrs. 19 a 21 hrs.	Diseño de Insts. de Aprovechamiento	Ing. Manuel Caza- res Elcoro Ing. Edgar Mtz. R.
Viernes 22	17 a 19 hrs. 19 a 21 hrs.	Diseño de Sistemas de Distribución de Gas Natural	Ing. Jorge Rebo- lledo Zenteno Ing. Jorge Glz. Galindo
Lunes 25	17 a 21 hrs.	Diseño de Plantas Almacenamiento de Gas LP	Ing. Antonio Cerna González
Martes 26	17 a 21 hrs.	Mantenimiento a Instalaciones	Ing. Jesús Avila Espinosa
Miércoles 27	17 a 21 hrs.	Sistemas de Calidad y Pruebas no Destructivas en Instalaciones de Gas	Ing. Luis Orduña
Jueves 28	17 a 19 hrs. 19 a 21 hrs.	Diseño de Estaciones de Gas Carburante	Ing. Fco. Cruz C. Ing. Rubén Ruíz R.
Viernes 29	17 a 19 hrs. 19 a 21 hrs.	Medición de Gas Natural	Ing. Jorge Rebo- lledo Zenteno Ing. Jorge Rebo- lledo Costes



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA, UNAM  
CURSOS ABIERTOS**



**CURSO:** INSTALACIONES PARA GAS

**FECHA:** del 18 al 29 de septiembre de 1995.

**EVALUACIÓN DEL PERSONAL DOCENTE**

(ESCALA DE EVALUACIÓN: 1 A 10)

CONFERENCISTA	DOMINIO DEL TEMA	USO DE AYUDAS AUDIOVISUALES	COMUNICACIÓN CON EL ASISTENTE	PUNTUALIDAD
Ing. Antonio Villagómez A.				
Ing. Enrique Velazco				
Ing. Gerardo Cohen				
Ing. Manuel Cazares Elcoro				
Ing. Edgar Martínez R.				
Ing. Jorge Rebolledo Zenteno				
Ing. Jorge González Galindo				
Ing. Antonio Cerna González				
Ing. Jesús Avila Espinosa				
Ing. Luis Orduña				
Ing. Francisco Cruz C.				
Ing. Rubén Ruíz Ruíz				
Ing. Jorge Rebolledo Costes				

Promedio \_\_\_\_\_

**EVALUACIÓN DE LA ENSEÑANZA**

CONCEPTO	CALIF.
ORGANIZACIÓN Y DESARROLLO DEL CURSO	
GRADO DE PROFUNDIDAD DEL CURSO	
ACTUALIZACIÓN DEL CURSO	
APLICACIÓN PRACTICA DEL CURSO	

Promedio \_\_\_\_\_

**EVALUACIÓN DEL CURSO**

CONCEPTO	CALIF.
CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL CURSO	
CONTINUIDAD EN LOS TEMAS	
CALIDAD DEL MATERIAL DIDÁCTICO UTILIZADO	

Promedio \_\_\_\_\_

Evaluación total del curso \_\_\_\_\_

Continúa...2

1. ¿Le agradó su estancia en la División de Educación Continua?

SI

NO

Si indica que "NO" diga porqué:

---

2. Medio a través del cual se enteró del curso:

Periódico <i>Excelsior</i>	
Periódico <i>La Jornada</i>	
Folleto anual	
Folleto del curso	
Gaceta UNAM	
Revistas técnicas	
Otro medio (Indique cuál)	

3. ¿Qué cambios sugeriría al curso para mejorarlo?

---

---

---

---

---

---

---

4. ¿Recomendaría el curso a otra(s) persona(s) ?

SI

NO

5. ¿Qué cursos sugiere que imparta la División de Educación Continua?

---

---

---

---

---

---

---

6. Otras sugerencias:

---

---

---

---

---

---

---



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS  
INSTALACIONES PARA GAS**

**CALCULO DE INSTALACIONES**

**ING. EDGAR MARTINEZ RUBALCABA**



TABLA 1 : PARAMETROS DE CALCULO DE LAS TUBERIAS							
TUBERIA	DIAMETRO NOMINAL		INTERIOR	Ref	Co[cm <sup>5</sup> ]	ft <sub>b</sub>	ft <sub>a</sub>
Cobre Flexible "L"	6.35 mm	(1/4")	8.001 mm	(8)	0.329	3.31343	-----
	9.5 mm	(3/8")	10.922 mm	(8)	1.554	0.69877	310.00
	12.7 mm	(1/2")	13.843 mm	(8)	5.083	0.21366	95.00
Cobre Rigido Tipo "L"	9.5 mm	(3/8")	10.922 mm	(6)	1.554	0.69877	310.00
	12.7 mm	(1/2")	13.843 mm	(6)	5.083	0.21366	95.00
	19.1 mm	(3/4")	19.939 mm	(6)	31.516	0.03446	15.30
	25.4 mm	(1")	26.035 mm	(6)	119.527	0.00908	4.03
	32.0 mm	(1 1/4")	32.131 mm	(6)	342.436	0.00317	1.40
	38.0 mm	(1 1/2")	38.227 mm	(6)	816.286	0.00133	0.59
	51.0 mm	(2")	50.419 mm	(6)	3258.38	0.00033	0.15
	76.0 mm	(3")	74.803 mm	(6)	23417.60	0.00005	0.020
Acero al Carbono o Fierro Galvanizado Cédula 40	9.5 mm	(3/8")	12.520 mm	(6)	1.860	0.58336	259.00
	12.7 mm	(1/2")	15.799 mm	(6)	6.280	0.17294	76.70
	19.1 mm	(3/4")	20.930 mm	(6)	28.620	0.03795	16.82
	25.4 mm	(1")	26.645 mm	(6)	100.54	0.01080	4.79
	32.0 mm	(1 1/4")	35.052 mm	(6)	415.70	0.00261	1.16
	38.0 mm	(1 1/2")	40.894 mm	(6)	945.90	0.00115	0.50
	51.0 mm	(2")	52.500 mm	(6)	3383.13	0.00032	0.14
	76.0 mm	(3")	77.920 mm	(6)	28735.45	0.00004	0.017
Los ft para: Qo [mcsh propano]      Lo [m]      Po [gf/cm <sup>2</sup> ]							

TABLA 04. ACCESORIOS DE COBRE TIPO "L"<sup>(1)</sup>

DIAMETRO NOMINAL	mm	9,5	12.7	19.1	25.4	31.8	38.0	51.0	76
	in	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1½"	1½"	2"	3"
ACCESORIO		LONGITUD EQUIVALENTE EN METROS							
CODO STD. 90°		0.30	0.60	0.75	0.90	1.20	1.50	2.15	3.05
CODO STD. 45°		0.20	0.40	0.45	0.55	0.80	0.90	1.20	1.80
TEE COMO CODO		0.45	0.90	1.20	1.50	1.80	2.15	3.05	4.60
TEE PASO RECTO		0.10	0.20	0.25	0.30	0.40	0.45	0.60	0.90
VALVULA DE GLOBO		2.45	4.40	6.10	7.60	10.50	13.50	16.50	24.50
VALVULA DE ESFERA		0.06	0.12	0.15	0.20	0.25	0.30	0.40	0.60

TABLA 05. ACCESORIOS DE ACERO AL CARBONO<sup>(2)</sup>

DIAMETRO NOMINAL	mm	9.5	12.7	19.1	25.4	31.8	38.0	51.0	76
	in	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1½"	1½"	2"	3"
ACCESORIO		LONGITUD EQUIVALENTE EN METROS							
CODO STD. 90°		0.40	0.50	0.65	0.80	1.05	1.25	1.60	2.35
CODO STD. 45°		0.20	0.25	0.35	0.40	0.55	0.65	0.85	1.25
TEE COMO CODO		0.80	1.00	1.30	1.60	2.10	2.45	3.15	4.70
TEE PASO RECTO		0.25	0.30	0.40	0.55	0.70	0.85	1.05	1.55
VALVULA DE GLOBO		4.25	5.40	7.10	9.00	11.90	13.90	17.85	26.50
VALVULA DE ESFERA		0.04	0.05	0.06	0.08	0.11	0.12	0.16	0.23

(1) A partir de datos tomados de la referencia (8)

(2) A partir de datos tomados de la referencia (7)



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

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

**PROTECCION CATODICA**

**ING. JORGE REBOLLEDO ZENTENO**

## CORROSION

La corrosión se puede definir como la destrucción o deterioro de un material debido a la reacción con el medio ambiente.

La corrosión puede ser lenta o rápida.

Practicamente todos los ambientes son corrosivos en algun grado, eso nos da la velocidad de corrosión de los materiales

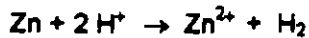
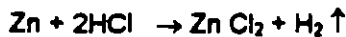
Perdida de peso en %;  
mg./ cm<sup>2</sup> / día;  
gr / pulg<sup>2</sup> / hora .

Milesimas por año.

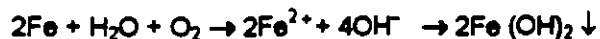
$$M P A = \frac{534 W}{D A T}$$

W = perdida de peso en mg.  
D = densidad gr. / cm<sup>3</sup>.  
A = área de la muestra pulg<sup>2</sup>.  
T = tiempo de exposición en horas.

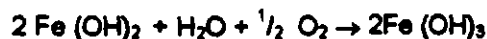
La naturaleza de la corrosión electroquímica puede ser ilustrada por el ataque del zinc por el ácido clorhídrico, cuando el zinc es puesto en una solución diluida de ácido clorhídrico se presenta una vigorosa reacción con formación de una solución de cloruro de zinc.



El Zn reacciona con los iones H<sup>+</sup> del ácido para formar iones Zn<sup>2+</sup> y gas hidrogeno, observando la reacción podemos ver que el Zn es oxidado a iones Zn y los iones Hidrogeno son reducidos a Hidrogeno.



Hidróxido Ferroso se precipita en la solución sin embargo este compuesto es inestable en una solución oxigenada es oxidado a sal ferrica.



El producto final es conocido como Herrumbre.

## TABLA ESTANDAR DE FUERZA ELECTROMOTRIZ DE METALES

	Metal metal ion equilibrio	Potencial de electrodo normal de Hidrogeno 25 <sup>o</sup> C, volts.
	Au-Au <sup>+3</sup>	+ 1.498
↑	Pt-Pt <sup>+2</sup>	+ 1.2
Nonble o	Pd-Pd <sup>+2</sup>	+ 0.987
catodo	Ag-Ag <sup>+</sup>	+ 0.799
	Hg-Hg <sub>2</sub> <sup>+2</sup>	+ 0.788
	Cu-Cu <sup>+2</sup>	+ 0.337
	H <sub>2</sub> -H <sup>+</sup>	0.000
	Pb-Pb <sup>+2</sup>	- 0.126
	Sn-Sn <sup>+2</sup>	- 0.136
	Ni-Ni <sup>+2</sup>	- 0.250
	Co-Co <sup>+2</sup>	- 0.277
	Cd-Cd <sup>+2</sup>	- 0.403
	Fe-Fe <sup>+2</sup>	- 0.440
	Cr-Cr <sup>+3</sup>	- 0.744
	Zn-Zn <sup>+2</sup>	- 0.763
Activo e	Al-Al <sup>+3</sup>	- 1.662
Anodo	Mg-Mg <sup>+2</sup>	- 2.363
↓	Na-Na <sup>+</sup>	- 2.714
	K-K <sup>+</sup>	- 2.925

## SERIE GALVANICA DE ALGUNOS METALES COMERCIALES EN AGUA DE MAR.

↑ Noble o Catodo	Platino Oro Grafito Titanio Plata Chlorimet 3(62 Ni, 18 Cr, 18 Mo) Hastelloy C (62 Ni, 17 Cr, 15 Mo) Acero inoxidable Acero inoxidable Acero inoxidable al cromo Inconel (passive) (80 ni, 13 Cr, 7 Fe) Niquel Soldaduro de plata Monel (70 Ni, 30 Cu) Cupronikels (80-90 Cu, 40-10 Ni) Bronce (Cu-Sn) Cobre laton(Cu-Zn) Chlorimet 2(68 Ni, 32 Mo, 1 Fe) Hastelloy B(60 Ni, 30 Mo, 6 Fe, 1 Mn) Inconel (active) Nickel (active) Estaño Plomo Soldadura Plomo Estaño 18-8 Mo stainless steel (active) 18-8 stainless steel (active) Ni-Resist(high Ni cast iron) Acero inoxidable al cromo Fierro fundido Fierro o acero Aluminio Cadmio Aluminio comercial puro Zinc Magnesio y aleaciones
↓ Activo o anodo	

## **8 FORMAS DE CORROSION**

1.- Uniforme

2.- Galvanica

3.- Agrietamiento

4.- Picaduras

5.- Integranular

6.- Lixiviación

7.- Erosión

8.- Fatiga

## JUNTAS AISLANTES

Las juntas aislantes son unos dispositivos, también llamados "Seccionamientos Eléctricos" fabricados con materiales de alto poder dieléctrico, es decir buenas características aislantes, son de Resina Fenólica Horneada que se conoce comercialmente con los nombres de "Celorón o Micarta" y recubiertas en ambos lados con neopreno y se instalan entre Bridas.

Existen tantos tipos de juntas como tipos de bridas según su cara: Cara Plana, Cara Realzada y Tipo Anillo.

Para evitar la conductividad de los espárragos con que se sujetan las bridas, éstos son introducidos en unos tubos también de material aislante llamados "Manguitos" ó "Bujes".

