



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

A LOS ASISTENTES A LOS CURSOS

Las 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.

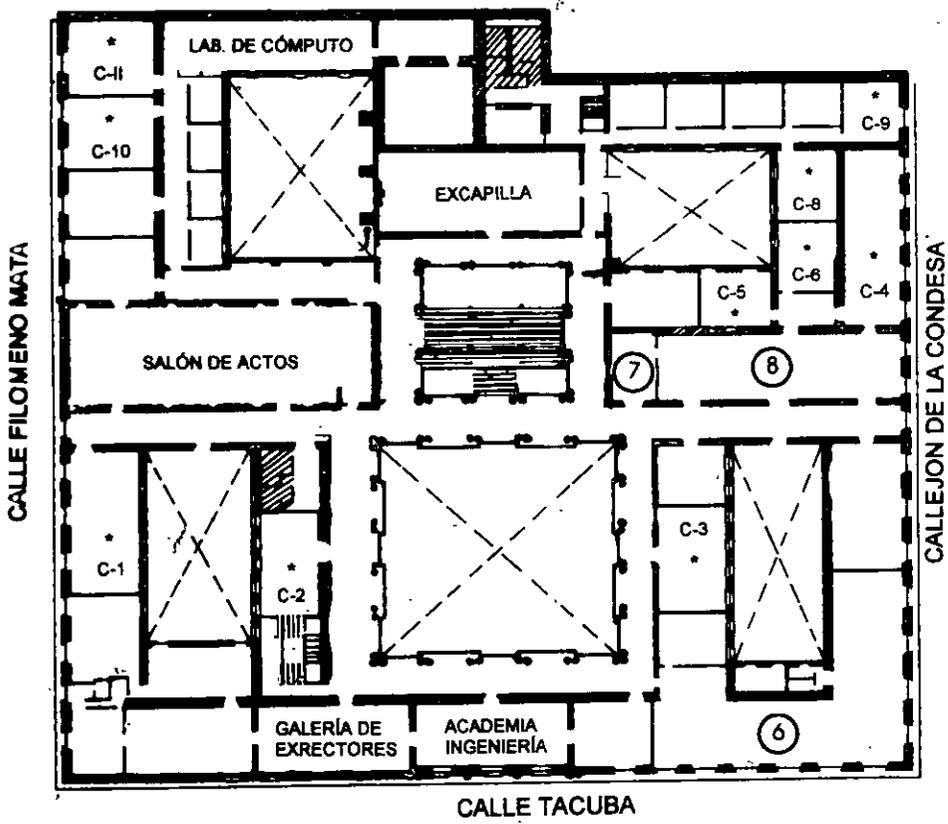
Es muy importante que todos los asistentes llenen y entreguen su hoja de inscripción al inicio del curso, información que servirá para integrar un directorio de asistentes, que se entregará oportunamente.

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

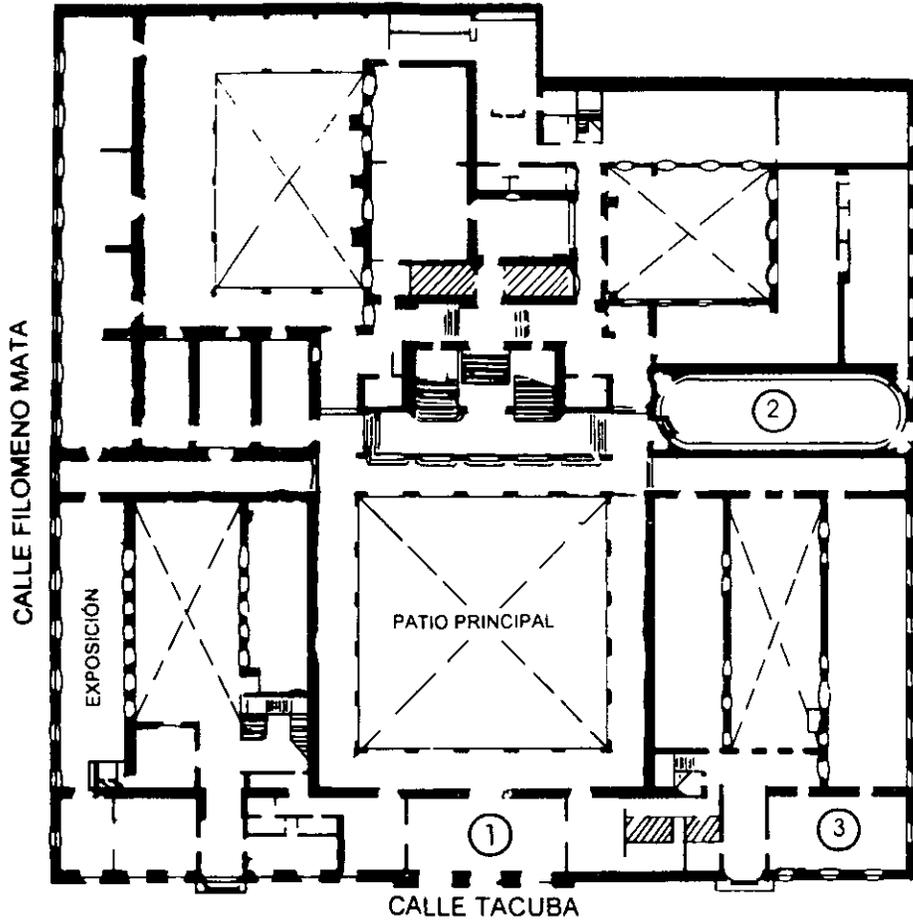


**DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERÍA U.N.A.M.
CURSOS ABIERTOS**

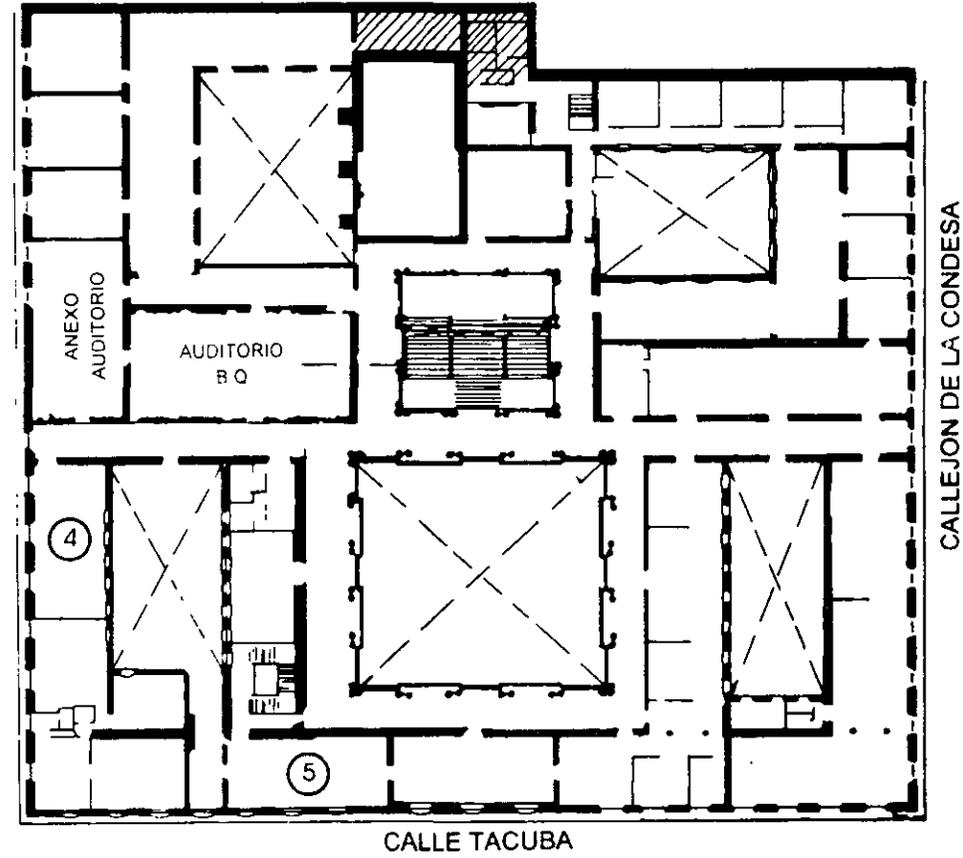
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA



PALACIO DE MINERIA



PLANTA BAJA



MEZZANINNE



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA



CURSOS ABIERTOS

DIPLOMADO DE ADMINISTRACIÓN
DE MANTENIMIENTO

MANTENIMIENTO A
INSTALACIONES ESPECIALES
CA 273

TEMA
CALDERAS

**EXPOSITOR: ING. JAIME MELÉNDEZ BORJA
ING. GERARDO CABRERA
DEL 15 AL 19 DE MAYO DE 2006
PALACIO DE MINERÍA**

LINEAMIENTOS GENERALES

CLASIFICACIÓN DE CALDERAS

Las calderas se clasifican según los siguientes datos.

1. *Usos según se utilizan para*
 - A. *Para generar vapor*
 - B. *Para calentar agua caliente*
 - C. *Para calefacción*
 - D. *Para lavanderías*

2. *Presión de trabajo*
 - A. *Baja presión, máximo 11.25 kg/cm²*
 - B. *Alta presión. Generación de fuerza*

3. *Materiales usados en su construcción*
 - A. *Aceros especiales*
 - B. *Hierro colado*

4. *Tamaño y capacidad*

La tasa de capacidad puede expresarse en:

- A. *Superficie de radiación. Pies cuadrados*
- B. *Calor producido. Miles de BTU/hora*
- C. *Libras de vapor por hora*

La capacidad de las calderas comerciales normalmente se expresa en superficie calefacción

unidades térmicas

- i. *Caballo caldera. HP*
- ii. *Unidad británica--- BTU/hora*
- iii. *Unidad métrica --- calorías/hora*

$$1 \text{ BTU} = 0.252 \text{ calorías}$$

$$1 \text{ caloría} = 3.968 \text{ BTU}$$

Caballo caldera. Es cuando se produce 15.65 kg/hora de vapor saturado a 100 centígrados

5. *Contenido en los tubos*
 - A. *Acuotubulares. Los tubos contienen agua o vapor*
 - B. *Tubos de humo*

6. Sistema de fogón. Combustión
 - A. La caldera puede ser un recipiente a presión operado por fuego
 - B. Operada por otro sistema de calentamiento

7. Fuente de calor
 - A. La combustión de combustibles
 - B. Utilizando gases calientes (de desperdicio)
 - C. Energía atómica nuclear

8. Clase de combustible
Según el combustible utilizado.
 - A. Carbón
 - B. Gas
 - C. Diesel, etc

9. Fluido utilizado
 - A. Vapor
 - B. Agua
 - C. Productos químicos
 - D. Aceite, etc.

10. Sistema de circulación
 - A. Circulación natural
 - B. Circulación forzada

11. Posición del hogar
 - A. Interno
 - B. Externo

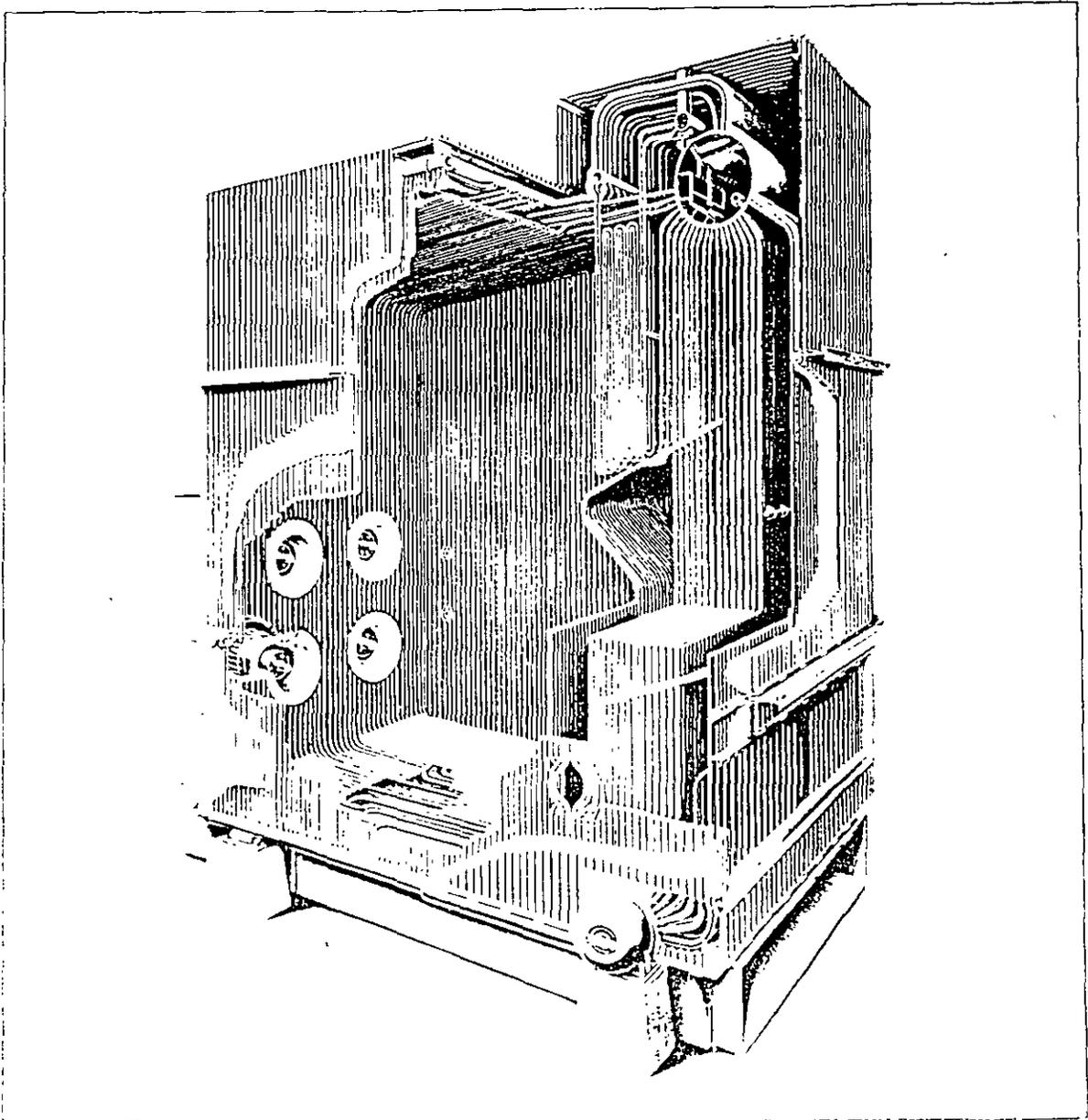
12. Tipo de fogón

13. Forma general

14. Clasificación particular del fabricante

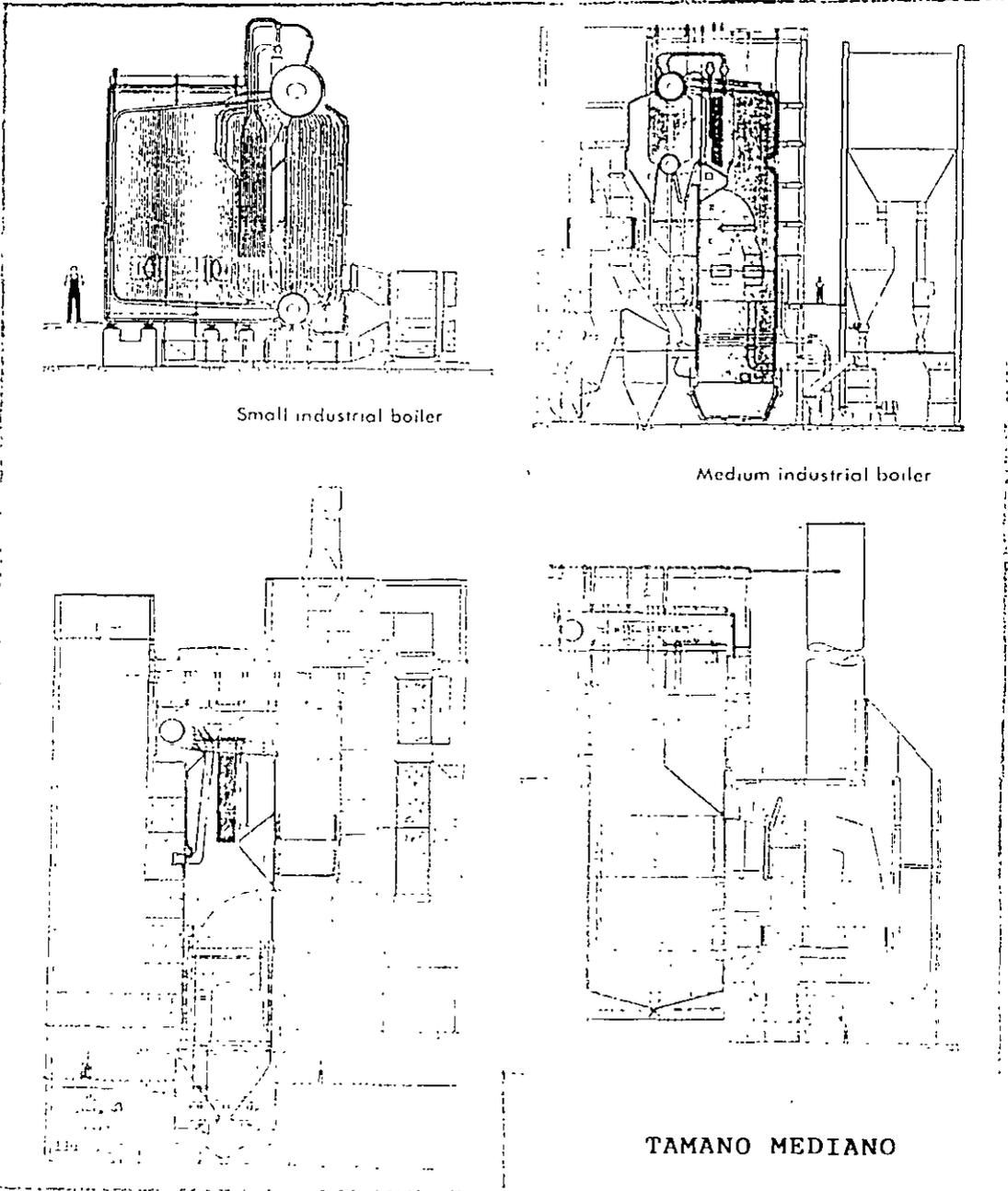
CALDERAS ACUOTUBULARES.

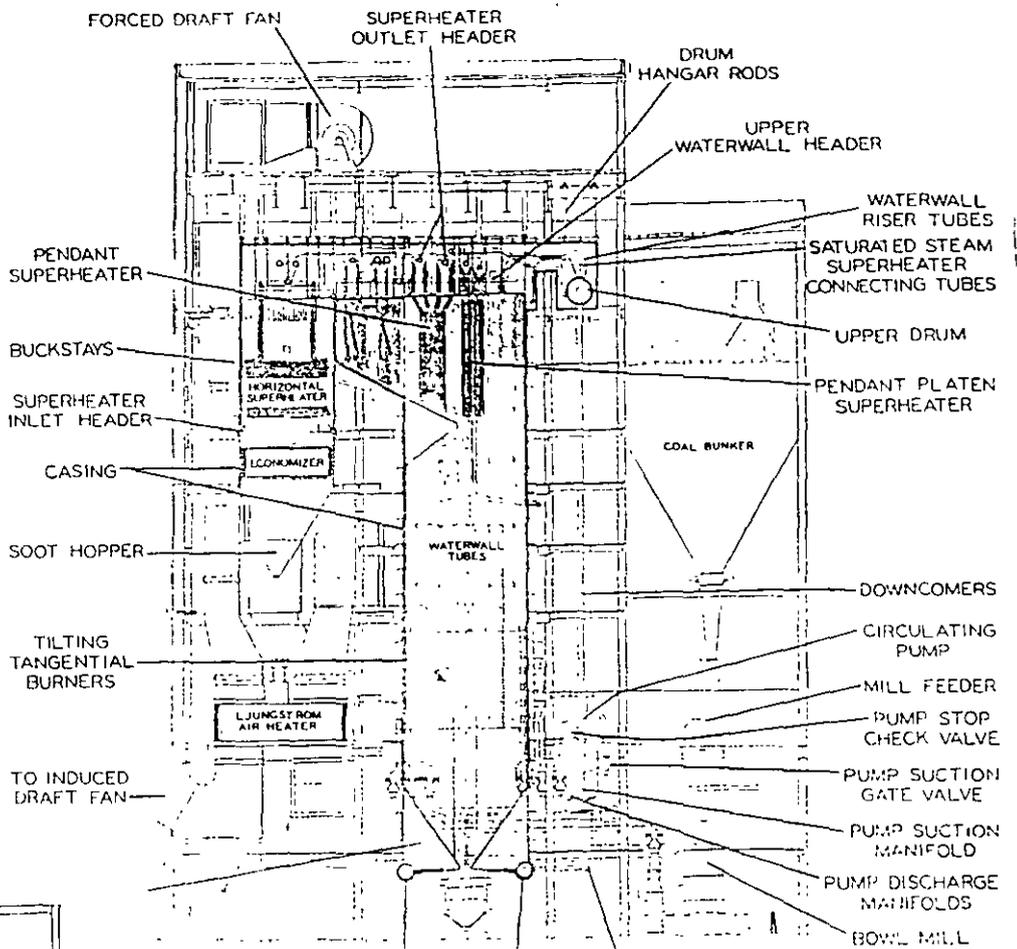
TUBOS DE AGUA.



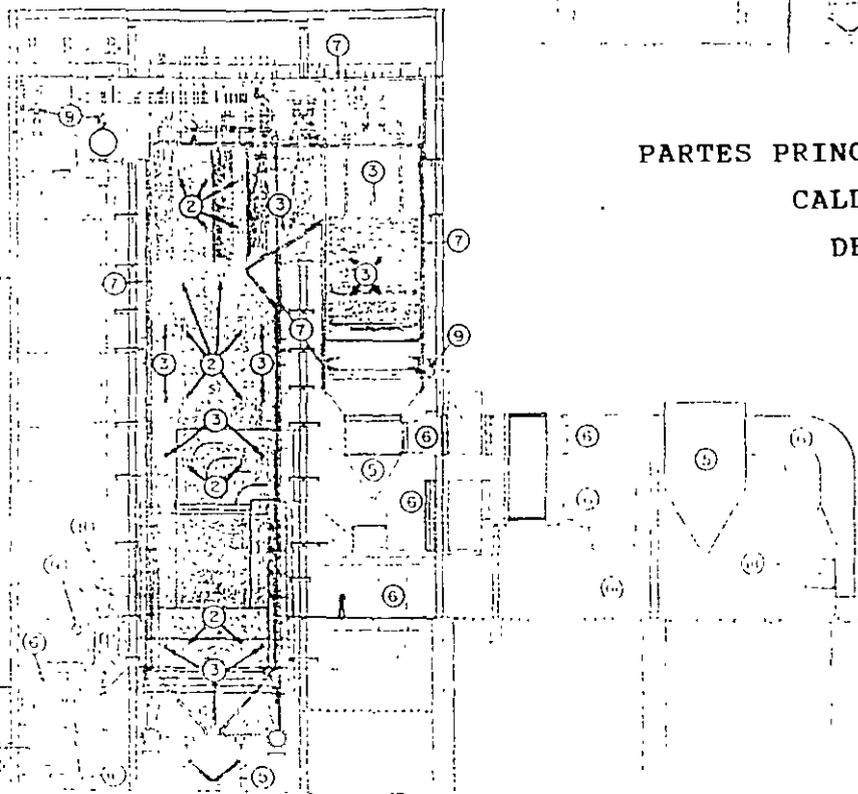
CALDERA TUBOS DE AGUA "C.E" MODELO WU_60 COMBUSTIBLE DUAL.

CALDERAS TUBOS DE AGUA . GRANDES. USO INDUSTRIAL.