Para eliminar el contacto eléctrico de las tuercas con las bridas, se intercalan roldanas metálicas y aislantes, éstas últimas, se instalan próximas a las bridas, después la Roldana Metálica y finalmente la tuerca.

Otro tipo de "Seccionamientos Eléctricos" que se instalan directamente en la tubería y muy próxima al lugar donde aflora el Ducto, son las "Juntas Monoblock".

Existen también tuerca unión aislante, bushing aislante, y cople aislante. Para probar el buen funcionamiento de una Junta Aislante se mide la resistencia entre las dos bridas; si no hay resistencia, hay continuidad y la Junta por tal motivo no está aislando.

Se pueden probar también las Juntas Aislantes tomando diferencia de potencial tubo-suelo; si existe el mismo valor de potencial en ambos lados, la Junta Aislante no está cumpliendo su función; si tenemos un potencial "Alto" del lado de la tubería enterrada y "Bajo" del lado de la tubería aérea, la Junta Aislante está cumpliendo con su finalidad.



Para obtener una larga vida útil de los ductos metálicos, éstos deben protegerse del ataque corrosivo del suelo por medio de dos sistemas:

1o.- PROTECCION MECANICA

Es para aislarlo del suelo, por medio de la aplicación de materiales -- con alto poder dieléctrico, la aplicación de éstos materiales es a su vez por medio de dos técnicas:

- a) En frío
- b) En caliente

1.a.- Protección mecánica aplicada en frío.- Se trata de una cinta de polietileno de alta densidad pigmentada en negro y con un adhesivo de alto poder en la cara interior, la cinta es aplicada en forma de espiral -- con un traslape de aproximadamente un centímetro, sobre la superficie de la tubería limpiada manual o mecánicamente y preparada para recibir la cinta de polietileno.

Después de aplicada la protección deberá ser detectada con un equipo de alto voltaje para verificar la presencia de poros y fallas, las cuales se deben eliminar, y finalmente es protegida esta membrana con una cinta de papel "crafáltico", para ser bajado a la zanja con mucho cuidado, utilizando bandas de lona, NO DEBEN UTILIZARSE ESTROBOS DE CABLE DE ACERO PARA EVITAR DAÑAR EL RECUBRIMIENTO, NO SE PERMITE TRANSITAR PERSONAS SOBRE EL TUBO. Ya en el fondo de la zanja, éste deberá cubrirse con una capa de 30-40 centímetros de espesor de tierra limpia y libre de piedras.

1.b.- Protección mecánica aplicada en caliente.- Se trata de un esmalte de alquitrán de hulla que a temperatura ambiente es sólido y quebradizo, el cual se funde por medio de calentamiento, ya líquido se aplica sobre la superficie de la tubería que ha sido preparada previamente por medio de limpieza manual o mecánica y aplicado un recubrimiento primario anticorrosivo conocido como "Unisec". El esmalte líquido se distri

buye en toda la superficie de la tubería por medio de "bando" e inmediatamente se enrolla con una malla de fibra de vidrio "vidrioflex" traslapada aproximadamente un centímetro. LA FIBRA DE VIDRIO NO CUMPLE LA FUNCION DE SOPORTE, SI SE APLICA CUANDO EL ESMALTE YA ESTE SOLIDIFICADO Y FRIO; - después se aplica otra capa de esmalte caliente distribuido en toda la -- superficie también por medio de "bando", todavía caliente se enrolla con una cinta de cartón asfáltico tramado con fibra de vidrio y acabado con - escamas de mica conocida como "vidriomat", la aplicación es en forma es--piral con un traslape de un centímetro.

Ya con todo el sistema aplicado y frío, se debe revisar la superficie pa--sando un detector de fallas de alto voltaje para verificar la presencia - de poros y fallas, las cuales se deben eliminar y proceder a bajar al fon--do de la zanja, siendo éste durante las siguientes 24 horas y se debe ha--cer con mucho cuidado utilizando como soportes bandas de lona, NO DEBEN - USARSE ESTROBOS DE ACERO SOBRE LA SUPERFICIE DEL RECUBRIMIENTO, NO SE PER--MITE TRANSITAR PERSONAS SOBRE EL TUBO.

Ya en el fondo de la zanja deberá cubrirse con una capa de 30-40 centíme--tros de espesor de tierra limpia libre de piedras.

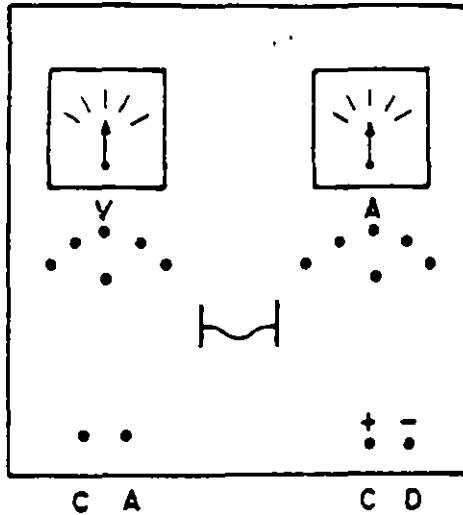
## 2.- PROTECCION CATODICA

El método complementario a la protección mecánica, es la protección cató--dica, que está basada en la aplicación de cargas eléctricas a la tubería enterrada para incrementar la diferencia de potencial eléctrico entre el tubo y el suelo, la medición de esta diferencia de potencial eléctrico se realiza con un voltmetro de alta sensibilidad y una media celda de refe--rencia de cobre - sulfato de cobre.

Para incrementar la diferencia de potencial eléctrico de la tubería se uti--lizan dos métodos:

- a).- Protección catódica a base de ánodos de sacrificio
- b).- Protección catódica por medio de corriente impresa