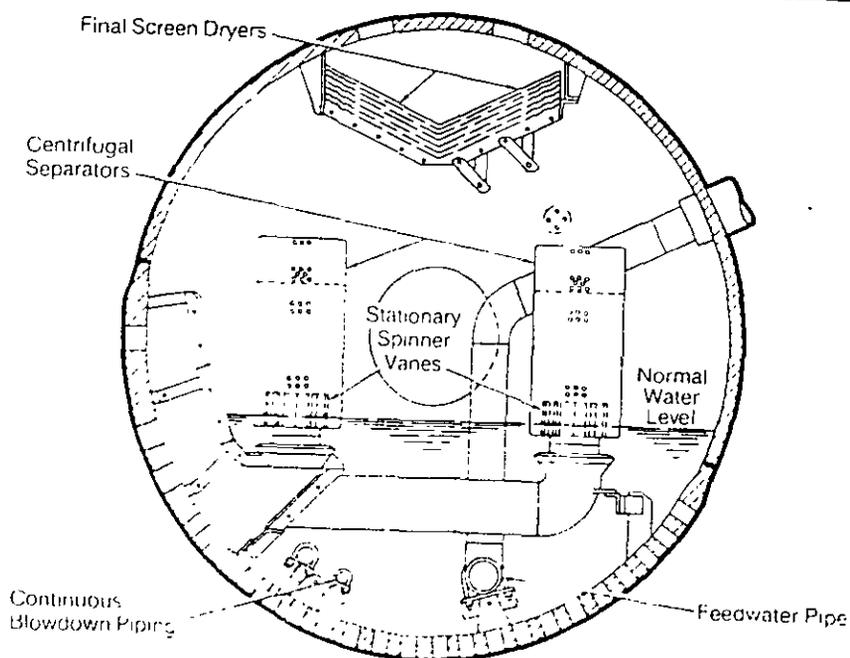
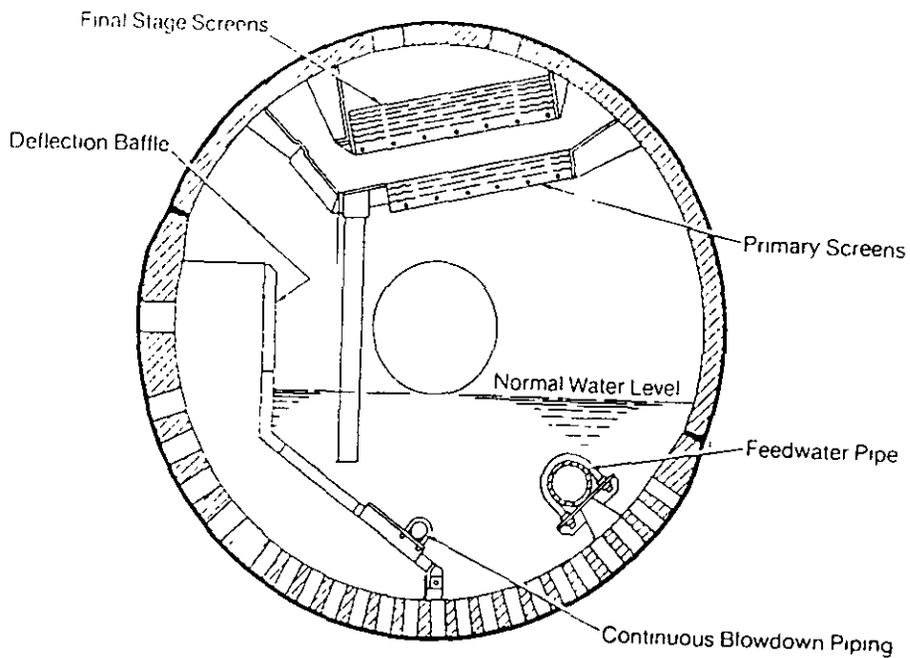


PARTES PRINCIPALES COMPONENTES
CALDERAS TUBOS
DE AGUA.



- 1A Forced draft fan
- 1B Induced draft fan
- 1C Pulverizer exhauster
- 2 Soot blowers
- 3 Observation ports and access door
- 4 Not shown -- pressurized frame equipment
- 5 Ash collection equipment
- 6 Draft work
- 7 Casing and insulation
- 8 Pumps
- 9 Valves

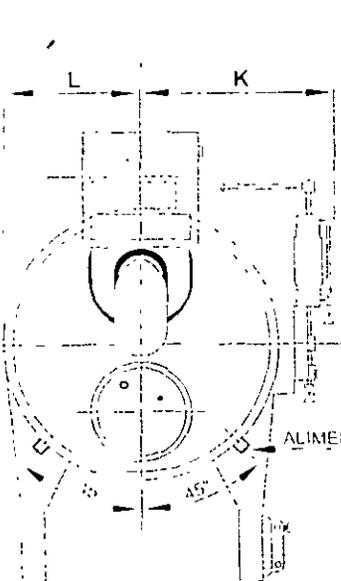
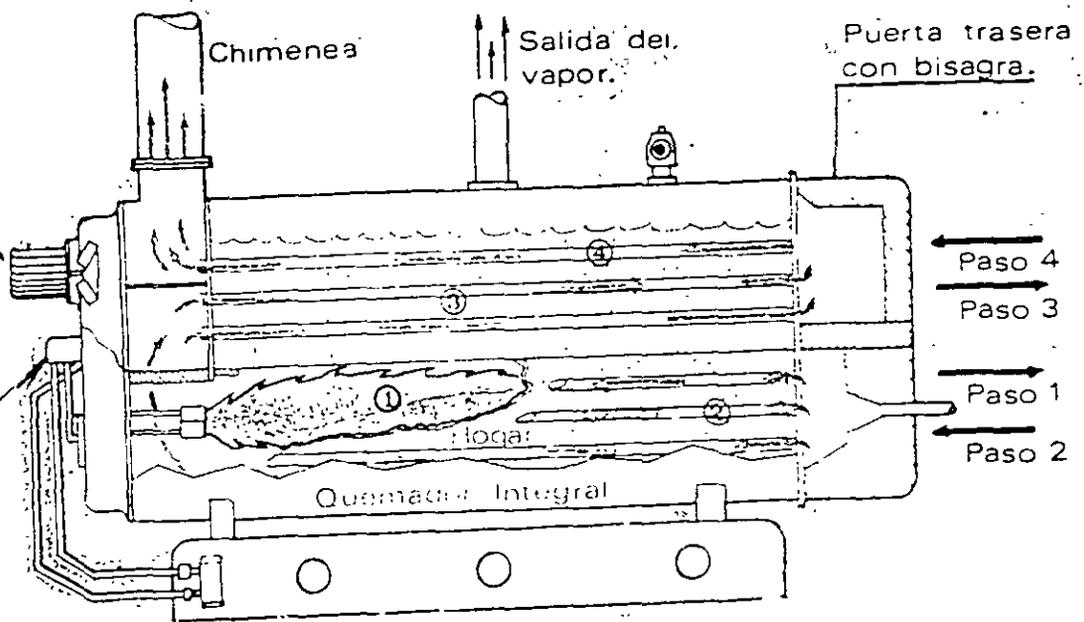
CORTES MOSTRANDO INTERIOR DE DOMOS PARA VAPOR
TIPO "BAFLES INTERIORES CENTRIFUGOS"

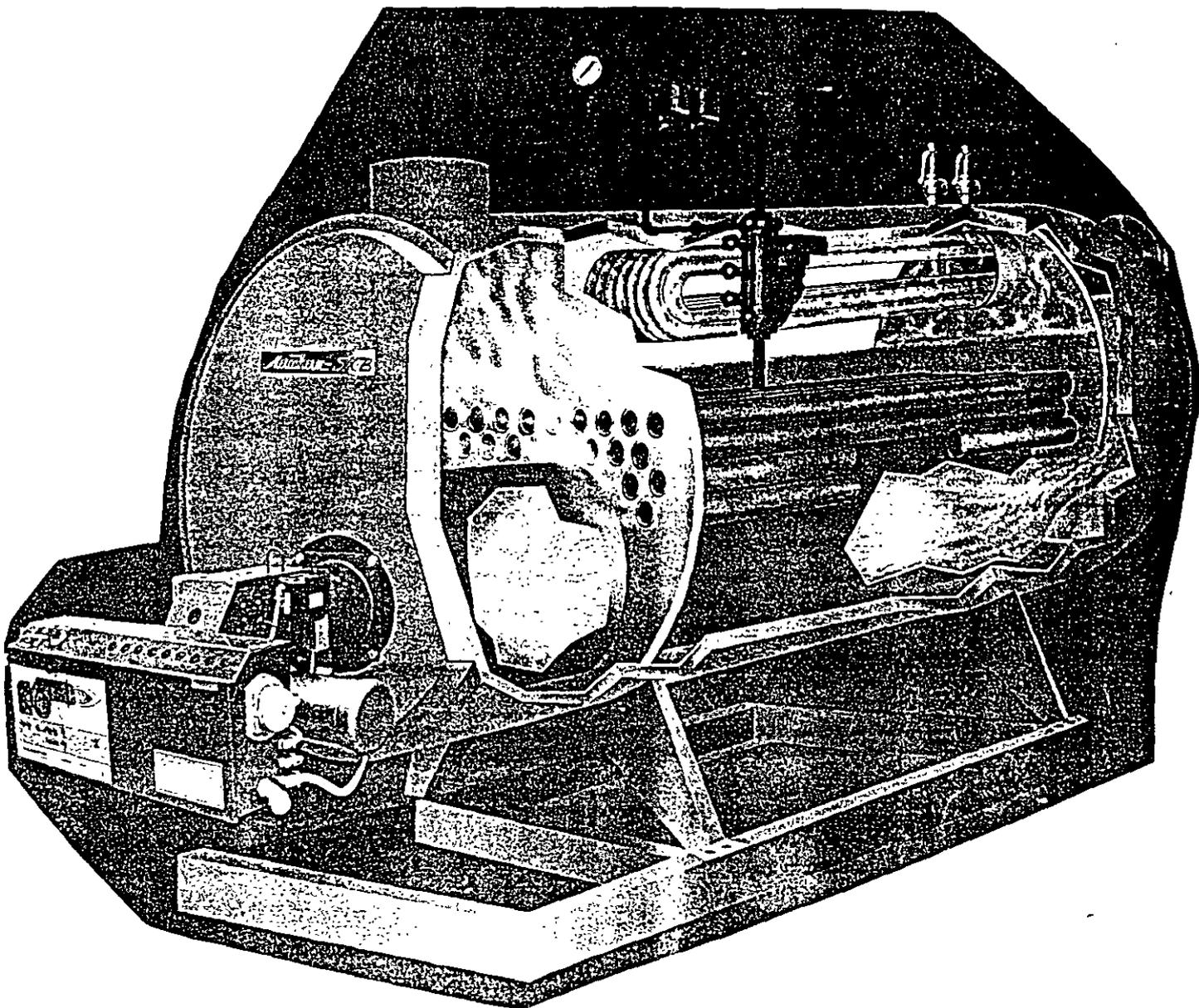


DESCRIPCIÓN GENERAL DE UN GENERADOR DE VAPOR. COMPONENTES

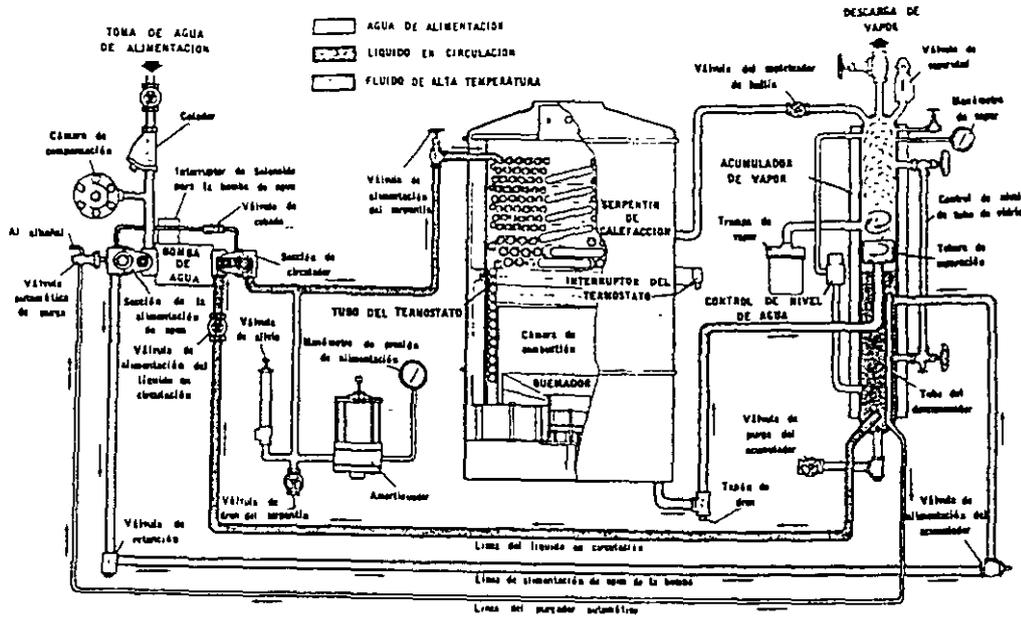
VENTILADOR DE
RECIRCULACION
FORZADA.