# REVISION DE RECTIFICADOR DE CORRIENTE



AMPERMETRO \_\_\_\_\_

VOLTMETRO \_\_\_\_\_

TAPS FINO \_\_\_\_\_

TAPS GRUESO \_\_\_\_\_

FUSIBLE \_\_\_\_\_

GABINETE \_\_\_\_\_

KM. \_\_\_\_\_

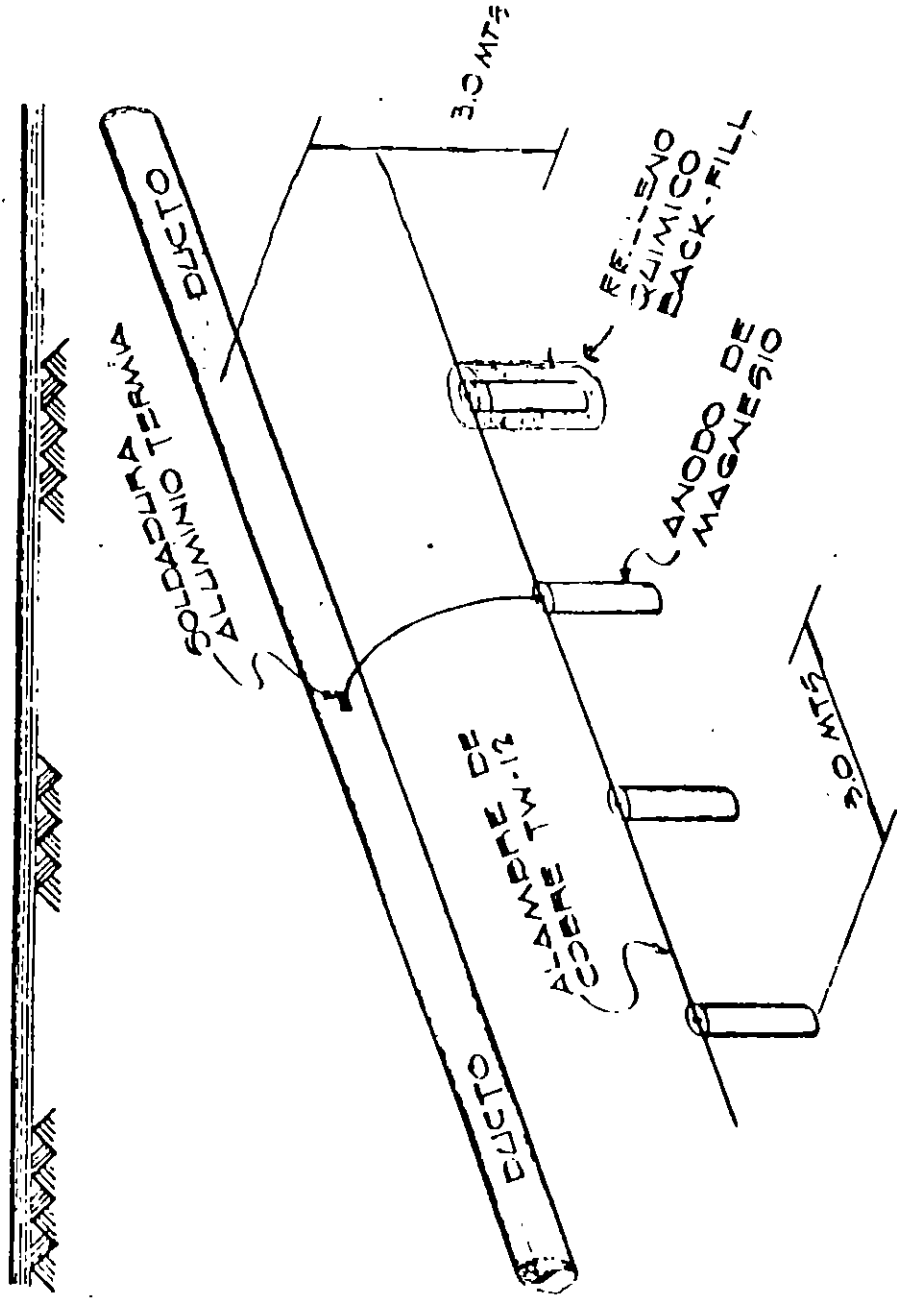
CASETA \_\_\_\_\_

LOCALIZACION \_\_\_\_\_

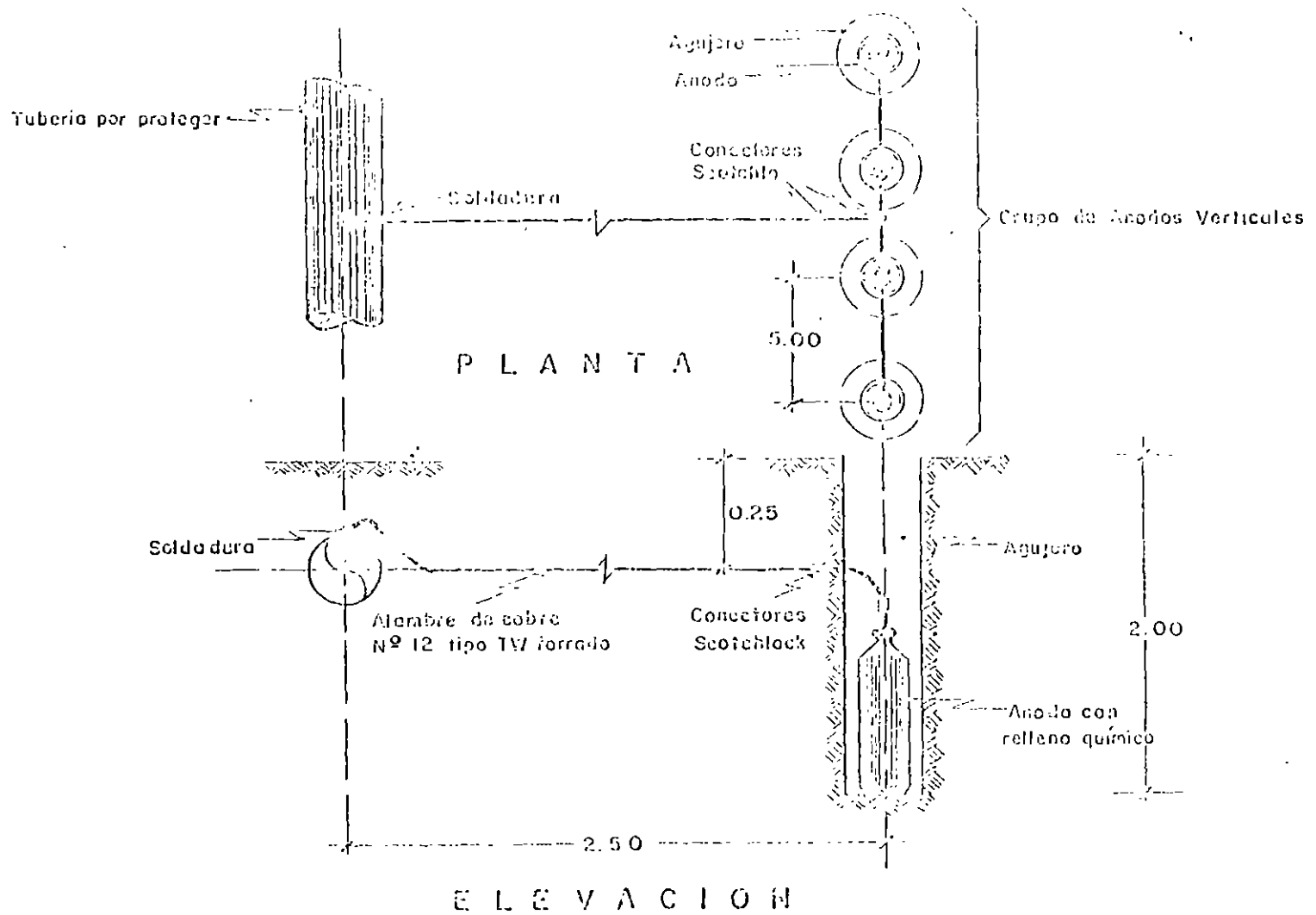
ACCESO \_\_\_\_\_

FECHA DE REVISION \_\_\_\_\_

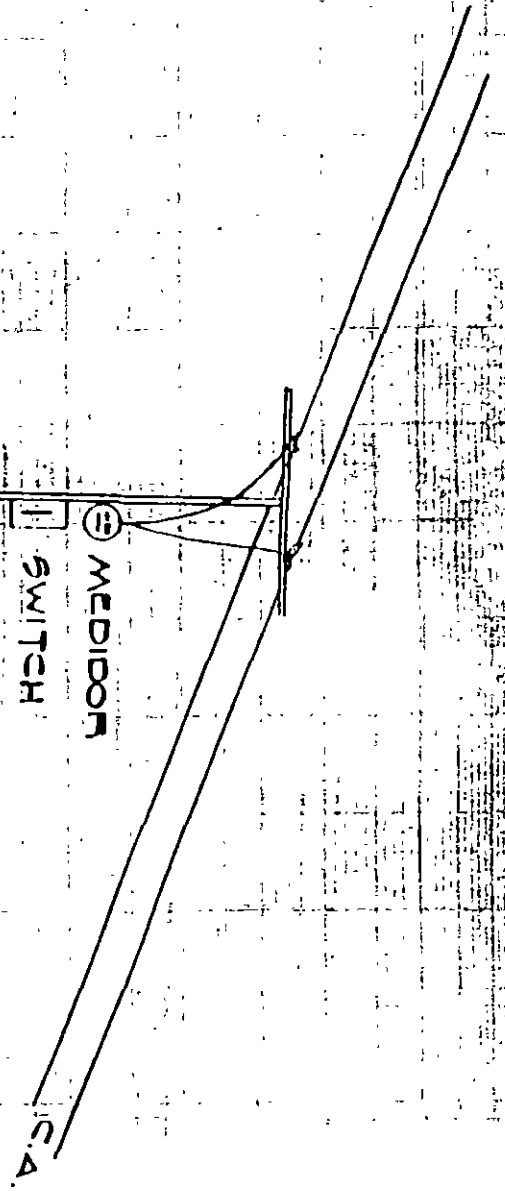
POTENCIAL TUBO/SUELO POSTE PROXIMO \_\_\_\_\_



INSTALACION DE PROTECCION CATORICA  
CON ANODOS DE SACRIFICIO

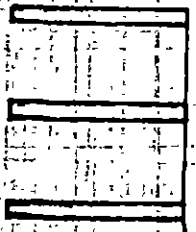


ACOTACIONES EN Mts.

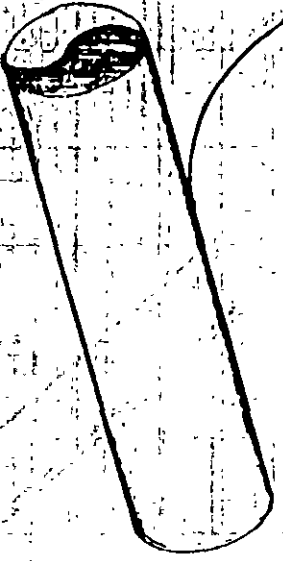


CAMA ANODICA

ANODOS DE  
GRAFITO



TUBERIA PROTESIDA



PROYECCION CATODICA POR  
CONNEXION IMPRESA

## APLICACION DE RECUBRIMIENTOS PARA PROTECCION ANTICORROSIVA

La aplicación de recubrimientos anticorrosivos se hace necesaria cuando existen elementos metálicos expuestos a la corrosión atmosférica, estos elementos pueden ser estructuras, tuberías, válvulas, etc.

El método tradicional para protegerlos de esta corrosión es aplicarles una capa protectora de recubrimientos.

### Preparación de la Superficie.-

Para que un recubrimiento quede bien aplicado, se debe hacer una preparación previa de la superficie, la cual depende del grado de agresividad del medio ambiente y del tipo de recubrimiento primario a utilizar, esta preparación se puede llevar a cabo de las siguientes maneras:

- 1.- Preparación de la Superficie Manual.- Rasqueteo o cepillado en forma manual, las cuales se realizan con rasquetas o cepillos de alambre, este tipo de limpieza se utiliza en donde el medio ambiente no es muy agresivo.
- 2.- Preparación de superficie con abrasivos.- La limpieza de la superficie metálica por medio de chorro de aire con arena en suspensión, es la mejor, este procedimiento tiene tres calidades que son:
  - 2.A.- Preparación de superficies a ráfaga.- Es una limpieza rápida para preparar superficies que presenten ligero ataque corrosivo, proporcionando un anclaje apto para recibir la aplicación del recubrimiento primario anticorrosivo.
  - 2.B.- Preparación de superficie tipo comercial.- La preparación de las superficies que presentan corrosión generalizada la cual se debe eliminar dejando la superficie libre de los recubrimientos anteriormente aplicados, presentando una apariencia de color gris oscuro y un anclaje apto para recibir la aplicación del recubrimiento primario anticorrosivo.

2.C.- Preparación de Superficie a metal blanco.- Este tipo de preparación se realiza en superficie que presentan un alto grado de corrosión que se debe eliminar, dejando la superficie completamente limpia, homogénea y con un anclaje óptimo para recibir el recubrimiento primario anticorrosivo.

#### Equipo Utilizado.-

El equipo utilizado para aplicación del chorro de arena o "Sand Blast" consta de un recipiente cerrado llamado "Arenador" que puede soportar presiones entre 8 y 10 kg/cm<sup>2</sup>, y en donde se coloca arena sílica cuya granulometría está entre las mallas No. 40 a la 60.

Este recipiente está conectado a un compresor por medio de mangueras de las que recibe aire a presión. En la parte inferior está la salida de la arena, controlada por medio de una válvula dosificadora, el aire con la arena en suspensión, fluye por una manguera de hule, la que en el extremo lleva una boquilla de metal de aleación, resistente a la abrasión, por donde sale la mezcla AIRE-ARENA que se aplica para limpiar la superficie, la separación entre la boquilla y la superficie por limpiar, no debe ser mayor de 30 cm., esta distancia es la óptima en cuanto a rendimiento y calidad de anclaje. Se recomienda que una vez preparada la superficie se aplique inmediatamente el recubrimiento primario. Además no se permite aplicar el primario, en superficies preparadas el día anterior.

#### Recubrimientos Primarios.-

Una vez que se tiene la superficie preparada, se debe hacer la aplicación de recubrimientos primarios, los más utilizados son los siguientes:

- CROMATO DE ZINC	RP2-80
- INORGANICO DE ZINC POSCURADO	RP3-80
- INORGANICO DE ZINC AUTOCURANTE	RP4-80 TIPO A
- INORGANICO DE ZINC AUTOCURANTE	RP4-80-TIPO B



- ALQUITRAN DE HULLA	RP5-80-TIPO A y B
- EPOXICO CATALIZADO	RP6-80
- PRIMARIO VINIL EPOXICO MODIFICADO	RP7-80
- PRIMARIO EPOXICO CATALIZADO PARA TURBOSINA	RP-8-80
- PRIMARIO DE HULE CLORADO	RP-9-80
- PRIMARIO EPOXICO CATALIZADO ALTOS SOLIDOS	RP-10-80

Estos recubrimientos tienen como función inhibir la corrosión y además presentar una superficie áspera y compatible para que las capas de acabado logren una buena adherencia. El espesor de los recubrimientos primarios deben ser de 1.5 a 2.5. milésimas de pulgada de película seca.

Recubrimiento de acabado.

Los recubrimientos de acabado más usados para estructuras metálicas son los siguientes:

<u>TIPO</u>	<u>CLASIFICACION PEMEX</u>
ESMOLTE ALQUIDALICO BRILLANTE	RA-20-80
ACABADO EPOXICO CATALIZADO	RA-21-80
ACABADO VINILICO ALTOS SOLIDOS	RA-22-80
ACABADO VINIL ACRILICO	RA-25-80
ACABADO EPOXICO CATALIZADO DE ALTOS SOLIDOS	RA-26-80
ACABADO DE HULE CLORADO	RA-27-80
ACABADO DE POLIURETANO	RA-28-80

El espesor de la película seca de los recubrimientos de acabado debe ser de 2.5. milésimas de pulgada por capa, se aplicarán dos capas.

## Control de Espesores.

Para asegurarse que el espesor del recubrimiento sea el especificado, se utiliza un medidor de película seca de tipo magnético, el cual funciona -- con base en el principio de que un recubrimiento dieléctrico cambia al paso del flujo magnético, detectando en este paso el espesor del dieléctrico, - este tipo de medidores se conocen con el nombre de "Elkómetro" y "Mikrotest".

Para inspeccionar la continuidad de la película seca, se usa el aparato llamado "Tinker And Razor" el cual contiene un circuito eléctrico con una alarma audible que es accionada cuando se localiza una discontinuidad de la superficie del recubrimiento.

Para el funcionamiento de este aparato, se requiere que la esponja conectada a uno de los polos se encuentre húmeda al recorrer la superficie a inspeccionar.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS  
INSTALACIONES PARA GAS**

**SISTEMAS DE CALIDAD Y PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS  
PARA SISTEMAS DE GAS**

**ING. LUIS E. ORDUÑA VILLEGAS**



*Ing. Luis E. Orduña Villegas*

TECNICO RESPONSABLE EN GAS

REG. A-128 SECOFI

CED. PROF. 792657

## PRUEBA HIDROSTATICA

La prueba hidrostática es un método para determinar la pérdida de presión o estanqueidad en recipientes y su objeto es el de determinar si el recipiente resiste la prueba de fuga, sin presentar deformaciones visibles.

Antes de la realización de la prueba hidrostática es necesario verificar y realizar lo siguiente:

- a).- Que no se empleen soportes adicionales a los especificados en el diseño del tanque.
- b).- Que el recipiente este libre de conexiones que limiten o dificulten la expansión del recipiente bajo la carga hidráulica.
- c).- Que todos los dispositivos conectados al recipiente son capaces de resistir la presión de prueba y que no son afectados por el agua.
- d).- Que existe ventilación en todos los puntos altos del recipiente para poder purgar el aire dentro de él, a medida que es llenado.
- e).- Desconectar todas las tuberías del recipiente, para evitar que la expansión durante la prueba imponga sobre las tuberías esfuerzos innecesarios.
- f).- La temperatura del agua utilizada durante la prueba deberá ser mayor o igual a la temperatura ambiente.
- g).- El agua a utilizarse debe ser limpia.
- h).- Antes de efectuar la presurización del recipiente, debe chequearse que no existen bolsas de aire atrapadas en el interior.
- i).- La superficie exterior del tanque deberá estar seca.

La presión de la prueba hidráulica tiene un rango de 1.3 a 2 veces la presión de diseño de los recipientes. En el caso de recipientes para almacenar Gases licuados de petróleo, la presión de diseño es 14 Kg/cm<sup>2</sup> (generalmente) y considerando la elevación de presión a 1.5 veces la presión de diseño, la presión de prueba será de 21 Kg/cm<sup>2</sup>. Considerando esta característica, la prueba debe efectuarse de la siguiente manera:

El equipo necesario para efectuar la prueba hidrostática consiste en: una bomba hidráulica capaz de proporcionar una presión de 28 Kg/cm<sup>2</sup>.; medidores de presión ( manómetros ) para emplearse dentro de los valores comprendidos entre el 25% y el 75% del total de la escala; válvula de reelevo de presión calibrada a 28 Kg/cm<sup>2</sup>; tuberías adecuadas para conectar el sistema con una resistencia mínima de 28 Kg/cm<sup>2</sup>.



# *Ing. Luis E. Orduña Villegas*

TECNICO RESPONSABLE EN GAS  
REG. A-128 SECOFI  
CED. PROF. 702657

## PROCEDIMIENTO DE PRUEBA

- Registrar que se efectuó la inspección visual de la superficie del recipiente antes de iniciar la prueba a fin de comprobar que se encuentra listo.
- Taponar los orificios del recipiente, abriendo la parte superior hacia la atmósfera.
- Llenar el recipiente con agua limpia, hasta su parte superior.
- Permitir que escape el aire atrapado, por los orificios de ventilación colocados en la parte superior.
- Una vez lleno el recipiente, cerrar los orificios de ventilación.
- Verificar que el equipo de prueba este hermético.
- Verificar que el recipiente y su contenido estan a la misma temperatura. Se recomienda que la temperatura de prueba no sea menor a 15 °C ni mayor a 49 °C.
- Elevar la presión en el recipiente gradual y lentamente hasta alcanzar la presión de 11 Kg/cm<sup>2</sup>. Registrar que se realizó una inspección visual del recipiente en la cual se comprobó la hermeticidad del mismo, anotando la temperatura, presión y hora a la que se estabilizó la presión.
- Aumentar la presión en pasos de 2 Kg/cm<sup>2</sup>, hasta alcanzar la presión de 21 Kg/cm<sup>2</sup>.
- La presión debe mantenerse estacionaria después de cada incremento cuando menos por 10 minutos para permitir efectuar las observaciones requeridas.
- Cuando se alcanza y se estabiliza la presión de 21 Kg/cm<sup>2</sup> se debe mantener por lo menos 60 minutos, para efectuar la inspección visual de las paredes, soldaduras y conexiones del recipiente, registrando la temperatura del agua, presión manométrica y hora al inicio y al final de la inspección. Los resultados de la inspección deben indicar si el recipiente presentó fugas o deformaciones visibles.



## *Ing. Luis E. Orduña Villegas*

TECNICO RESPONSABLE EN GAS

REG. A-128 SECOFI

CED. PROF. 792657

- Se reduce la presión hasta 14 Kg/cm<sup>2</sup> manteniendola por espacio de 30 minutos para realizar una segunda inspección visual. Se registrará la temperatura del agua, presión manométrica y hora al inicio y al final de la inspección y se anotará si el recipiente presentó fugas o deformaciones visibles.
- Se despresuriza el recipiente y se disminuye el nivel del agua a una velocidad aproximadamente igual a la de llenado a fin de prevenir esfuerzos innecesarios por vacío. Se debe registrar la hora a la que se terminó la inspección.

Una vez terminada la prueba el Técnico emitirá el dictamen de aprobación o rechazo del recipiente. No se considera fuga la pérdida de líquido a través de los sellos y las deformaciones deben ser visibles y localizadas alterando la configuración original del recipiente.

Este procedimiento se basa en el Código ASME Sección VIII, División I, Parte UG; en la Norma API 620, Sección 5, Artículo 5.23 y en la Norma MSS SP 61.

ING. LUIS E. ORDUÑA VILLEGAS.



*Ing. Luis E. Orduña Villegas*

TECNICO RESPONSABLE EN GAS

REG. A-128 SECOFI

CED. PROF. 702057

## INSPECCION POR LIQUIDOS PENETRANTES

La inspeccion por líquidos penetrantes, nos ayuda para determinar imperfecciones en metales, plásticos, cerámica, herramientas de corte, forjas, trabajos de soldadura y otros; tales como grietas, porosidades, soldaduras pobres, traslapes etc.

El PENETRANTE es un líquido que posee la capacidad de penetrar en pequeñas aberturas. Característica que hace que este líquido sea especialmente adecuado para utilizarse en la detección de discontinuidades superficiales abiertas a la superficie del material. Existen penetrantes que pueden ser removidos de la superficie de la pieza mediante solventes específicos, penetrantes con la habilidad de fluorecer bajo luz negra (penetrante fluorescente) y penetrantes visibles que son líquidos altamente penetrantes y visibles los cuales proporcionan un alto contraste en el revelador blanco.

La manera de efectuar una examinación por líquidos penetrantes es la siguiente:

Primeramente la superficie a examinar debe estar libre de contaminantes que interfieran con la inspección, o que puedan provocar falsas indicaciones, para este caso es necesaria la preparación de la superficie por medio de cepillo de alambre y agua jabonosa y en algunos casos el empleo de solventes.

La superficie a inspeccionar y las áreas adyacentes, al menos tres centímetros a cada lado, deben estar secas y limpias de grasa, aceite, oxido, escorias, gotas de soldadura, suciedad o cualquier material extraño que pueda interferir con la inspección, o que cubra y ocluya las aberturas superficiales. Para la prelimpieza se emplea, generalmente, agentes comunes tales como: detergentes, solventes orgánicos, soluciones desincrustantes, removedores de pintura o desengrasantes, siempre y cuando sea facilmente lavables antes de iniciar la inspección. La limpieza se hace utilizando perdigonado, chorro de arena, abrasivos o cardas es aceptable, siempre y cuando sea seguido de un ataque ácido.

El secado después de la aplicación de soluciones de limpieza debe ser de preferencia por evaporacion normal, el tiempo de secado no debe ser menor a cinco minutos.



# Ing. Luis E. Orduña Villegas

TECNICO RESPONSABLE EN GAS

REG. A-128 SECOFI

CED. PROF. 702057

El líquido penetrante debe ser aplicado a la superficie por medio de brocha o por asperción, evitando la aplicación excesiva o innecesaria. La temperatura del líquido y de la superficie deben estar entre los 16 y 52 grados centígrados durante la inspección, en el caso de que la superficie este por arriba de esta temperatura, se debe dejar enfriar la pieza antes de efectuar la inspección.

El tiempo de penetración se inicia con la aplicación del penetrante en la superficie a inspeccionar, este tiempo es crítico y su alteración por debajo de los tiempos mínimos recomendados, puede alterar la sensibilidad del método. En la siguiente tabla se dan algunos tiempos mínimos de penetración para diferentes materiales y tipo de defectos a ser detectados.

## PENETRANTE VISIBLE REMOVIBLE CON SOLVENTE

MATERIAL	DEFECTO	TIEMPO DE PENETRACION ( minutos )	
		T 60-90 F	T 35-90 F
Cualquier metal	Grietas por tratamiento térmico.	3-5	10-15
Cualquier metal	Grietas por rectificado.	7-10	15-20
Cualquier metal	Grietas por fatiga	7-10	15-20
Plásticos	Grietas	3-5	10-15
Cerámicas	Grietas	3-5	10-15
Cerámicas	Porosidad	3-5	10-15
Herramientas de corte:			
Extremos de carburos	Soldadura pobre	3-5	10-15
Htas de corte	Grietas	3-5	10-15
Metales:			
Molde permanente para fundición	Porosidad por contracción	3-5	10-15
Colada a matriz (fundición)	Porosidad superficial	3-5	10-15
Colada a matriz (fundición)	Traslapes en frío	3-20	10-20
Forja	Grietas y traslapes	7-20	15-20
Metal colado	Costuras	7-20	15-20
Soldadura de aluminio.	Grietas y poros	3-5	10-15
Soldadura de acero.	Grietas y poros	7-20	15-20





## *Ing. Luis E. Orduña Villegas*

TECNICO RESPONSABLE EN GAS

REG. A-128 SECOFI

CED. PROF. 702657

Una vez transcurrido el tiempo de penetración, el exceso de penetrante debe removerse de la superficie, limpiandola con un papel absorbente o con un trapo limpio hasta eliminar la mayor cantidad del exceso de penetrante. Los rastros y remanentes deben ser eliminados con un papel absorbente o un trapo humedecido en solvente y frotando suavemente la superficie no importando si se hace la limpieza en varias direcciones al mismo tiempo. No debe usarse el solvente en exceso, tampoco se debe lavar la superficie a ser inspeccionada con rocío directo del removedor o solvente después de la aplicación del penetrante y antes de la aplicación del revelador.

Cuando se empleen penetrantes fluorescentes, se debe verificar la limpieza de todo exceso de penetrante en un cuarto oscuro y con la iluminación de luz ultravioleta (luz negra). Nunca se debe efectuar una inspección de la misma pieza con líquidos penetrantes fluorescentes después de haberse efectuado una inspección con líquidos de color contrastante (visibles)

Las superficies, una vez limpias del exceso de penetrante, se pueden secar por evaporación normal o con papel absorbente. Antes de aplicar el revelador se debe dejar secar la superficie por lo menos durante cinco minutos, para asegurar la evaporación de todo el solvente del removedor.

Después de limpiar y dejar secar las superficies, se aplica el revelador en suspensión no acuosa.

El revelador es un polvo en suspensión, por lo que debe de agitarse vigorosamente antes y durante la aplicación del rocío. Se debe de aplicar el rocío del revelador de tal forma que obtenga una capa uniforme y delgada de revelador que permita un buen contraste de fondo para el líquido penetrante.

El proceso de inspección se debe repetir, iniciando desde el paso de limpieza cuando la superficie a inspeccionar presente color rosa intenso después de la aplicación del revelador.

La inspección de la pieza e interpretación final de las discontinuidades ( en caso de existir ) debe efectuarse después de que el revelador haya sangrado de 7 a 30 minutos. Por regla general, el tiempo de revelado debe ser igual al tiempo de penetración, como se especifica en la tabla.

Las superficies deben observarse durante la aplicación del agente revelador para monitorear el desarrollo de indicaciones que tiendan a sangrar en exceso. La interpretación final de las inspecciones con líquidos penetrantes de color contrastante (visible), debe efectuarse bajo condiciones de iluminación natural o artificial que aseguren una sensibilidad adecuada, se recomienda que la intensidad de la luz no sea menor de 350 luxes.



# *Ing. Luis E. Orduña Villegas*

TECNICO RESPONSABLE EN GAS

REG. A-128 SECOFI

CED. PROF. 702657

Las inspecciones con líquidos penetrantes fluorescentes deben efectuarse usando luz ultravioleta (luz negra), bajo las siguientes condiciones:

- a).- Toda la inspección se debe realizar en un cuarto oscuro.
- b).- El Técnico debe permanecer en el cuarto oscuro por espacio de cinco minutos antes de iniciar la inspección, con el fin de adaptación de la vista a la oscuridad.
- c).- Se debe precalentar la lámpara por espacio de cinco minutos antes de medir el nivel de intensidad o de iniciar la inspección.
- d).- La intensidad de la iluminación, medida sobre la superficie de la pieza, debe ser mayor de 800  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ .
- e).- La intensidad de la luz debe medirse al menos una vez cada ocho horas de uso o cuando se cambie la estación de trabajo.
- f).- Las lámparas deben contener filtros (de corte y barrera) que impidan el paso de longitudes de onda en el rango ultravioleta, que afectan la vista. La luz ultravioleta empleada en la inspección debe tener una longitud de onda de 3,650 amstrongs aproximadamente, que corresponde a la zona que no afecta al ojo humano, a esta energía radiante se le denomina luz negra.

Si la superficie a ser examinada es demasiado grande para terminar la inspección en un lapso de 30 minutos, se recomienda efectuar la inspección por partes.

Se recomienda efectuar la limpieza posterior a la inspección cuando los residuos del penetrante pueden interferir con el proceso siguiente o con el servicio de la pieza.

Los materiales que hayan sido inspeccionados por el método de líquidos penetrantes, deben ser marcados por el Técnico, usando pintura, con un estampado de bajo esfuerzo o con una etiqueta indicando:

- Identificación de la Persona que efectuó la prueba.
- El empleo de líquidos penetrantes.
- El resultado de la inspección.
- El número de reporte de inspección.

Este procedimiento se basa en las normas y especificaciones del ASTM E 165-80.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**INSTALACIONES PARA GAS  
DISEÑO DE INSTALACIONES DE APROVECHAMIENTO  
DE GAS L. P.**

- TEMARIO:**
- I. ELEMENTOS DE UNA INSTALACION**
  - II . INFORMACION REQUERIDA PARA EL PROYECTO**
  - III. RESUMEN DE LOS REGLAMENTOS QUE SE DEBERAN DE TENER EN CUENTA PARA EL DISEÑO Y EJECUCION - DE LA INSTALACION DE GAS L.P.**

**ING. MANUEL CASARES ELCORO.**

DISEÑO DE INSTALACIONES DE APROVECHAMIENTO DE GAS L.P.

ING. MANUEL CASARES ELCORO.

T E M A R I O

- I. ELEMENTOS DE UNA INSTALACION.
  
- II. INFORMACION REQUERIDA PARA EL PROYECTO DE LAS INSTALACIONES.
  
- III. RESUMEN DE LOS REGLAMENTOS QUE SE DEBERAN DE TENER EN CUENTA PARA EL DISEÑO Y EJECUCION DE LA INSTALACION DE GAS L.P.

I.- ELEMENTOS DE UNA INSTALACION.

BASICAMENTE SE PUEDE DECIR QUE UNA INSTALACION DE APROVECHAMIENTO DE GAS L.P. CONSTA DE LOS SIGUIENTES EELEMENTOS:

- A) RECIPIENTE ALMACENADOR
- B) TUBERIAS DE LLENADO
- C) TUBERIAS DE SERVICIO
- D) APARATOS DE CONSUMO
- E) APARATOS DE REGULACION
- F) APARATOS DE MEDICION
- G) APARATOS DE CONTROL Y SEGURIDAD

A) RECIPIENTE ALMACENADOR

PUEDE SER DE DOS TIPOS.

- 1. PORTATIL
- 2. FIJO

1. PORTATILES O TAMBIEN CONOCIDOS COMO CILINDROS INTERCAMBIABLES. POR SU PESO Y DIMENSIONES SE PUEDEN MANEJAR MANUALMENTE PARA SU LLENADO E INSTALACION, SU LLENADO SE EFECTUA EN LAS PLANTAS Y SU CONTENIDO SE MIDE Y COBRA EN " KILOS ".

LOS RECIPIENTES PORTATILES O CILINDROS CUENTAN CON UNA VALVULA DE SERVICIO ( O DE CILINDRO ) CON VALVULA DE SEGURIDAD INTEGRADA Y CALIBRADA A 26.5 KG/CM2, Y QUE SIRVE

TANTO PARA LLENAR COMO VACIAR EL CILINDRO, ASI COMO PROTEGERLO DE UNA SOBRE PRESION.

LAS CAPACIDADES MAS COMUNES SON DE 10, 20, 30 Y 45 KILOS. ESTOS ESTAN PINTADOS DE COLOR ALUMINIO O BLANCO POR SER UN COLOR REFLEJANTE DEL CALOR Y ASI EVITAR ELEVACIONES INNECESARIAS DE PRESION, EL ARO PORTECTOR SE DEBE PINTAR DE COLOR ROJO ( ESTOS SON LOS COLORES DE LA NORMA INTERNACIONAL ).

2. RECIPIENTES FIJOS TAMBIEN CONOCIDOS COMO TANQUES ESTACIONARIOS O DE PLANTA SU PRESION DE DISENO ES DE 14 KG/CM<sup>2</sup>, Y SE DESTINA PARA ALMACENAR GAS L.P., CUYA PRESION NO EXCEDA DE 12.3 KG/CM<sup>2</sup> A 37.8<sup>o</sup> C. ( NORMA 021/2 ) LA CAPACIDAD SE MIDE EN LITROS Y SE FABRICAN DE 300 A 5000 LTS. ( NORMA 021/1 ). A LOS RECIPIENTES MAYORES SE LES CONSIDERA TANQUES DE PLANTA.