BOMBA DE
COMBUSTIBLE.

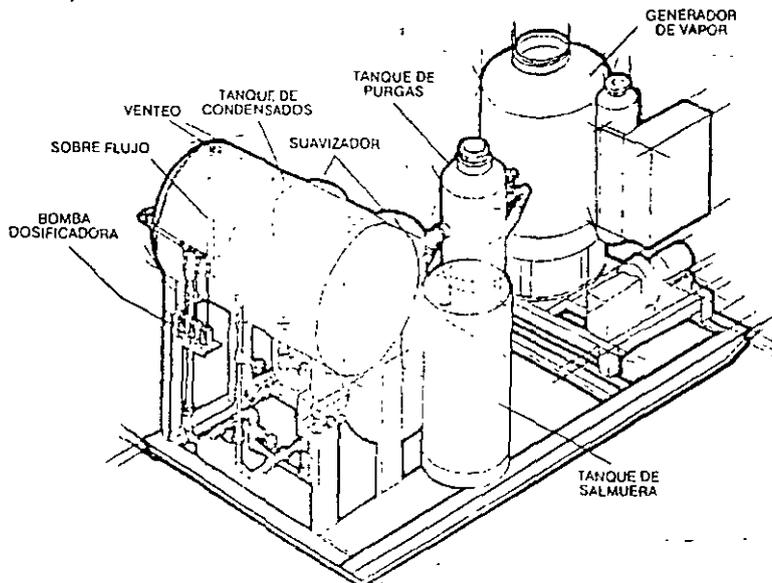




CALDERA TUBOS DE HUMO TIPO ESCOSES.



CALDERA TUBOS DE AGUA DE CIRCULACION FORZADA.



SISTEMA INTEGRAL EQUIPO AUXILIAR.

- 1) Limpieza de tubos de agua o de humo
- 2) Limpieza de los domos
- 3) Reparaciones de refractarios y aislantes
- 4) Indicador de nivel de agua
- 5) Controles y equipo eléctrico
- 6) Controles programadores
- 7) Equipo de seguridad
- 8) Unidad de combustión. Equipo combustión
- 9) Ventiladores. Chimenea
- 10) Válvulas en general. V. Solenoides.
- 11) Válvulas de seguridad
- 12) Equipo vario

Si establecemos un programa de mantenimiento preventivo evitaremos paros serios que afecten producción o servicios.

Desde el punto de vista económico es casi seguro que este programa reduzca gastos y la operación sea más económica.

El factor mas importante a considerar será que al establecer el programa de mantenimiento preventivo aumentará la seguridad.

Es recomendable llevar un reporte de mantenimiento con todas las anotaciones necesarias para ser llevadas a cabo así como del registro exacto de los trabajos llevados a cabo.

Puede ser en caso muy especial que el tiempo para llevar a cabo un programa de mantenimiento preventivo sea casi igual que el tiempo de hacer una reparación completa, en cuyo caso el mantenimiento preventivo no representa ventaja alguna ya que la caldera tiene que estar fuera de servicio, por lo que es recomendable mejor planear el paro y reparación a fondo de la caldera.

También es necesario considerar los años de servicio de la caldera, se tiene la idea que después de 15 años conviene el analizar la ventaja de adquirir nueva caldera,

Todo lo anteriormente expuesto es parte de una buena gestión administrativa del cuarto, servicio y sistema de calderas.

FALLAS Y SUS CAUSAS

Las calderas son aparatos a presión en donde el calor procedente de una fuente de energía (combustible) se transforma en utilizable a través de un medio de transporte líquido-vapor.

La presión, el calor (fuego) y el vapor son los elementos que pueden ser el origen de las explosiones.

La falla principal que podemos tener en una caldera es la de las:

RIESGOS DE EXPLOSIONES

Las explosiones podemos clasificarlas básicamente en dos.

* **Explosiones físicas:** Por rotura de las partes a presión, se produce debido a vaporización instantánea sin control seguida de una expansión brusca de agua y de vapor.

* **Explosiones químicas** en el hogar producidas por la combustión instantánea sin control de los vapores del combustible acumulado en el hogar.

Los orígenes de las explosiones que debemos de evitar son tres:

- 1) Cámara de fuego
- 2) Cámara de vapor o de agua caliente
- 3) Válvulas de seguridad

1.- EXPLOSIONES EN LA CÁMARA DE FUEGO:

La causa principal de las explosiones en la cámara de fuego es el descuido de la pre-purga y post-purga del barrido de los gases de combustible o bien por una mala dosificación del combustible al iniciarse la operación.

La razón de tener una pre-purga es poder eliminar los restos indeseables del combustible al iniciarse un ciclo de operación, hay que recomendar a los

operadores que siempre efectúen la pre-purga pues de lo contrario ponen en peligro la instalación y sobre todo su vida.

Las explosiones en la cámara de fuego pueden ser de tres tipos.

- a) Sin daños. "Toritos"
- b) Ocasionando daños interiores solo en la caldera.
- c) Con daños interiores y exteriores, grado extremo

Aparte del descuido de la pre-purga y la post-purga se tienen como posibles causas.

- Aire en proporción inadecuada.
- Fallas en el sistema de ignición
- Fallas en controles de flujo de combustible
- Fugas o goteo en válvulas de combustible
- Problemas en el tiro-chimenea
- Mal funcionamiento de piloto
- Exceso de hollín

2.- EXPLOSIONES EN CÁMARA DE VAPOR O DE AGUA:

La mayoría de las explosiones son ocasionadas por bajo nivel de agua, que ocasiona un sobrecalentamiento y el debilitamiento en los tubos-rotura, hundimiento y la destrucción del hogar o de toda la caldera, las razones principales por las que pueden ocurrir son:

- a) Bajo nivel del agua.- Falsa indicación del nivel y su correspondiente control.
Una causa es el no purgar correctamente las columnas de nivel obstruyendo la conexión a la caldera con lodos o con sarro. Se descuida el lavado interior de la columna y también el no inspeccionar cuidadosamente el correcto funcionamiento de los controles.
- b) Corrosión en partes metálicas sujetas a presión
- c) Adelgazamiento de partes metálicas
- d) Fragilización caústica
- e) Contactos fundidos en controles límite de presión
- f) Circuitos eléctricos húmedos
- g) Tubería de control de presión obstruida
- h) Termostato incrustado

3.- FALLAS EN LAS VÁLVULAS DE SEGURIDAD:

Una gran cantidad de explosiones ocurren por un exceso de presión al fallar la protección contra este serio problema.

Indudablemente que la mejor protección que se tiene son las válvulas de seguridad.

Desgraciadamente algunas válvulas de seguridad en ciertas ocasiones presentan defectos de diseño o de construcción.

Los cuales con el tiempo de operación originan que la válvula tiende a pegarse y en algunos casos hasta llegar a pegarse totalmente.

Es necesario tener mucho cuidado con el "lagrimeo" de una válvula de seguridad. Deben de hacerse igualmente revisiones y pruebas periódicas.

TIPOS DE LAS PRINCIPALES FALLAS.

1.- MECÁNICAS:

- a) *Por desgaste*
- b) *Por vibración*
- c) *Mal montaje o ajuste erróneo*

2.- QUÍMICAS:

- a) *Corrosión*
- b) *Incrustaciones*

3.- DISEÑO O MALA SELECCIÓN:

- a) *Mal diseño*
- b) *Compra de calderas usadas*

4.- ACUMULACIÓN:

- a) *Filtros*
- b) *Drenaje – coladeras*
- c) *Separadores – trampas de vapor*

5.- REGULACIÓN – VARIACIÓN:

- a) *Eléctricas – resistencia, voltaje, amperaje*
- b) *Presión, temperatura*
- c) *Fuerza – potencia*

6.- FUGAS:

- a) *Fluidos, combustible, aceite, agua, vapor*
- b) *Eléctricas*

IDENTIFICACIÓN DE LAS FALLAS

Habiendo determinado el tipo de falla que tenemos en la caldera deberemos seguir los siguientes pasos.

I.- Investigar el origen de la falla.

II.- Determinar la forma y el procedimiento para solucionar

III.- Analizar la importancia de la falla, su efecto.

IV.- Su efecto sobre otras instalaciones

V.- variaciones y parámetros.

VI.- Anotar en libro de registro – control gastos - tiempo, personal.

VII.- Aprovechar la experiencia. Personal informar.

VIII.- En caso de que sea crítica o peligrosa, estudiar muy a fondo.

PLANEACIÓN DEL MANTENIMIENTO

PLANEACIÓN DEL MANTENIMIENTO

La importancia de tener una planeación y un programa de mantenimiento de las calderas es consecuencia de:

- a) Tener la máxima seguridad de operación.
- b) Confiabilidad en el suministro de vapor o agua caliente.
- c) Tener una operación con un nivel eficiente y económico.

De no llevarse a cabo la planeación y la programación del trabajo de mantenimiento preventivo probablemente se tendrán problemas serios en la operación y suministro de servicios que pueden llegar a parar en forma absoluta la planta productiva de la empresa, y antes de que esto suceda se tendrán situaciones no deseadas de falta de seguridad y operación no eficiente.

Podemos considerar que por cada 20°C que aumente la temperatura a la salida de los gases de la chimenea, tendremos un incremento en el consumo de combustible del 1 por ciento.

Igualmente por cada 10 por ciento mayor de exceso de aire con el que trabaje el quemador de nuestra caldera, tendremos un aumento del 1 por ciento del consumo de combustible.

Por lo antes mencionado concluimos que debemos elaborar un plan de mantenimiento el cual debe originar un programa periódico de revisión y de trabajos de mantenimiento, a continuación, la experiencia y los fabricantes de calderas recomiendan los planes siguientes:

MANTENCIÓN DIARIA

Principalmente llevar a cabo un monitoreo de las condiciones de operación de nuestra caldera y de los sistemas de seguridad.

- 1.- Cheque las condiciones de operación, presión y temperatura del combustible
- 2.- Verifique la temperatura de la salida de los gases.
- 3.- Verifique el tener la correcta presión de vapor
- 4.- Análisis de los gases.
- 5.- Análisis del agua de alimentación.
- 6.- Purgue la caldera por lo menos cada 8 horas de trabajo. Cheque que las válvulas de purga de fondo están cerradas.

- 7.- Compruebe que existe agua en el tanque de condensador.
Compruebe que las válvulas del tanque del condensador están abiertas.
- 8.- Verificación de la forma y color de la flama. A través de la mirilla se debe controlar que la flama no este tocando las paredes de la cámara de combustión y que el color sea el correcto según el tipo de combustible que se está utilizando.
- 9.- Verifique la operación de detención del quemador por bajo nivel de agua.
- 10.- Verifique la operación de las válvulas de seguridad.

CADA TERCER DÍA

- 1.- Limpiar filtros de combustible que están junto a la bomba
- 2.- Compruebe el funcionamiento de las trampas de vapor que se tengan

RECOMENDACIONES SEMANALES

Semanalmente se harán principalmente trabajos de limpieza menores lubricación y ajustes de la posición de componentes del quemador.

- 1.- Limpieza de filtros (en el caso de combustible liquido) tanto en la succión de la bomba como en la descarga o entrada de la misma.
- 2.- Limpieza del sesor de la flama, limpiar fotocelda.
- 3.- Limpiar y calibrar los electrodos, ajuste de su posición.
- 4.- Limpiar difusor y espreas del quemador y piloto.
- 5.- Inspeccione los prensa estopas de la bomba de alimentación de agua.
- 6.- Compruebe funcionamiento de los interruptores termostáticos del calentador de combustible, cheque que operan a la temperatura a los que fueron calibrados.
- 7.- Efectúe la lubricación de partes y componentes móviles.
- 8.- Verificación de apriete del sistema de accionamiento Damper y de la válvula de control.
- 9.- Compruebe que no hay fugas de gases en las juntas de ambas tapas.

RECOMENDACIONES QUINCENALES.

- 1.- Llevar a cabo la limpieza de todos los filtros de agua, combustible, y lubricantes.