SUS ACCESORIOS DE CONTROL Y SEGURIDAD SON LOS SIGUIENTES:

- VALVULA DE LLENADO: ES UNA VALVULA DE EXCESO DE GASTO COMBINADA CON UNA DE DOBLE NO RETROCESO.
- VALVULA DE RETORNO DE VAPORES: CONSTA DE VALVULA DE NO RETROCESO Y EXCESO DE GASTO ( DE 340 LTS. EN ADELANTE ES OBLIGATORIA ).
- VALVULA DE SEGURIDAD ( CALIBRADA A 17.6 KG/CM<sup>2</sup> ).
- VALVULA DE SERVICIO CON AVISO DEL 10%.
- MEDIDOR DE NIVEL DE LIQUIDO:

A) MEDIDOR FLOTADOR MAGNETICO PARA TANQUE DE 340 LTS.  
EN ADELANTE.

B) MEDIDOR DE NIVEL ROTATORIO PARA TANQUE DE MAS DE  
1000 LTS.

- NIVEL MAXIMO DE LLENADO ( INTEGRADO EN LA VALVULA  
DE SERVICIO ) AL 85% DE LA CAPACIDAD DEL TANQUE.

- DRENAJE ( CHECK LOCK ) PARA TANQUES DE 2200 LTS. EN  
ADELANTE. ES UNA COMBINACION DE VALVULA DE NO  
RETROCESO Y DE EXCESO DE GASTO CON UN TAPON  
ADICIONAL PARA SU CIERRE HERMETICO. SE ENCUENTRA  
LOCALIZADO EN LA PARTE SUPERIOR DEL TANQUE Y TIENE  
UNA VENA INTERIOR HATA EL FONDO DEL TANQUE.

B) TUBERIAS DE LLENADO:

COMO SU NOMBRE LO INDICA, SON LAS TUBERIAS QUE SIRVEN  
PARA ABASTECER LOS TANQUES ESTACIONARIOS, CUANDO POR LA  
LOCALIZACION DE LOS TANQUES NO ES POSIBLE HACERLO  
DIRECTAMENTE CON LAS MANGUERAS DE LA PIPA (AUTO-TANQUE). EL  
MATERIAL EMPLEADO PARA SU INSTALACION SERA FIERRO NEGRO CED.  
40 SOLDABLE O FIERRO NEGRO CED. 80 SI ES ROSCADA LA TUBERIA Y  
TAMBIEN SE PUEDE CONSTRUIR DE COBRE RIGIDO TIPO "K" O "L".

BASICAMENTE LAS TUBERIAS DE LLENADO CONSTAN DE:

1. LINEA DE LLENADO LIQUIDO Y
2. LINEA DE RETORNO DE VAPORES.

1. LINEA DE LLENADO DE LIQUIDO.

CONSTA DE:

- 2 VALVULAS DE GLOBO.
- 1 VALVULA DE SEGURIDAD CALIBRADA A 17.51 KG/CM2.
- 1 ADAPTADOR.
- 1 VALVULA DE LLENADO.
- 1 VALVULA DE GLOBO PARA VENDEO.

NORMALMENTE SU DIAMETRO ES DE 19 MM. (3/4") O SUPERIOR SI EL TENDIDO ES MUY LARGO SE DEBERA DE CALCULAR.

2. LINEA DE RETORNO DE VAPORES:

YA SON MUY POCAS LAS COMPANIAS QUE LA INSTALAN, PERO SIRVE PARA QUE LA BOMBA DEL AUTO-TANQUE NO TRABAJE FORZADAMENTE E IGUALE LAS PRESIONES DEL RECIPIENTE A LLENARSE Y EL AUTO-TANQUE; OTRA VENTAJA, ES QUE LA COMPANIA SUMINISTRADORA PODRIA RECUPERAR GRAN CANTIDAD DE ESTE VAPOR SI EMPLEARA COMPRESOR.

SU DIAMETRO ES DE 13 MM. (1/2") Y CONSTA DE LOS SIGUIENTES ADITAMENTOS:

- 2 VALVULAS DE GLOBO.
- 1 ADAPTADOR.
- 1 VALVULA DE RETORNO DE VAPORES.



C) TUBERIAS DE SERVICIO:

SON LAS QUE CONDUCCEN EL GAS HASTA LOS APARATOS DE CONSUMO. SEGUN EL REGLAMENTO, SE PERMITEN LAS DE FIERRO NEGRO Y FIERRO GALVANIZADO EN CEDULA 40, COBRE RIGIDO Y FLEXIBLE TIPO "L".

LA ELECCION DE CUALQUIER TIPO (FIERRO O COBRE) DEPENDERA DE RAZONES ECONOMICAS, PUES LAS TUBERIAS DE FIERRO SON MAS BARATAS PERO SU COLOCACION ES MAS CARA, O POR RAZONES TECNICAS CUANDO SE REQUIERA PROTECCION MECANICA DE LAS MISMAS.

D) APARATOS DE CONSUMO:

SON TODOS LOS ARTEFACTOS QUE QUEMAN EL GAS O LO CONSUMEN.

DEBERAN DE CONTAR COMO MINIMO CON UNA VALVULA QUE TENDRA LA FUNCION DE CONTROLAR EL FLUJO DE GAS, ADEMAS DE SUS CONTROLES DE SEGURIDAD, QUE POR NORMA SON PARTE INTEGRAL DEL MISMO.

SU CONSUMO O GASTO PODRA SER EXPRESADO EN LAS SIGUIENTES UNIDADES, POR UNIDAD DE TIEMPO (HORA): CALORIAS, BTU'S METROS CUBICOS, PIES CUBICOS, KILOWAT, CABALLOS DE POTENCIA (H.P.).

SIEMPRE ES IMPORTANTE CONOCER LA PRESION DE TRABAJO, NO SE OLVIDE DE PREGUNTAR A SU CLIENTE.

E) APARATOS DE REGULACION ( REGULADORES ).

LA FUNCION PRINCIPAL DE LOS REGULADORES DE PRESION ES LA DE PROPORCIONAR EL GAS A UNA PRESION REQUERIDA Y CON UN MINIMO DE FLUCTUACIONES.

A CONTINUACION SE DETALLAN LAS PARTES PRINCIPALES QUE INTEGRAN EL REGULADOR:

CUERPO

VALVULA DE ADMISION.

CONEXION ARTICULADA ENTRE LA VALVULA DE ADMISION Y EL DIAFRAGMA.

DIAFRAGMA.

RESORTE DE AJUSTE DE PRESION DE SALIDA.

RESORTE DE AJUSTE DE LA VALVULA DE RELEVO DE PRESION.

VENTILA.

LOS REGULADORES SE PUEDEN CLASIFICAR EN:

APARATO: ESTOS ESTAN INTEGRADOS AL PROPIO EQUIPO.

ALTA PRESION: PARA PRESION DE SALIDA DE MAS DE 27.34 GR/CM2.

BAJA PRESION: PARA PRESION DE TRABAJO DE 27.34 GR/CM2 O MENOS.

OTRA CLASIFICACION, DE ACUERDO CON LA PRESION DE LOS APARATOS A CONECTAR, ES LA SIGUIENTE:

UNICA ETAPA: CONECTADOS A LA SALIDA DEL TANQUE.

PRIMERA ETAPA: (PRIMARIOS) CONECTADOS A LA SALIDA DEL TANQUE Y QUE TRABAJAN EN ALTA PRESION.

SEGUNDA ETAPA: (SECUNDARIOS) CONECTADOS EN LAS TUBERIAS DE GAS Y QUE PUEDEN ENTREGAR ALTA O BAJA PRESION.

LA INFORMACION REQUERIDA PARA SELECCIONAR UN REGULADOR ES LA SIGUIENTE:

PRESION DE ENTRADA.

PRESION DE SALIDA.

GASTO O CONSUMO.

DIAMETRO A LA ENTRADA Y SALIDA.

LA PRESION PODRA SER EXPRESADA EN LAS SIGUIENTES UNIDADES:

KG/CM<sup>2</sup>, GR/CM<sup>2</sup>, LB/IN<sup>2</sup>, MM. DE COLUMNA DE AGUA O MERCURIO (760 MM. = 1.0332 KG/CM<sup>2</sup>), PULGADAS DE COLUMNA DE AGUA O MERCURIO, ETC.

F) APARATOS DE MEDICION ( MEDIDORES ):

SU FUNCION ES LA DE MEDIR EL GAS VOLUMETRICAMENTE.

LOS MAS COMUNES SON LOS DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO TIPODIAFRAGMA, Y SU FUNCIONAMIENTO SE BASA EN LA PREVIA MEDICION DE UN VOLUMEN, QUE ES LLENADO POR EL GAS MIENTRAS EN OTRO VOLUMEN SIMILAR SE ESTA DESALOJANDO, ESTO PRODUCE UN MOVIMIENTO QUE SE TRANSMITE A UN REGISTRADOR QUE NOS DARA EL VOLUMEN DE GAS EN METROS CUBICOS, QUE PASO A TRAVES DEL MEDIDOR.

EXISTEN OTROS TIPOS DE MEDIDORES EN LAS INSTALACIONES INDUSTRIALES DE GAS NATURAL O L.P., DESDE LOS MAS SENCILLOS DE PLACA U ORIFICIO, HASTA LOS MAS SOFISTICADOS DE TURBINA.

LA PRESION DE TRABAJO DE LOS MEDIDORES MAS COMUNES PARA GAS L.P. ES " BAJA PRESION ", SI SE LES CONECTA EN ALTA PRESION SE ROMPERAN LOS DIAFRAGMAS INTERNOS O SE TRABARAN.

G) APARATOS DE CONTROL Y SEGURIDAD

SU SOFISTICACION DEPENDE DEL APARATO DE CONSUMO; DE LA CAPACIDAD DEL QUEMADOR. ASI POR EJEMPLO UN CALENTADOR DE AGUA DOMESTICO SOLO REQUIERE UNA VALVULA PILOSTATICA QUE NOS CONTROLE SI SE APAGA EL PILOTO Y CORTAR EL PASO DEL GAS CUANDO LLEGUE LA TEMPERATURA DEL AGUA A LA TEMPERATURA PRE-ESTABLECIDA EN NUESTRO CONTROL. MIENTRAS QUE LOS QUEMADORES INDUSTRIALES TENDREMOS ADITAMENTOS QUE CONTROLLEN PRESION, TEMPERATURA, CORTE EN LA CORRIENTE ELECTRICA Y HACER UN BARRIDO DE LOS GASES EN LA CAMARA DE COMBUSTION CON UN PROGRAMADOR ELECTRONICO.

II. INFORMACION REQUERIDA PARA EL PROYECTO DE  
LAS INSTALACIONES DE GAS.

BASICAMENTE SE REQUIERE DE LA SIGUIENTE INFORMACION PARA  
PODER DISENAR UNA INSTALACION DE GAS L.P:

GASTO O CONSUMOS.

PRESIONES DE TRABAJO, LOCALIZACION DE LOS APARATOS  
DE CONSUMO Y TANQUE DE ALMACENAMIENTO.

GASTOS O CONSUMO Y PRESION DE TRABAJO DE LOS APARATOS:

EN LAS INSTALACIONES DOMESTICAS ES SUMAMENTE FACIL  
OBTENER LA INFORMACION DEL GASTO O CONSUMO DE TODOS LOS  
APARATOS A LOS QUE SE LES SUMINISTRARA GAS, GRACIAS A QUE  
EXISTE SUFICIENTE LITERATURA AL RESPECTO.

EN LAS INSTALACIONES COMERCIALES E INDUSTRIALES HAY QUE  
OBTENER LA INFORMACION DEL CLIENTE O EL FABRICANTE, SI ES  
POSIBLE.

ALGUNAS VECES LOS APARATOS CUENTAN CON SUS PLACAS, EN  
DONDE EL FABRICANTE PROPORCIONA LOS DATOS TECNICOS MAS  
IMPORTANTES. EN CASO DE NO PODER OBTENER ESTA INFORMACION,  
SERA NECESARIO MEDIR LOS ORIFICIOS DE LAS ESPREAS U OBTENER  
EL NUMERO DE ORIFICIOS.

TAMBIEN ES IMPORTANTE CONOCER, SOBRE TODO EN LAS INSTALACIONES COMERCIALES E INDUSTRIALES, EL NUMERO DE HORAS QUE OPERAN LOS APARATOS Y LOS DIAMETROS DE ENTRADA DE LOS PROPIOS APARATOS.

LA INFORMACION DE GASTO Y PRESION NOS DARA LOS DATOS PARA OBTENER:

- CAPACIDAD DEL TANQUE.
- TIPO DE REGULADOR.
- DIAMETRO DE LAS TUBERIAS.

LOCALIZACION DE APARATOS DE CONSUMO Y TANQUE DE ALMACENAMIENTO:

CUANDO SEA POSIBLE, SOLICITEN DEL CLIENTE PLANOS ARQUITECTONICOS DE PLANTAS Y CORTES, EN CASO CONTRARIO, LEVANTEN UN PLANO EN LA OBRA Y NO OLVIDEN PONER LA MAYOR INFORMACION POSIBLE ( COMO POSIBLES RIESGOS, ACCESOS, CABLES ELECTRICOS, ETC., ETC.) MAS VALE QUE SOBRE A QUE FALTE.

CALCULO DE LA INSTALACION:

1. CAPACIDAD DE ALMACENAJE.
2. REGULADORES.
3. TUBERIAS DE ALTA Y BAJA PRESION.

1. CAPACIDAD DE ALMACENAJE:

SE DEBERAN TOMAR DOS CRITERIOS, QUE SON:

A) ALMACENAJE: SE TOMARAN EN CUENTA LOS DATOS DE CONSUMO DE TODOS LOS APARATOS Y SE CALCULARA QUE, POR LO MENOS, SE TENDRA ALMACENAJE PARA UN PERIODO DE 15 DIAS.

EJEMPLO: PARA EDIFICIOS DEPARTAMENTALES, UNA REGLA PRACTICA ES DE 4 LTS./DEPTO./DIA, CARGANDO A 21 DIAS.

EL FACTOR DE DEMANDA SIMULTANEA LO DEBERA PROPORCIONAR EL CLIENTE O SERA A CRITERIO DE LA UNIDAD VERFICADORA.

B) VAPORIZACION: EN MUCHAS OCASIONES UN TANQUE PEQUENO PODRIA SER SUFICIENTE PARA ALMACENAR EL GAS QUE SE REQUIERE PARA UN MES, PERO SI LA DEMANDA INSTANTANEA ES SUMAMENTE GRANDE, SE TENDRAN PROBLEMAS DE VAPORIZACION (CONGELAMIENTO DEL TANQUE), POR LO QUE ES NECESARIO CHECAR SI EL TANQUE SELECCIONADO DA ESE GASTO MAXIMO.

ASI TENEMOS QUE, A UNA TEMPERATURA DE 00 CENTIGRADOS Y EL TANQUE AL 30% DE SU CAPACIDAD, LA VAPORIZACION DE LOS TANQUES ES LA SIGUIENTE:

VAPORIZACION

CAPACIDAD (LTS.)	BTU/H	M3/H	LTS/H.
300	163,200	1.155	6.53
500	278,400	3.164	11.14
1,000	440,693	5.008	17.63
1,600	539,213	6.127	21.57
2,200	725,594	8.245	29.02
2,800	917,594	10.427	36.70
3,400	1104,000	12.545	44.16
5,000	1403,000	15.953	56.16

SE PODRAN INSTALAR VAPORIZADORES CON EL FIN DE SUSTITUIR TANQUES QUE POR ESPACIO O SEGURIDAD, NO SEA POSIBLE CONTAR CON EL NUMERO DE TANQUES NECESARIOS PARA CUBRIR LA VAPORIZACION.

2) REGULADORES.

LOS DATOS QUE SE REQUIEREN PARA SELECCIONAR UN REGULADOR SON LOS SIGUIENTES:

- PRESION DE ENTRADA.
- PRESION DE SALIDA.
- GASTO (CONSUMO), Y
- DIAMETROS A LA ENTRADA Y SALIDA DEL REGULADOR.



SU SELECCION DEBERA SER EN CONDICIONES CRITICAS, O SEA, UNA VEZ Y MEDIA AL MAXIMO GASTO, MINIMA PRESION DE ENTRADA Y MAXIMA PRESION DE SALIDA.

3) CALCULO DE TUBERIAS:

DE ACUERDO CON LA PRESION A QUE SE TRABAJARAN LAS TUBERIAS, SE CLASIFICARA EN:

- BAJA PRESION.
- ALTA PRESION.

ESTE TEMA SERA TRATADO AMPLIAMENTE POR EL ING. EDGAR MARTINEZ AL TERMINO DE MI EXPOSICION.

III.- RESUMEN DE LOS REGLAMENTOS QUE SE DEBERAN DE TENER  
EN CUENTA PARA EL DISEÑO Y EJECUCION DE LAS  
INSTALACIONES DE GAS L.P.

1. DE LA LOCALIZACION E INSTALACION DE RECIPIENTES.

1.1. REGLAS GENERALES.

- A SALVO DE GOLPES.
- A LA INTEMPERIE.
- VENTILACION CONVENIENTE.
- COLOCARSE PISOS FIRMES Y NIVELADOS.
- CON ESPACIO SUFICIENTE PARA MANIOBRA Y REPARACION.
- DISTANCIA MINIMA ENTRE RECIPIENTES:
  - . PORTATILES 0.50 M.
  - . PORTATIL Y FIJO 5.00 M.
  - . FIJO - FIJO - 1.00 M.
- DISTANCIA MINIMA ENTRE EL RECIPIENTE Y CUALQUIER FUENTE DE IGNICION, CHIMENEA, MOTOR, ANUNCIOS LUMINOSOS, PUERTAS, VENTILA - 3.00 M.
- CAPACIDAD DE ACUERDO CON: FRECUENCIA DE LLENADO Y VAPORIZACION.

1.2. INSTALACIONES DOMESTICAS.

- EN AZOTEAS PARA EDIFICIOS.
- NUNCA EN CUBOS DE LUZ CON ALTURA 5 M. Y AREA MENOR A 25 M2.
- NUNCA EN MARQUESINAS.

- LOCALIZACIONES PREFERENTES Y EN EL SIGUIENTE ORDEN:  
AZOTEA, PATIOS A LA CALLE, OTROS PATIOS, TERRAZAS.

1.3. INSTALACIONES COMERCIALES.

- PARA CAPACIDAD MAYOR DE 5,000 LTS., REQUIERE DE LA APROBACION DE LA SECRETARIA, ASI COMO DE LA UNIDAD VERIFICADORA.
- ENCAUZAR LA VENTILACION MEDIANTE BARDAS, CUANDO SE OBSERVEN RIESGOS PROBABLES.

1.4. INSTALACIONES INDUSTRIALES.

- DISTANCIA A CONSTRUCCIONES Y LINDEROS QUE SE DEBERAN DE TOMAR EN CUENTA PARA LA SELECCION DEL LUGAR DONDE SE UBICARAN LOS TANQUES.  
500 LTS. ----- 0.10 MTS.  
500 - 2000 LTS. ----- 3  
2000 - 5000 LTS. ----- 7  
MAS DE 5000 LTS. ----- 15
- DAR PROTECCION ADECUADA CONTRA EL PASO DE PERSONAS Y VEHICULOS.
- COLOCAR LETREROS ALUSIVOS EN LA ZONA DE TANQUES, QUE SEÑALEN LOS RIESGOS.
- ES OBLIGATORIO UN SISTEMA DE EXTINCION DE FUEGO.
- PARA TANQUES CON CAPACIDAD MAYOR A 20,000 LTS. SE INSTALARAN SISTEMAS DE SEGURIDAD PARA EMERGENCIAS.

2) DE LAS TUBERIAS.

2.1. REGLAS GENERALES.

- UTILIZAR UNICAMENTE TUBERIAS DE MATERIALES AUTORIZADOS, TALES COMO: COBRE RIGIDO TIPOS L-K, COBRE FLEXIBLE, FIERRO GALVANIZADO.
- EN CASO DE COLOCACION DE MANGUERAS, SERAN DE ACUERDO CON LA NORMA OFICIAL, Y UNICAMENTE SE EMPLEARAN EN CASOS ESPECIALES. EJEMPLO: MECHEROS, PLANCHAS MOVIBLES, CRIADORAS DE POLLOS. SU LONGITUD - NO MAYOR DE 1.50 MTS.
- PARA EVITAR ESFUERZOS POR VIBRACION O MOVIMIENTO, SE PERMITE CURVA OMEGA, TRAMOS FLEXIBLES, ETC.
- SUJETAR LA CONSTRUCCION CON ABRAZADERAS ADECUADAS O GRAPAS QUE EVITEN MOVIMIENTOS.
- LAS TUBERIAS DEBERAN DE QUEDAR A SALVO DE DAÑOS MECANICOS.
- NUNCA INSTALAR EN SOTANOS, EXCEPTO PARA ABASTECER APARATOS UBICADOS EN ESTE LUGAR, PERO DEBERAN DE COLOCAR UNA VALVULA AFUERA Y UN MANOMETRO.
- NO HACER DOBLECES PARA EVITAR CONEXIONES.
- NO CALENTAR EL TUBO, YA QUE SE DEBILITAN LAS PAREDES.
- PINTAR DE AMARILLO, EXCEPTO LOS RIZOS Y CASAS CON FACIL IDENTIFICACION O EMPRESAS CON CODIGOS PROPIOS.
- SOLO ES NECESARIO PINTAR 10 CM. EN LUGARES ESTRATEGICOS, POR CUESTIONES DE ESTETICA.

- TUBERIAS EN PATIOS A 60 CM. DE PROFUNDIDAD Y A LA ENTRADA DE LA CONSTRUCCION DEBERAN DE SER VISIBLES.

## 2.2. DE LAS TUBERIAS EN BAJA PRESION.

- SOLO EN FIERRO GALVANIZADO O COBRE TIPO L.
- NUNCA COBRE FLEXIBLE.
- NO EMPLEAR UNIONES INTERMEDIAS EN TRAMOS MENORES A 6 MTS.
- SI SE COLOCA EN MUROS, LAS RANURAS DEBEN DE SITUARSE A 10 CM. DE PISO TERMINADO.
- EN LOSAS POR LA PARTE SUPERIOR Y AHOGADOS EN CONCRETO, EXCEPTO EN PLANTA BAJA DE EDIFICIOS CON SOTANOS.
- NUNCA POR MUROS O PISOS DE RECAMARAS.

## 2.3. TUBERIAS EN ALTA PRESION.

- NUNCA EN EL INTERIOR DE INSTALACIONES DOMESTICAS O COMERCIALES, EXCEPTO PARA APARATOS DE A.P.
- PROTEGER ADECUADAMENTE.
- ALEJAR TUBERIAS POR LO MENOS 20 CM. DE CORRIENTE, TELEFONO, VAPOR, ETC.
- EN INSTALACIONES DOMESTICAS O COMERCIALES, VISIBLE POR EL EXTERIOR DE LA CONSTRUCCION, Y PODRA SER OCULTA EN PATIOS Y JARDINES.

#### 2.4. DE LAS TUBERIAS DE LLENADO.

- PUEDE EMPLEARSE TUBERIA DE FIERRO C-40 SOLDADA, DE COBRE RIGIDO K, SI NO SE EXPONE A DAÑOS MECANICOS.
- SU TENDIDO POR EXTERIOR Y VISIBLE.
- A 20 CMS. DE CORRIENTE, ETC.
- LA BOCA TOMA SE COLOCARA A 2.50 DE ALTURA Y 3 METROS DE FLAMA.
- NUNCA POR PAREDES COLINDANTES.
- SE PINTARA DE ROJO.
- LA TUBERIA DE LLENADO SE PUEDE OMITIR SI LA AZOTEA TIENE UNA ALTURA MENOR DE 7 MTS. Y NO MAS DE 10 MTS. DEL PANO DE LA CALLE.

#### 3. PRUEBAS DE HERMETICIDAD.

TODAS LAS REQUIEREN.

- EN TUBERIAS OCULTAS PROBAR ANTES DE TAPAR.
- EN BAJA PRESION SE PUEDE EMPLEAR: GAS L.P., AIRE O GAS INERTE.
- PARA ALTA PRESION SOLO AIRE O GAS INERTE (CO<sub>2</sub>. N<sub>2</sub>)
- NUNCA EMPLEAR OXIGENO.
- LAS PRUEBAS SE REALIZAN DE LA SIGUIENTE MANERA:  
EN BAJA PRESION: A 0.5 KG/CM<sup>2</sup> POR 10 MINUTOS Y ANTES DE CONECTAR APARATOS, Y POSTERIORMENTE A 28 GR/CM<sup>2</sup> O 11" C.A., CON LOS APARATOS, Y DURANTE 10 MINUTOS MINIMO.

EN ALTA PRESION: A 2.5 LA PRESION DE TRABAJO, O SEA, APROX. 3.75 KG/CM<sup>2</sup> POR 24 HORAS.

EN TUBERIA DE LLENADO A 21 KG/CM2 POR 24 HORAS Y SIN VALVULA DE SEGURIDAD, PUES ESTA SE CALIBRARA A 17.58 KG/CM2 (250 LBS.).

- SIEMPRE HAY QUE DESCONECTAR LA FUENTE DE PRESION DESPUES DE CARGAR LA LINEA.
- DESPUES DE LA PRUEBA, PURGAR Y PROBAR APARATOS CON "JABONADURA".

#### 4. MEDIDORES.

- INSTALAR EN LUGARES VENTILADOS.
- FUERA DE LOS DEPARTAMENTOS.
- SE PUEDE INCREMENTAR LA PRESION 1.3 GR/CM2 PARA COMPENSAR LA PERDIDA DE PRESION AL PASAR EL GAS POR EL MEDIDOR.

#### 5. REGULADORES.

- TODAS LAS INSTALACIONES LO REQUIEREN.
- SE PUEDE CONECTAR CON PUNTA POL O FLEXIBLE "L" NO MAYOR DE 50 CM., O PIGTAIL.
- SIEMPRE A LA INTEMPERIE Y EN EL CASO DE INSTALACIONES EN INDUSTRIAS QUE SE LOCALICEN EN EL INTERIOR, SACAR VENTILA AL EXTERIOR.
- LOS REGULADORES DE ALTA DEBERAN DE CONTAR CON MANOMETRO.

6. APARATOS DE CONSUMO.

- LOS APARATOS DOMESTICOS SIEMPRE EN BAJA PRESION Y SU MAXIMA CAIDA DE PRESION ES 5%.
- ES OBLIGATORIA UNA LLAVE DE CORTE MANUAL PARA CADA APARATO.
- CUANDO SE CONECTEN CON TUBERIA FLEXIBLE, LA LLAVE DE PASO DEBERA DE QUEDAR SUJETA AL MURO CON ABRAZADERA EXCEPTO CUANDO EL RIZO SEA MENOR A 50 CM.
- EN INSTALACIONES COMERCIALES E INDUSTRIALES, INSTALAR UNA VALVULA DE CIERRE GENERAL DE FACIL ACCESO, DE PREFERENCIA EN EL INTERIOR DEL LOCAL.
- LOS APARATOS DEBERAN DE LOCALIZARSE EN LUGARES VENTILADOS Y SIN CORRIENTES DE AIRE.
- SI SE INSTALAN EN LUGARES CERRADOS, DEBERAN DE TENER CHIMENEA CONECTADA AL EXTERIOR.
- NO INSTALAR CALENTADORES EN BAÑOS O RECAMARAS.
- LOS CALFECTORES EN INTERIORES, SOLO LOS DE "TIPO VENTILADO".
- LAS ESTUFAS DEBERAN DE CONTAR CON SU CONEXION FLEXIBLE DE 1.50 MTS. MINIMO.