- 2.- *Inspeccione prensa estopas de la bomba de agua y apriete de ser esto necesario, cuidando que el estopero no quede torcido.*
- 3.- *Probar la operación por falla de flama,*
- 4.- *Revise las condiciones del quemador con relación a presión y a la temperatura.*
- 5.- *Asegúrese que la fotocelda esta limpia y opera correctamente.*
- 6.- *Pruebe la operación de los controles de nivel en sus puntos de paro, arranque y corte del quemador.*
- 7.- *Revise las varillas protectoras del cristal de nivel.*
- 8.- *Tire la palanca de las válvulas de seguridad para que se limpie su asiento o evite que se valla a pegar.*

RECOMENDACIONES MENSUALES

El programa mensual involucra la realización de trabajos de limpieza mas profundos y ajuste de instrumentos de control.

- 1.- *Reapriete y limpie las terminales.*
- 2.- *Limpie y ajuste de válvulas solenoides.*
- 3.- *Limpieza y ajuste de termostatos, presostatos y transmisores.*
- 4.- *Compruebe que los niveles de agua son los indicados.*
- 5.- *Compruebe los voltajes y cargas que toman los motores.*

RECOMENDACIÓN TRIMESTRAL

- 1.- *Verifique temperatura salida gases chimenea., hollín – refractarios.*
- 2.- *Destape registros y tortugas checar limpieza lado del agua, consultor.*
- 3.- *Tirar ligeramente palancas válvulas seguridad evitar se pegue asiento.*
- 4.- *Revise mecanismos de carburación, no debe de haber desajustes no movimientos bruscos anormales.*
- 5.- *Revisión de válvulas solenoide observe la flama cuando el quemador debe de apagar. Si la flama no se apaga súbitamente, posiblemente lo más seguro es que la válvula solenoide esta fallando por desgaste o por suciedad, repare o remplace para evitar serios problemas.*
- 6.- *Limpia tubos y fuelles de manómetros y controles de presión.*
- 7.- *Limpie los controles eléctricos de motores.*
- 8.- *Limpie el tubo que alimenta el control de nivel de agua.*

RECOMENDACIÓN SEMESTRAL

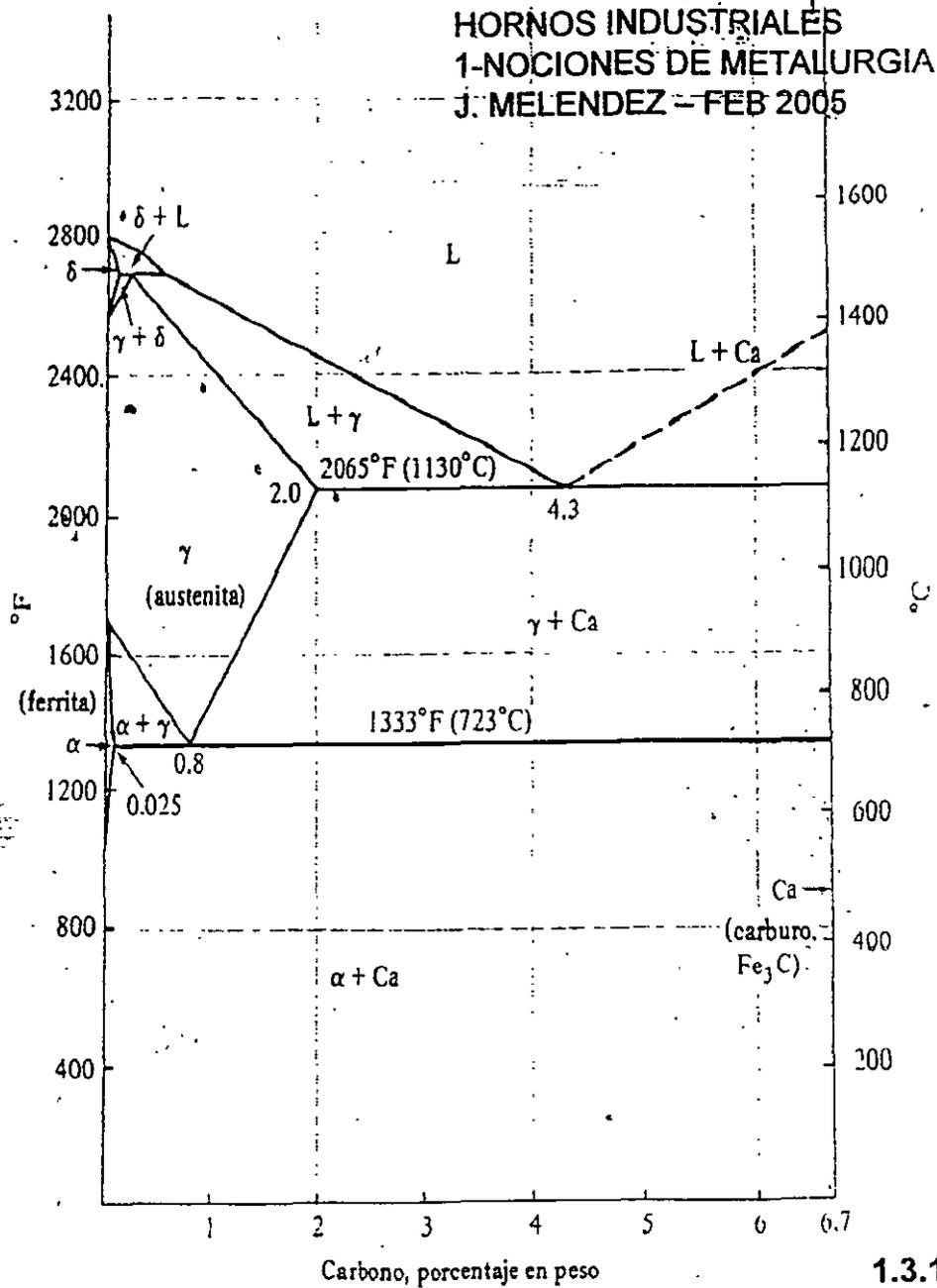
- 1.- *Revisión bomba de agua, empaques y prensaestopas, baleros.*
- 2.- *Revisión bomba alimentación de aceite.*
- 3.- *Limpieza circuito de gases, deshollinado, tenga empaques repuesto. Refractarios, asbesto, morteros, cinta teflón, cepillos de alambre cristal repuesto del nivel, juntas o empaques de flotador, grafito, fusibles seguridad etc. etc.*
- 4.- *Inspección del lado de agua para verificar estado y si es correcto el tratamiento del agua. Posiblemente sea necesario llamar a consultor.*
- 5.- *Inspección del tanque de condensados, limpieza.*
- 6.- *Limpieza del tanque de combustible de uso diaria.*
- 7.- *Limpieza de filtros de agua.*
- 8.- *Si se utiliza petróleo re-emplazo de boquilla de quemador.*
- 9.- *Checar sensor de flama, posible re-emplazo.*
- 10.- *Reemplazo electros de encendido.*
- 11.- *Calibración del quemador.*
- 12.- *Reemplace los empaques de las puertas, el sello debe ser hermético.*
- 13.- *Examine cuidadosamente las superficies expuestas al fuego. Busque abolsamientos o marcas de cavidades, rayas blanquizcas o "velas e incrustación"*
- 14.- *Destape todas las cruces y compruebe que están limpias*
- 15.- *Comprobar y lavar los pressuretroles, manómetros y sus líneas.*

REVISIÓN ANUAL.

- 1.- *Limpie el calentador de combustible, revise válvulas y regulador de presión*
- 2.- *Revise el estado en que se encuentran todas las válvulas instaladas en la caldera*
- 3.- *Revisión de baleros de bombas, re-lubrique si es necesario.*

CALDERAS - GENERADORES DE VAPOR

TEORIA - MANTENIMIENTO



CALDERAS - GENERADORES DE VAPOR

TEORIA - MANTENIMIENTO

1.3.2.-

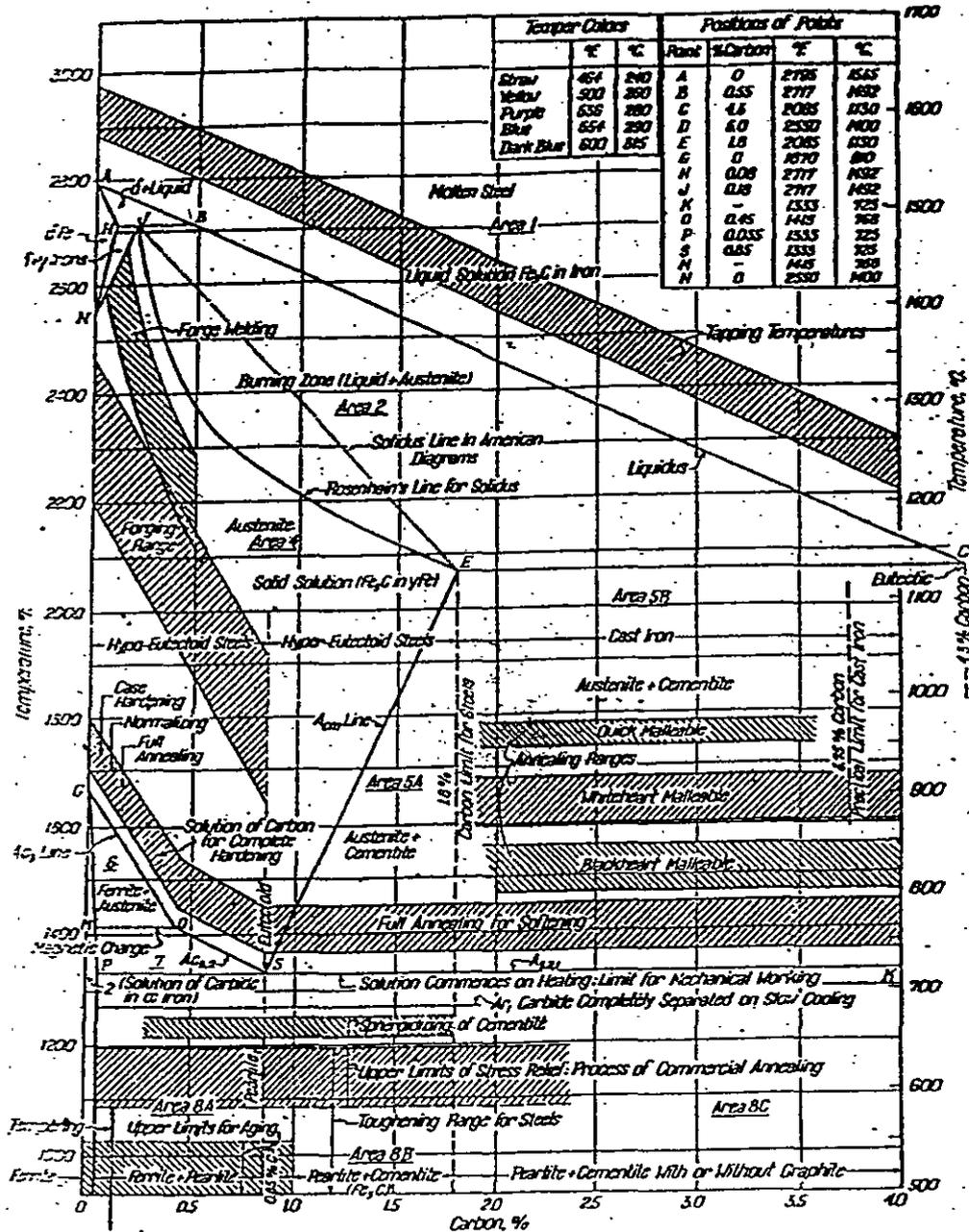
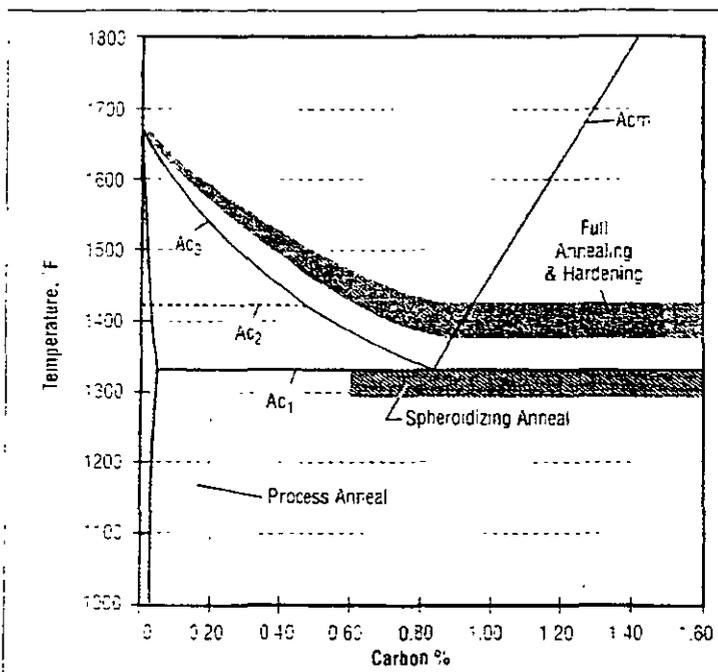
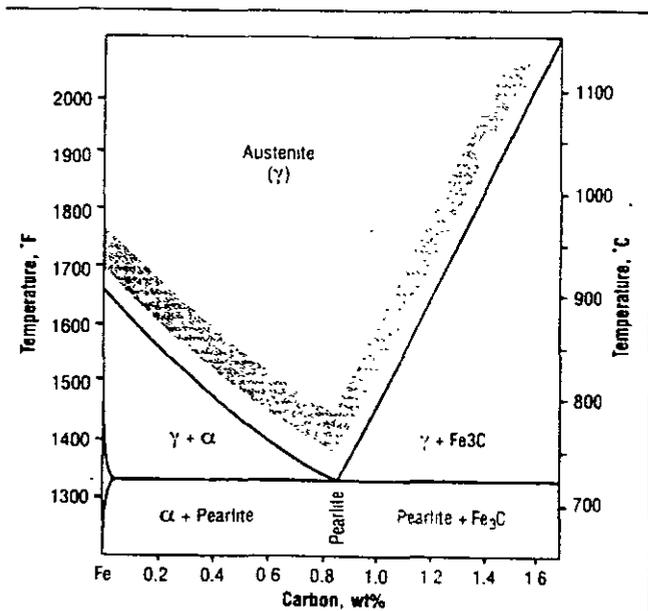