7. DE LOS VAPORIZADORES.

- EN BASE FIRME.
- A 3 MTS. DEL TANQUE PARA CAPACIDADES DEL VAPORIZADOR MENORES A 115 LTS. (30 GALONES) Y A 6



MTS. PARA CAPACIDADES MAYORES SE PODRA REDUCIR ESTA DISTANCIA SI SE TOMAN MEDIDAS DE SEGURIDAD.

- A 6 MTS. DE BOCA TOMA DE LA LINEA DE LLENADO.
- LAS TUBERIAS DEBERAN DE SER DE CEDULA 80 O CEDULA 40 SOLDABLE CONEXIONES PARA 140 KG/CM2 (2000 LBS.) MINIMO.
- LA VALVULA DE SEGURIDAD SE CALIBRARA A 17.58 KG/CM2.
- INSTALAR VALVULAS DE GLOBO PARA 28 KG/CM2 TANTO A LA ENTRADA COMO A LA SALIDA DE LOS VAPORIZADORES, O ANTES DEL REGULADOR.
- SERA OBLIGATORIO CONTAR CON EQUIPO CONTRA INCENDIO EN LUGAR ACCESIBLE Y PROXIMO AL VAPORIZADOR.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

INSTALACIONES PARA GAS

TEMA: CALCULO DE UNA TUBERIA

EXPOSITOR: ING. JORGE GONZALEZ GALINDO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA.

INSTALACIONES PARA GAS 1995

ANUVE GAS

DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCION DE GAS NATURAL.

TEORIA Y ANTECEDENTES  
FORMULA A UTILIZAR  
DISEÑO Y APLICACIONES.

TEORIA Y ANTECEDENTES.

LA PRESION EN UN DUCTO DECRECE GRADUALMENTE EN LA DIRECCION DEL FLUJO, ESTA REDUCCION DE PRESION SE CONOCE COMO " CAIDA DE PRESION " .

LA MAGNITUD DE ESTA " CAIDA DE PRESION " DEPENDE DE:

- LA LONGITUD DEL DUCTO.
- EL DIAMETRO Y RUGOSIDAD INTERNA DE LA TUBERIA.
- LAS PROPIEDADES FISICAS DEL GAS.
- EL PROMEDIO DE LA PRESION Y TEMPERATURA DEL GAS.

EL CALCULO DE LA " CAIDA DE PRESION " NOS DETERMINARA CUAL ES EL GASTO MAXIMO QUE PODEMOS OBTENER DE UN DUCTO, A UNA PRESION FINAL PREVIAMENTE DETERMINADA.

EXISTEN VARIAS FORMULAS PARA CALCULAR LA CAIDA DE PRESION DEL GAS EN UN DUCTO, LA MAYORIA DE ELLAS SON RESULTADO DE EXPERIMENTOS CON FLUJO DE GAS; ENTRE ESTAS ECUACIONES TENEMOS:

- POLE.
- SPITZGLAS, PARA ALTA Y BAJA PRESION.
- WEYMOUTH.
- MUELLER.

DADO QUE LOS EXPERIMENTOS FUERON REALIZADOS CON DIFERENTES TIPOS DE FLUJO Y CON DIFERENTES RUGOSIDADES INTERNAS DE TUBERIA, ESTAS FORMULAS NO SIEMPRE DAN LOS MISMOS RESULTADOS, POR LO QUE CADA FORMULA TIENE UN RANGO DE APLICACION PARA CONDICIONES ESPECIFICAS DE FLUJO, PRESION Y DIAMETROS DE TUBERIAS.

UNA RED DE DISTRIBUCION DE GAS NATURAL PARA USO DOMESTICO, COMERCIAL Y EN

CALCULO DE DIAMETROS

FORMULA DE SPITGLASS

$$P - P_1 = \frac{2}{1} \cdot \frac{2}{2} \cdot \frac{2}{2} \cdot Q$$

TRAMO	Q		L			PRESION INICIAL MANOMETRICA		P. INICIAL ABSOLUTA			"B"		PRESION FINAL MANOMETRICA			
	M3/Hr	M.P.C.H	M	Ft	Kg/Cm2	Lb/Plg2	Lb/Plg2	P1	Polgadas	L	Q	Q	Q	P2 ABS. Lb/Plg2	Kg/Cm2	
#1-2	280	10.17	103.44	28.00	85.30	1.10	15.64	26.97	727.49	2	0.004162	38.55	690.94	26.29	16.96	1.05
#2-3	259	9.15	83.66	25.00	82.02	1.05	14.96	26.29	690.94	2	0.004162	28.42	662.52	25.76	16.41	1.01
#3-7	230.4	8.14	66.20	42.00	137.80	1.01	16.41	25.74	662.52	2	0.004162	37.78	624.74	24.99	13.86	0.96
#7-10	201.6	7.12	50.68	58.00	190.29	0.96	13.66	24.99	624.74	2	0.004162	39.95	584.79	24.18	12.85	0.90
#10-12	172.8	6.10	37.24	50.00	164.04	0.90	12.85	24.18	584.79	2	0.004162	25.30	559.49	23.65	12.32	0.87
#12-14	144	5.09	25.86	53.00	173.88	0.87	12.32	23.65	559.49	2	0.004162	18.62	540.86	23.26	11.93	0.84
#14-16	115.2	4.07	16.55	16.00	52.49	0.84	11.93	23.26	540.86	2	0.004162	3.60	537.27	23.18	11.85	0.83
#16-20	57.6	2.03	4.14	83.00	272.31	0.83	11.85	23.18	537.27	2	0.004162	4.67	532.60	23.08	11.75	0.83
#20-22	28.8	1.02	1.83	20.00	65.62	0.84	11.94	23.27	541.72	2	0.004162	0.20	541.44	23.27	11.94	0.84
#2-5	28.8	1.02	1.03	68.00	223.10	1.05	14.93	26.26	689.64	2	0.004162	0.96	688.68	26.24	14.91	1.05
#5-6	28.8	1.02	1.03	30.00	98.43	1.05	14.91	26.24	688.68	1	0.196	19.95	668.73	25.86	14.53	1.02
#3-4	28.8	1.02	1.03	43.00	141.88	1.01	14.36	25.69	668.09	1	0.196	20.60	631.49	25.13	13.88	0.97
#7-8	28.8	1.02	1.03	26.45	86.78	0.96	13.65	24.98	624.86	2	0.004162	0.37	623.69	24.97	13.64	0.96
#8-9	28.8	1.02	1.03	45.00	147.64	0.95	13.51	24.84	616.98	1	0.196	29.93	587.04	24.23	12.90	0.91
#10-11	28.8	1.02	1.03	15.00	49.21	0.90	12.88	24.13	582.16	1	0.196	9.98	572.18	23.92	12.59	0.89
#12-13	28.8	1.02	1.03	10.00	32.81	0.87	12.37	23.78	561.76	1	0.196	6.65	555.18	23.56	12.23	0.86
#14-15	28.8	1.02	1.03	11.00	36.09	0.84	11.94	23.27	541.72	1	0.196	7.32	534.48	23.12	11.79	0.83

2

ALGUNOS CASOS INDUSTRIAL, NORMALMENTE ESTA FORMADA POR TUBERIAS DE DIVERSOS DIAMETROS, QUE VAN DESDE 8" A 1/2" DE DIAMETRO CON PRESIONES DE TRABAJO DE 1 A 1.5 KG/CM2. PARA ESTAS CONDICIONES LA FORMULA QUE PODEMOS UTILIZAR ES LA DE SPITZGLASS PARA ALTA PRESION, LA CUAL HEMOS COMPROBADO QUE NOS DA RESULTADOS MUY CERCANOS A LA REALIDAD.

**FORMULA A UTILIZAR.**

PARA CALCULAR LAS CAIDAS DE PRESION DEL GAS NATURAL EN UNA RED DE DISTRIBUCION, UTILIZAREMOS LA FORMULA DE SPITZGLASS, CUYA EXPRESION MATEMATICA ES:

$$Q = \frac{0.500 \cdot D^2 \cdot (P_i - P_f)}{GL \cdot L \cdot (1 + 3.6/D + 0.03D)}$$

**DONDE:**

- Q = GASTO DE GAS EN MILES DE PIES CUBICOS POR HORA.
- P<sub>i</sub> = PRESION INICIAL ABSOLUTA EN LB/PLG2.
- P<sub>f</sub> = PRESION FINAL ABSOLUTA EN LB/PLG2.
- D = DIAMETRO INTERIOR DE LA TUBERIA EN PULGADAS.
- L = LONGITUD DE LA TUBERIA EN PIES.

CON EL OBJETO DE SISTEMATIZAR EL CALCULO, LA FORMULA DE SPITZGLASS SE PUEDE EXPRESAR DE LA SIGUIENTE FORMA:

$$R = \left( \frac{1}{3.415} \right)^2 \cdot \left( \frac{1 + 3.6/D + 0.03D}{D^5} \right)^2 \cdot X \cdot G$$

**DONDE:**

LAS UNIDADES TIENEN EL MISMO SIGNIFICADO.

LOS RESULTADOS SEEN VERIFICADOS EN UNO DE LOS CASOS DE INTERES.

LOS MÓDULOS ASOCIADOS A LOS PUNTO, SON PUNTO DE CÁLULO. PARA EN LOS CASOS EN QUE SEAN NECESARIOS EN EL CÁLCULO DE LOS MÓDULOS SE PUEDEN APLICAR EN EL CÁLCULO DE CUALQUIER PUNTO DE CÁLULO.

SE PRETENDE PROYECTAR UN RAMAL DE TUBERÍA DE LA RED DE PEÑEX A UNA INDUSTRIA DE LA CD. DE MÉXICO, CON UNA LONGITUD DE 700 MTS. PARA UN CONSUMO DE 100,000 M<sup>3</sup> DIARIOS DE GAS NATURAL. SI LA PRESIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE PEÑEX ES DE 7 KG/CM<sup>2</sup>. CALCULE EL Ø DE LA TUBERÍA DESDE EL CITADO RAMAL HASTA LA CASETA DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN.

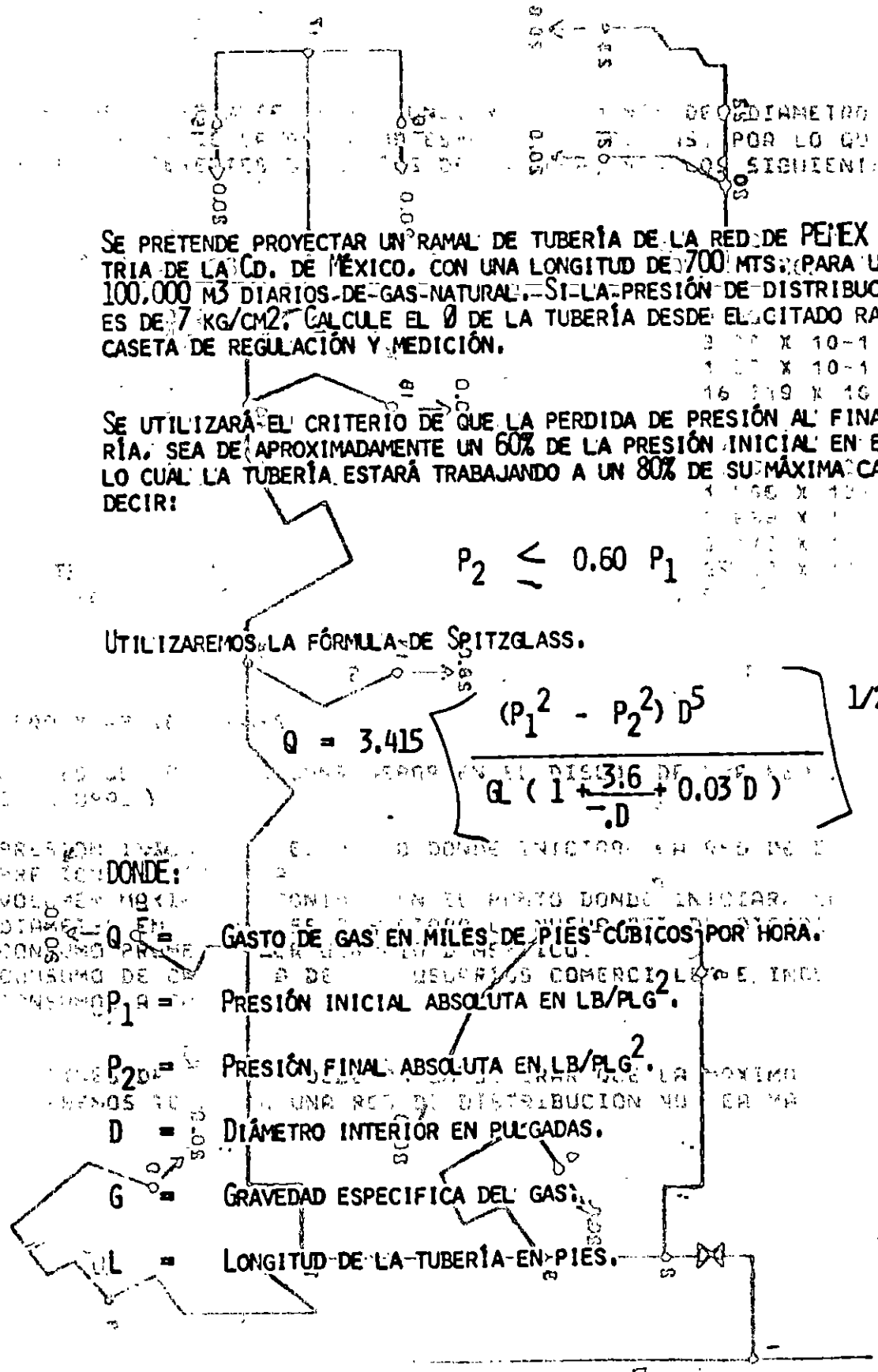
SE UTILIZARÁ EL CRITERIO DE QUE LA PERDIDA DE PRESIÓN AL FINAL DE LA TUBERÍA, SEA DE APROXIMADAMENTE UN 60% DE LA PRESIÓN INICIAL EN EL DUCTO, CON LO CUAL LA TUBERÍA ESTARÁ TRABAJANDO A UN 80% DE SU MÁXIMA CAPACIDAD, ES DECIR:

$$P_2 \leq 0.60 P_1$$

UTILIZAREMOS LA FÓRMULA DE SPITZGLASS.

$$Q = 3.415 \frac{(P_1^2 - P_2^2) D^5}{G \left( 1 + \frac{3.6}{D} + 0.03 D \right)^{1/2}}$$

- DONDE:
- Q = GASTO DE GAS EN MILES DE PIES CÚBICOS POR HORA.
  - P<sub>1</sub> = PRESIÓN INICIAL ABSOLUTA EN LB/PLG<sup>2</sup>.
  - P<sub>2</sub> = PRESIÓN FINAL ABSOLUTA EN LB/PLG<sup>2</sup>.
  - D = DIÁMETRO INTERIOR EN PULGADAS.
  - G = GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL GAS.
  - L = LONGITUD DE LA TUBERÍA EN PIES.



LA (CASA) DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN ESTARÁ EN ESTE PUNTO.

CON EL OBJETO DE REDUCIR LOS CÁLCULOS LA FÓRMULA DE SPITZGLASS SE EXPRESA EN LA SIGUIENTE FORMA:

$$P_1^2 - P_2^2 = RLQ^2$$

DONDE:

$$R = \left( \frac{1}{3.415} \right)^2 \times \left( \frac{1 + \frac{3.6}{D} + 0.03 D}{D^5} \right) \times G$$

COMO SE PUEDE OBSERVAR, R ES FUNCIÓN ÚNICAMENTE DEL DIÁMETRO ANTERIOR DE LA TUBERÍA Y DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL GAS ( G = 0.65 PARA GAS NATURAL ).

POR TAL RAZÓN ES POSIBLE TABULAR LOS DIFERENTES VALORES DE ( R ), VARIANDO LOS DIÁMETROS INTERIORES DE LA TUBERÍA ( D ) ES DECIR:

TABLA No. 1

( D ) PULGADAS	( R ) ADIMENSIONAL.
Ø	
1	1.960 x 10 <sup>-1</sup>
1 ½	16.919 x 10 <sup>-3</sup>
2	4.142 x 10 <sup>-3</sup>
3	4.644 x 10 <sup>-4</sup>
4	1.062 x 10 <sup>-4</sup>
6	1.206 x 10 <sup>-5</sup>
8	2.656 x 10 <sup>-6</sup>
10	8.172 x 10 <sup>-7</sup>

( D )	( R )
PULGADAS.	ADIMENSIONAL.
$\emptyset$	
12	$3.357 \times 10^{-7}$
16	$1.057 \times 10^{-7}$
20	$3.498 \times 10^{-8}$
24	$1.445 \times 10^{-8}$

DATOS:

$$L = 700 \text{ M.} = 2,296.70 \text{ PIES.}$$

$$Q = \frac{100,000 \text{ M}^3}{\text{DIA}} = 100 \frac{\text{MM}^3}{\text{DIA}} = 147.16 \frac{\text{M PIES}^3}{\text{HR.}}$$

$$\text{PRESIÓN ATMOSFERICA, EN LA CD. DE MEXICO} = 11.22 \text{ LB/PLG}^2$$

$$P_1 = 7 \text{ KG/CM}^2 = 99.54 \text{ LB/PLG}^2$$

$$P_2 = 0.60 P_1$$

$$P_2 = 0.60 \times 99.54 \text{ LB/PLG}^2 = 59.72 \text{ LB/PLG}^2$$

~~Presión~~

$$P_{1 \text{ ABS}} = 99.54 \text{ LB/PLG}^2 + 11.22 \frac{\text{LB}}{\text{PLG}^2} = 110.76 \frac{\text{LB}}{\text{PLG}^2}$$

$$P_{2 \text{ ABS}} = 59.72 \text{ LB/PLG}^2 + 11.22 \frac{\text{LB}}{\text{PLG}^2} = 70.94 \frac{\text{LB}}{\text{PLG}^2}$$



$$R = \frac{P_1^2 - P_2^2}{LQ^2} = \frac{(110.76)^2 - (70.94)^2}{(2296.70) (147.16)^2}$$

$$R = \frac{7235.29}{49737485.86} = 1.45469 \times 10^{-4}$$

REFIRIÉNDONOS A LA TABLA No. 1 PODEMOS VER QUE EL VALOR DE R MÁS APROXIMADO AL QUE CALCULAMOS, CORRESPONDE A 4" Ø.

SOLUCIÓN = DIÁMETRO DE LA TUBERÍA 4".

EJEMPLO.

DISEÑAR UNA RED DE DISTRIBUCION DE GAS NATURAL PARA UNA UNIDAD HABITACIONAL UBICADA EN LA CIUDAD DE MEXICO, PARA DAR SERVICIO A 480 DEPARTAMENTOS, EL DESARROLLO DE LA RED SE MUESTRA EN LA FIGURA ANEXA. LA PRESION EN EL DUCTO DE 4" DE DIAMETRO DONDE SE INTERCONECTARA LA RED ES DE 1.10 KG/CM<sup>2</sup>.

SOLUCION:

PRESION INICIAL = 1.10 KG/CM<sup>2</sup>.

PRESION ATMOSFERICA EN LA CIUDAD DE MEXICO = 0.7971 KG/CM<sup>2</sup> ( 11.33 PSIG )

CONSUMO PROMEDIO POR USUARIO = 0.6 M<sup>3</sup>/HR-USUARIO.

EL CONSUMO PROMEDIO POR USUARIO EN LA CIUDAD DE MEXICO, ES DE 2.1 M<sup>3</sup>/DIA, CONSIDERANDO QUE EL CONSUMO SE EFECTUA EN UN PERIODO DISCONTINUO DE 3.5 HORAS, EL CONSUMO PROMEDIO POR HORA POR USUARIO ES DE 0.6 M<sup>3</sup>/HR.

GRAVEDAD ESPECIFICA DEL GAS NATURAL = 0.6 ADIM.

APLICANDO LA FORMULA DE SPITZGLASS, SE OBTIENEN LOS RESULTADOS QUE SE MUESTRAN EN LA TABLA ANEXA, DONDE PUEDE VERSE QUE LA MAXIMA PERDIDA DE PRESION QUE SE TIENE ES DE 25.09%, LA CUAL ES MENOR AL 40%.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
CURSOS ABIERTOS  
INSTALACIONES PARA GAS  
DEL 18 AL 29 DE SEPTIEMBRE DE 1995  
DIRECTORIO DE ASISTENTES

JUAN AVILA LOPEZ  
PROYECTISTA  
CBS CABEZA SASTRE ASESORIA  
Y PROYECTOS S.C.  
AV. PRESIDENTE MAZARIK 191 PISO 8  
COL. CHAPULTEPEC MORALES  
TEL. 281 03 53, 280 88 77

ROSA CRUZ CABRERA  
RESIDENTE DE OBRA  
SUMINISTRO E INST. INDUSTRIALES  
MIRAMONTES 3167  
COL. RESIDENCIAL ACOXPA  
MEXICO, D.F.  
TEL. 677 84 82

JUAN MANUEL FLORES CABRERA  
ASESOR TECNICO  
HIDROGAS DE PUEBLA, S.A.C.V.  
KM. 3.5 CARR. PUEBLA TLAXCALA  
PUEBLA, PUEBLA  
TEL. 88 11 13 88 11 12

ALEJANDRO GARCIA CHAVEZ  
PROYECTISTA  
INPA, S.A.  
CEREALES 205  
VALLE DEL SUR  
09819 MEXICO, D.F.  
TEL. 582 20 13

CARLOS JIMENEZ MENDEZ  
OPERADOR DE AUTOTANQUE  
SINDICATO NACIONAL DE GASEROS  
MAR NEGRO 1  
COL. ALTOS TACUBA  
11410 MEXICO, D.F.  
TEL. 399 92 88

VICTOR MANUEL MEDINA IBARRA  
RESIDENTE DE OBRA  
SUMINISTRO E INST. INDS., SA.CV.  
MIRAMONTES 3167  
COL. RESIDENCIAL ACOXPA  
14300 MEXICO, D.F.  
TEL. 677 84 82

OSCAR CONSTANTINO RIOS  
GERENTE DE INSTALACIONES  
INDUSTRIAL LAJAT, S.A.C.V.  
AV. DIVISION DEL NORTE 308-A  
COL. DEL VALLE  
03100 MEXICO, D.F.  
TEL. 687 26 47, 687 18 84

LUZ MA. DAMIAN GARCIA  
SUBDIRECTOR DE AREA  
COM. REGULADORA DE ENERGIA  
PUENTE TECAMACHALCO 26  
LOMAS DE CHAPULTEPEC  
11000 MEXICO, D.F.  
TEL. 657 73 63

JUAN FUEYO MAC DONAL  
DIRECTOR GENERAL  
ESTACIONARIOS DE PUEBLA, SA.CV.  
20 SUR No. 2122 A  
COL. BELLAVISTA  
72500 PUEBLA, PUEBLA  
TEL. 9122-37 04 38, 37 06 07

CARLOS GOMEZ LAGUNAS  
POR SU CUENTA  
SAN MATEO NOPALA 61-2  
COL. OCCIPACO  
53250 NAUCALPAN, EDO. DE MEXICO  
TEL. 343 41 03

AFRA GRACIELA MARTINEZ MANCILLA  
ROA BARCENAS 66  
COL. OBRERA  
06800 MEXICO, D.F.  
TEL. 578 15 67

HECTOR MONCADA CARBAJAL  
JEFE DE MANTENIMIENTO  
CONSORCIO ADMVO. Y TEC. SA.CV.  
CIRCUITO INGENIEROS 13  
CD. SATELITE  
NAUCALPAN, EDO. DE MEXICO  
TEL. 397 87 12, 572 85 22

ROBERTO MORENO CARBAJAL  
 ASESOR DE LA SRIA. GENERAL  
 SINDICATO NAL. DE GASEROS  
 MAR NEGRO 1  
 COL. ALTA TACUBA  
 11410 MEXICO, D.F.  
 TEL. 399 92 08

JORGE MARTIN NAZAR SOLORIO  
 FRESAS 151  
 COL. DEL VALLE  
 03100 MEXICO, D.F.  
 TEL. 575 03 35

ADALBERTO RODRIGUEZ GUTIERREZ  
 GERENTE DE VENTAS  
 GUANGAS, S.A. C.V.  
 LIBRAMIENTO NORTE KM. 4.5  
 LEON GUANAJUATO  
 TEL. 11 57 70

JORGE ALEJANDRO ORTIZ GARCIA  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 J. HUITRON Y CIA.  
 SAN FELIPE 116  
 PLAZAS DE SAN BUENAVENTURA  
 50110 TOLUCA, MEXICO.  
 TEL. 72- 141586

JUAN RUBEN VELAZQUEZ MARQUEZ  
 GERENTE DE INST. DIV. IND.  
 INDUSTRIAL LAJAT  
 DIV. DEL NORTE 308-A  
 COL. DEL VALLE  
 03100 MEXICO, D.F.  
 TEL. 687 18 84-687 26 47

MIGUEL ANGEL NAVARRO GARCIA  
 PERSONAL FISICA  
 COLECTOR 12-A-101  
 COL. FRACC. VALLE ESMERALDA  
 TEL. 311 62 39

SERGIO RAMIREZ NAVARRO  
 PROFESOR  
 AV. TECNOLOGICO 1500  
 SANTIAGUITO MORELIA  
 MORELIA, MICHOACAN  
 TEL. 12 15 70 EXT. 143

JORGE A. RODRIGUEZ VELAZQUEZ  
 GERENTE TECNICO  
 4 OTE. No. 409  
 COL. CENTRO  
 72000 PUEBLA PUEBLA  
 TEL. 32 53 17

EDUARDO RAMIREZ PEREZ  
 RESIDENTE DE OBRA  
 SUM. E INST. INDUSTRIALES, S.A.  
 MIRAMONTES 3167-102  
 RESIDENCIAL ACOXPA  
 14300 MEXICO, D.F.  
 TEL. 677 684 82

MIGUEL ANGEL VILCHIS GONZALEZ  
 ESPECIALISTA DEL PRODUCTO  
 INPA, S.A.  
 CRELEALES 205  
 COL. VALLE DEL SUR  
 09819 MEXICO, D.F.  
 TEL. 697 09 35