DIAGRAMA FIERRO-CARBON

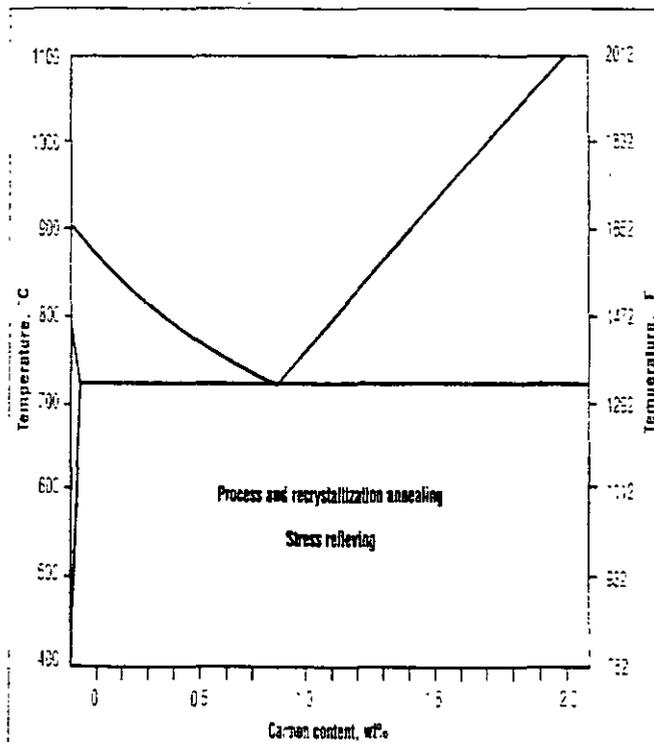
METALURGIA TECNOLOGIA EN MATERIALES



ANNEALING (RECOCIDO)

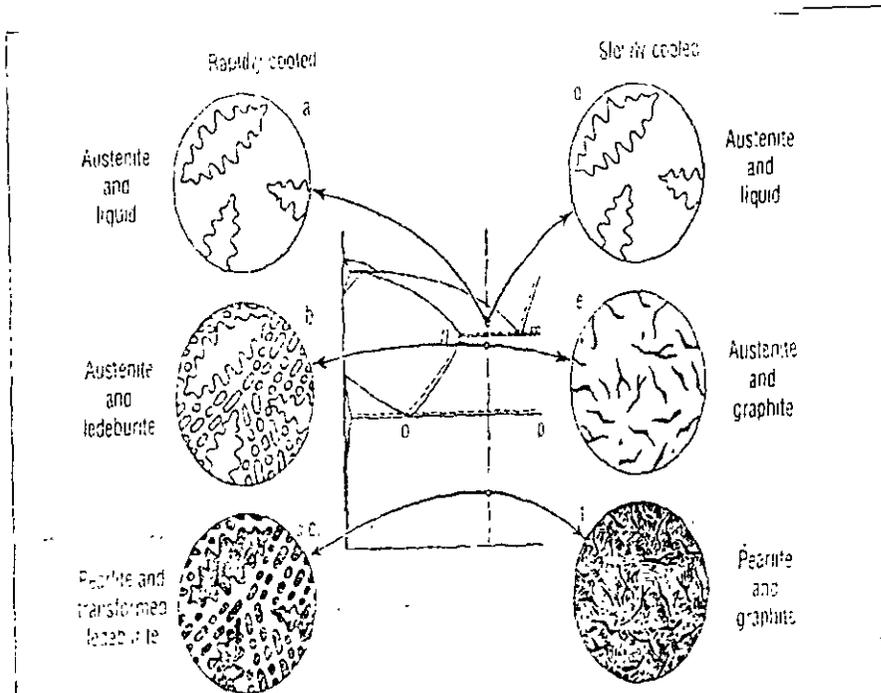
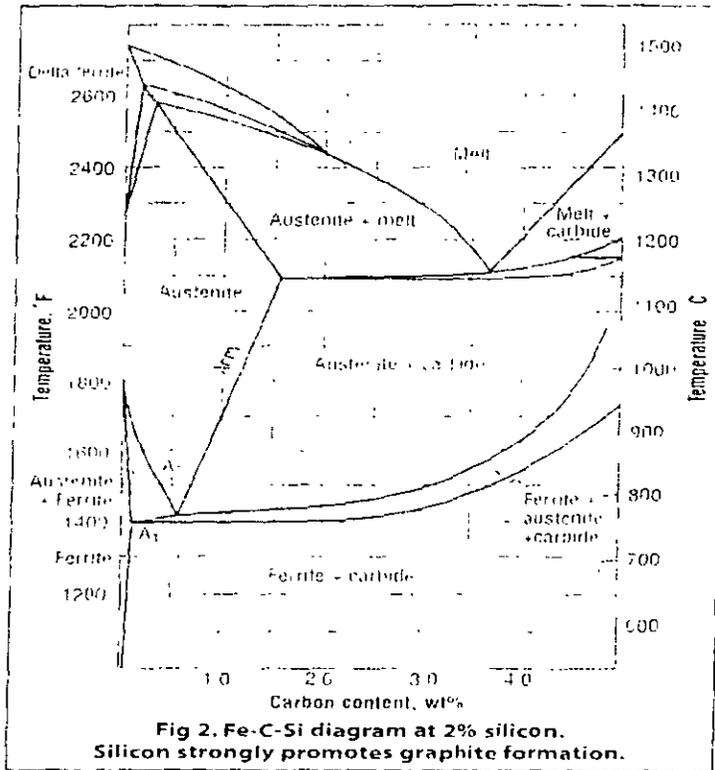


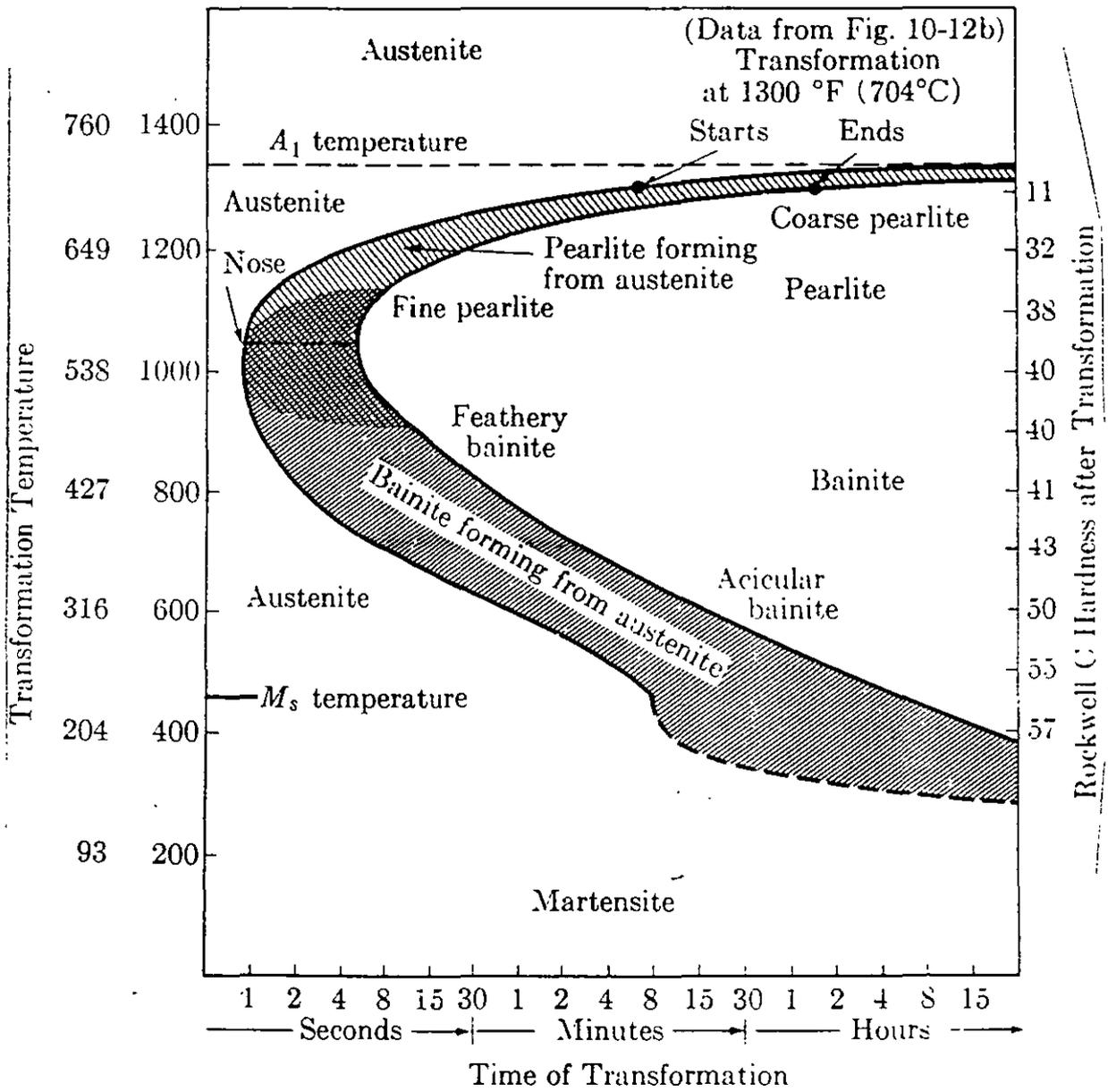
NORMALIZING (NORMALIZADO)



ANNEALING (RECOCIDO)

METALURGIA TECNOLOGIA EN MATERIALES

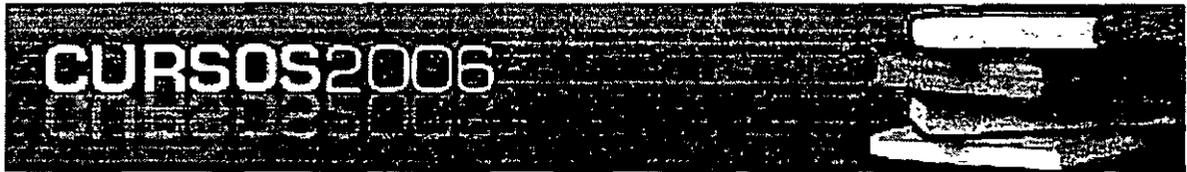




TRANSFORMACION ISOTERMICA



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**



CURSOS ABIERTOS

**DIPLOMADO DE ADMINISTRACIÓN
DE MANTENIMIENTO**

**MANTENIMIENTO A
INSTALACIONES ESPECIALES
CA 273**

**TEMA
INSTALACIONES ESPECIALES**

**EXPOSITOR: ING. JAIME MELÉNDEZ BORJA
DEL 15 AL 19 DE MAYO DE 2006
PALACIO DE MINERÍA**

MANTENIMIENTO A INSTALACIONES ESPECIALES

DEFINICIÓN

MANTENIMIENTO: Es el conjunto de actividades para tener los bienes físicos (bif)

ECONOMÍA

Debe considerarse lo siguiente:

Eficiencia

Eficacia

Efectividad

BARATO Y ECONÓMICO

Barato se refiere al costo o precio directo de un bien o una tarea, en el movimiento de su compra o durante el tiempo que se efectúa la tarea.

"Barato" es algo puntual, a diferencia de económico que se refiere a los costos totales a lo largo de la vida del bif, integrados los de adquisición, instalación, operación, Mantenimiento, disposición final y conexos

El mantenimiento cuesta



Un Pobre mantenimiento cuesta más



CALIDAD EN EL MANTENIMIENTO

CALIDAD. La satisfacción del cliente

El mantenimiento debe atender, en primera instancia, en forma simbólica, coordinada, constructiva igualitaria y fraternal, las necesidades de producción.

Sin mantenimiento adecuado es imposible lograr calidad; el buen mantenimiento es razón necesaria, pero no suficiente para lograrla.

CONSERVACIÓN

Conservación.- Actividad de restaurar y otras para procurar el mínimo deterioro de bienes, principalmente del patrimonio cultural nacional.

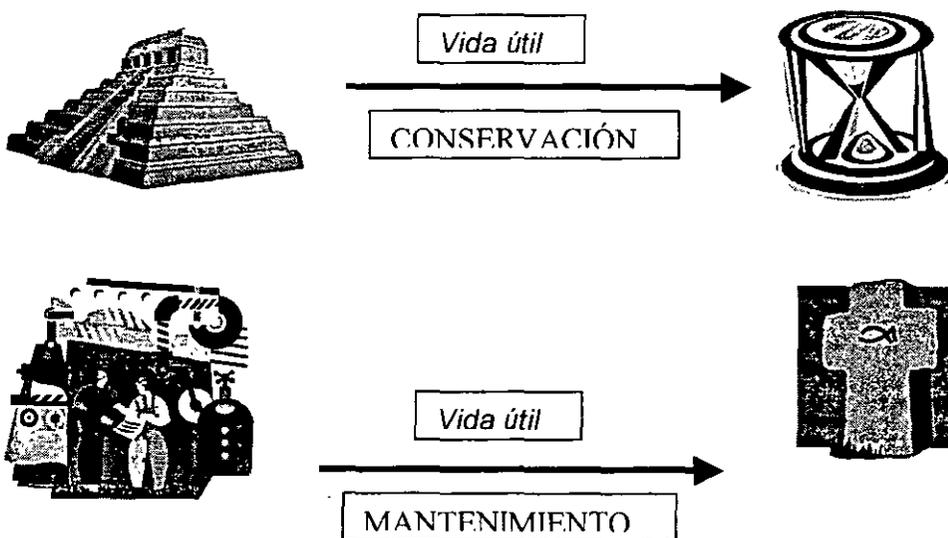
En empresas con fines de lucro, la conservación de filosofía es aplicable a bienes físicos y de la naturaleza en los que se requiere que su estado no merme por un largo lapso.

MANTENIMIENTO

Procura la mejor fiabilidad y disponibilidad económica, considerando que estas pueden y deben mermar a lo largo de su vida.

CONSERVACIÓN Vs MANTENIMIENTO

La eutanasia programada es la regla



CENSO E IDENTIFICACIÓN DE BIENES FÍSICOS

Es el conocimiento del bif
Listado (preferentemente jerarquizados)
Bienes mayores
Críticos para producción
Equivale al acta de nacimiento en las personas

JERARQUIZACIÓN

Es una función intrínseca y absolutamente necesaria en el mantenimiento, tanto en el bif como en las acciones, puede atenderá muy diversos puntos de vista, siendo los mas usuales la importancia en la cadena productiva, la urgencia para intervenir, el efecto de la falla en la seguridad y salvaguarda, etc.

PARETIZACIÓN

Dar la importancia a lo realmente importante.

Es la base para tomar las decisiones y atención a problemas; el enfoque está en la estimación de las consecuencias de la no atención a lo prioritario

DIAGRAMA DE PARETO

El **Diagrama de Pareto** constituye un sencillo y gráfico método de análisis que permite discriminar entre las causas más importantes de un problema (los pocos y vitales) y las que lo son menos (los muchos y triviales).

Datos Ordenados:
Causas de Paralización de trabajo

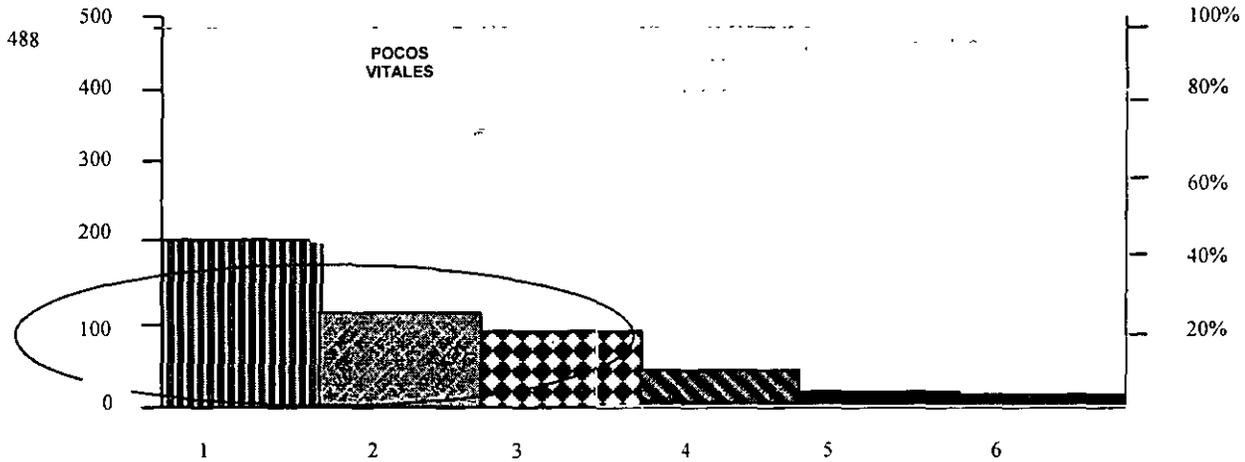
CAUSAS	TIEMPO DE PARALIZACIÓN DEL TRABAJO (EN MINUTOS)	% RELATIVO DE TIEMPO DE PARALIZACIÓN	% RELATIVO ACUMULADO
1 Falta de Mantenimiento	202	41.40 %	40.40 %
2 Programa Inadecuado	114	23.40 %	64.80 %
3 Interrupción de energía eléctrica	95	18.80 %	83.60 %
4 Manejo incorrecto del aprendizaje	45	9.20 %	92.80 %
5 Virus en el sistema	19	3.90 %	96.70 %
6 Otros	16	3.30 %	100.00 %
Total	488	100.00 %	

OBTENCIÓN DE PORCENTAJE

**% frecuencia de la causa
total de**

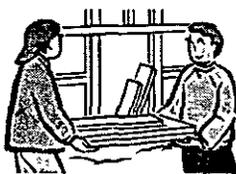
$$\% \frac{202}{48} \times 100 = 41.39$$

$$\% \frac{92}{48} \times 100 = 9.20$$



MANTENIMIENTO ES UNA INVERSIÓN Y NO UN GASTO

- *Una de las grandes debilidades tradicionales de los mantenedores, quizá la principal, es justamente su incapacidad de poder traducir a pesos y centavos, sus ideas, su trabajo y, en resumen, su valía dentro de la empresa*



TIPOS DE MANTENIMIENTO

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Es la eliminación o minimización de los efectos de las condiciones indeseadas a medida que estas se presentan.

Los costos de corrección siempre son mucho mayores que los de la adecuada prevención.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO Mc

Implantación

- Fácil
- Barata

Actividades

- Reparación
- Reemplazo

Resultado

- Caro
- Complicado
- Riesgoso

MANTENIMIENTO PREVENTIVO Mp

Agrupar a casi todos los tipos y subtipos de mantenimiento en los que se toman acciones para que las condiciones objetables por costo, funcionamiento, riesgos, fiabilidad, etc., de los bienes no lleguen más allá de lo debido.

- Mejora (Mm)
- Mayor (My)
- Paro (Mh)
- Inversión (Mi)

MANTENIMIENTO RUTINARIO (Mr)

Es el más común. En países en desarrollo frecuentemente se incluye en Mr los trabajos de "limpieza de apariencia y aseo". La tendencia es separar del

Mantenimiento las tareas de servicio que sean básicamente de seguridad e higiene, aseo de apariencia.

La limpieza operacional esta incluida en mantenimiento.

Ejemplo:

El aseo de áreas altamente peligrosas, áreas restringidas.

Tareas importantes

- Secado
- Apriete y
- Limpieza (SAL)

- Ajuste
- **Apriete**
- Calibración
- Carga de fluidos
- Control de plagas y roedores
- Desinfección
- Jardinería
- **Limpieza**
- Lubricación
- Pintura
- Protección contra la corrosión
- Recubrimiento
- **Secado**

Objetivos: apariencia, hiriente, funcionamiento y seguridad

TAREAS DEL MANTENIMIENTO

FUNCIONES	TAREAS	INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN
RUTINARIO (Mr)	SERVICIO		DIRECCIÓN ORGANIZACIÓN
CORRECTIVO Mc	CAMBIO REPARACIÓN		
PREVENTIVO (Mp)	INSPECCIÓN MODIFICACIÓN	INGENIERÍA DISEÑO	PLANTACIÓN PROGRAMACIÓN CONTROL

CAMBIO

Es restablecer el adecuado funcionamiento de los *bif* al remplazar los elementos por:

- Defectos
- Deterioro
- Falla
- Programado (conforme el mantenimiento preventivo)
- Vida económica
- Vida útil

CLASIFICACIÓN DE ELEMENTOS PARA SU CAMBIO

DESECHABLES (no reparables), una parte debe ser retirada, no siendo confiable su reparación (Ej. Un diafragma, una mirilla rota, banda deshilachada, una cuña cedida, tornillería de seguridad, etc.).

La tendencia actual es la producción de *bif* desechables (reducción de costos de MO y consumismo).

REPARABLES: Cuando una parte puede continuar su operación, una vez haya sido reparada (Ej. Pinchadura de la llanta de un automóvil, herrería con corrosión, etc.).

DE ROTACIÓN: Cuando una parte puede continuar su operación, simplemente alterando su posición (Ej. Las llanta de un automóvil para un desgaste uniforme y mayor vida útil).

RECAMBIO: Es la tarea de reemplazo empleando elementos de producto de recuperación, (Ej. Tornillería de seguridad, se puede usar como tornillería de grado 1 y 2.

DESPIECE

Para el desarrollo del mantenimiento es necesario que se haya establecido previamente la forma de su aplicación en el bif en cuanto a la integración de sus elementos

- Partes
- Componentes
- Sistemas



Árbol de equipo

REPARACIÓN

Tarea fundamental del Mc  componer

En el Mp es la recuperación de la fiabilidad del bif en el momento oportuno, previamente definido, con una mantenibilidad calculada



Realizar las reparaciones dentro del Mp

REPARACIÓN MENOR

Se tiende absurdamente a efectuarlas como temporales y no definitivas, asignarlas a mantenientes incompetentes y minimizar su trascendencia.

BAJA DISPONIBILIDAD DEL BIF
SON CAUSA DE FALLAS MAYORES
PELIGROSAS Y DE ALTO RIESGO

SE CORRE EL RIESGO DE
NO CUANTIFICAR Y CALIFICAR

GENERAN SISTEMAS COSTOSOS Y LENTOS

REPARACIÓN MAYOR

Se destaca la importancia de ingeniería.

Rehabilitación (reconstrucción parcial)

Reconstrucción: *tiende a restablecer, a un nivel predeterminado las funciones de un bif al termino de su vida útil nominal.*

- **Reacondicionamiento:** *adecuar los bif a nuevos usos*
- **Reconversión:** *incorporación de avances tecnológicos, uniformidad, estandarización y condiciones del mercado*
- **Remanufactura:** *reconstrucción integral con garantía del bif nuevo*

RESTAURACIÓN

Restablecer el funcionamiento del bif, conservando el diseño original e incluso, en ocasiones, materiales y tecnología.

FILOSOFÍA DEL MANTENIMIENTO

DESARROLLO DEL MANTENIMIENTO

Conocer la empresa.

Estructurar el Sistema de Mantenimiento a la realidad de la empresa.

Conocer el bif (características y funciones)

- *Árbol de falla*
- *Vida útil y económica*
- *Tiempo de operación o producción*

DINÁMICA DEL MANTENIMIENTO Y DOCUMENTACIÓN

- *Cambios en las condiciones existentes*
- *Comportamiento del sistema*
- *Experiencia en la operación*
- *Involucrar al personal*
- *Retroalimentación*

CONOCER A LA EMPRESA

Realizar un diagnostico para determinar sus condiciones reales.

Es necesario evaluar los bif en función a su jerarquización, analizando con mayor detalle y frecuencia los de mayor importancia.

DOCUMENTACIÓN

Bitácora: Registro regular de los acontecimientos importantes en el desarrollo del mantenimiento, indicando las instrucciones dadas y recibidas, que presentan una responsabilidad adicional.

Documentación de falla

Mantenimiento debe documentar su participación en el trabajo:

- *Objetivo base*
- *Corrección de la falla*
- *Deslindar responsabilidades*
- *Capitalizar experiencias*
- *Levantar estadísticas*

Asentando:

- *Resultado de análisis de la falla*
- *Abuso o uso al que estuvo sujeto el bif en operación*
- *Condiciones de trabajo*
- *Diseño inadecuado*
- *Material inconveniente o defectuoso*
- *Montaje incorrecto, etc.*

Este documento sirve para evaluar la efectividad de las tareas de mantenimiento

Es importante insistir en un análisis minucioso de los elementos fallados, incluso por despiece (tear down), similar a la autopsia en cadáveres, para en lo posible reconstruir las causas que lo llevaron a su límite la vida de un elemento.

ANÁLISIS DE FALLAS

MANTENIMIENTO



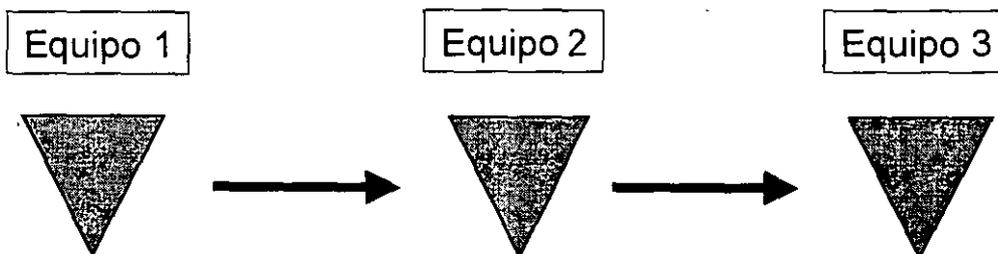
MINIMIZAR EL NUMERO Y
TRASCENDENCIA DE FALLA

- CAUSAS Y ORIGEN
- FORMA DE SOLUCIONAR
- FRECUENCIA PROBABLE
- VARIACIONES Y DESVIACIONES
- CLASIFICACIÓN DE FALLA
 - SEVERIDAD INTRASCENDENTE
 - MENOR
 - MAYOR
 - CRITICA
 - SEGURIDAD

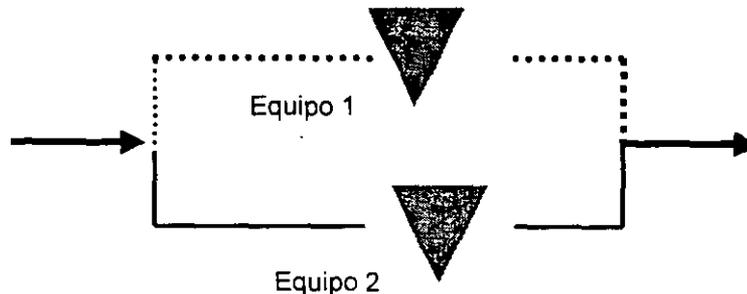
FALLA EN EL SISTEMA

Se puede clasificar con base a sus efectos en el funcionamiento del sistema

Serie. La falla de uno de sus sistemas determina la falla del sistema completo



Paralelo. Representa un incremento de fiabilidad en la operación, representa un mayor trabajo, pero sin presiones de tiempo, representa una mayor inversión.

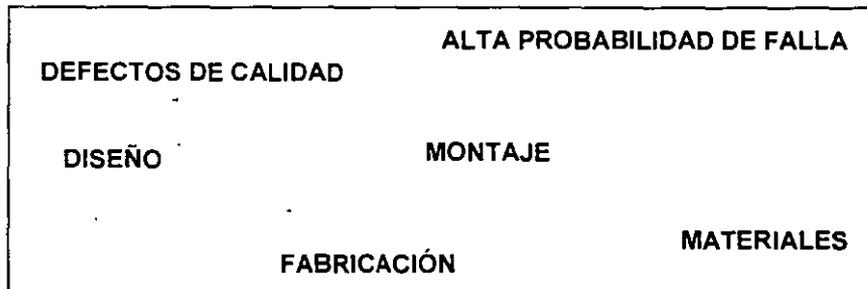


- **Reserva:** *bif con características similares.*
- **Respaldo:** *son diferentes y de menor importancia permitiendo la degradación del sistema.*
- **Redundancia:** *Cubrir las necesidades con otros de iguales características y parámetros de funcionamiento donde entra en operación en forma automática.*

FIABILIDAD

VIDA DE UN BIEN FÍSICO

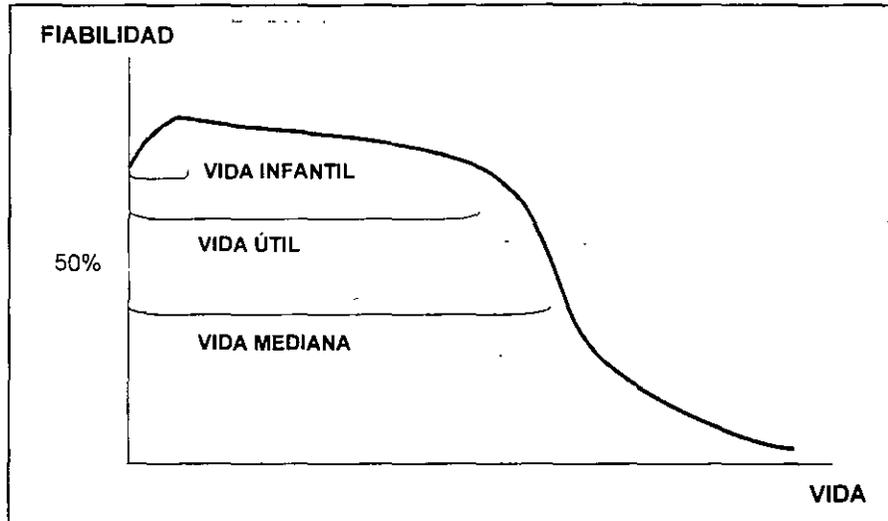
VIDA INFANTIL. *Lapso de asentamiento al inicio de las Operaciones.*



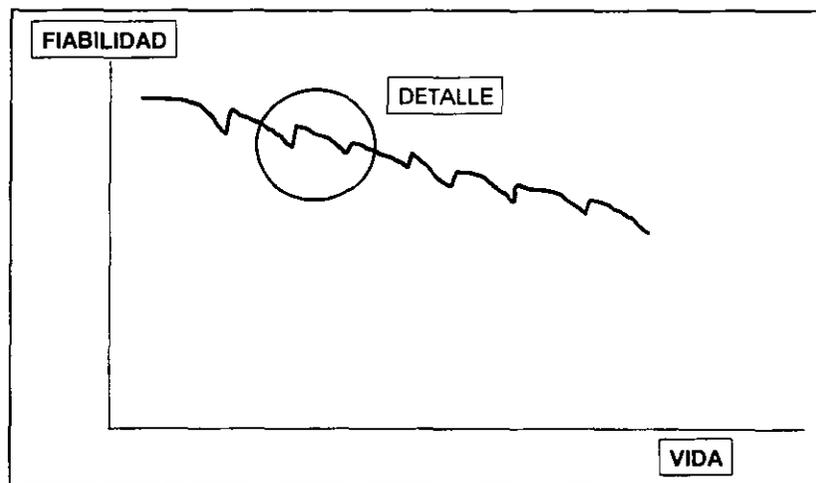
VIDA ÚTIL. *Periodo en el cual se tiene técnicamente una adecuada operación.*

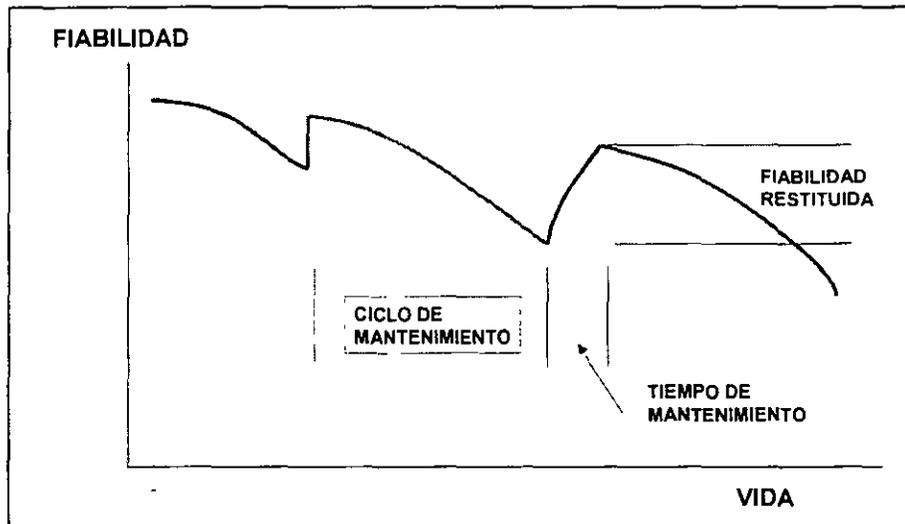
VIDA ECONÓMICA. *Periodo en el cual es costeable operar un bif.*

CURVA FIABILIDAD – VIDA



FIABILIDAD. Es la probabilidad de que un bif funcione adecuadamente conservando sus niveles de calidad o servicio y las condiciones esperadas (disponibilidad, continuidad, eficiencia, rendimiento, seguridad, etc.) y condiciones para las cuales fue diseñado.



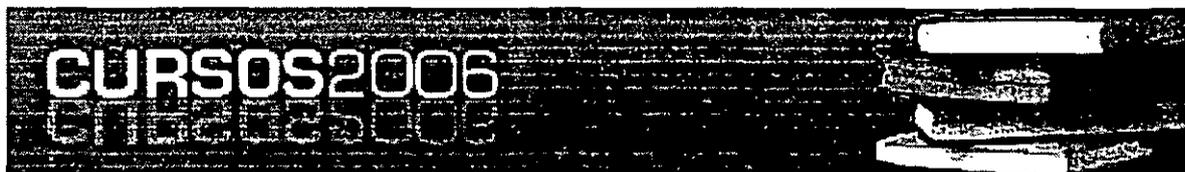


Fuente:

Ing. Alfredo Nava Rodríguez
Gerencia Técnica.
Afna División Latinoamérica, S.A. de C.V.
Instalaciones electromecánicas



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**



CURSOS ABIERTOS

**DIPLOMADO DE ADMINISTRACIÓN
DE MANTENIMIENTO**

**MANTENIMIENTO A
INSTALACIONES ESPECIALES
CA 273**

**TEMA
GAS NATURAL**

**EXPOSITOR: ING. JAIME MELÉNDEZ BORJA
DEL 15 AL 19 DE MAYO DE 2006
PALACIO DE MINERÍA**

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE GAS NATURAL

1. Generalidades.

1.1. Alcance de la Norma.

Esta actividad está regulada por Normas así como así también las condiciones mínimas de seguridad en el Trabajo para la operación y mantenimiento de sistemas de distribución de Gas Natural dentro de los límites establecidos como Sistema de Distribución. Asimismo, se establecen los requisitos a cumplir en materia de protección del medio ambiente durante dichas tareas.

El material presentado contiene también información y métodos aceptables para colaborar con el operador en el cumplimiento de la Norma. Las recomendaciones se basan en sólidos principios de ingeniería y su aplicación debe fundarse en un criterio de ingeniería sano y competente. Este material no debería limitar el uso de otros métodos por parte del operador, los cuales, en caso de suplir a los expuestos, deberán ser aprobados por la autoridad competente.

1.2. Definiciones.

De acuerdo al sentido que se le debe dar a la Norma:

Acometida: Conjunto de tuberías y accesorios que conforman la derivación del servicio, desde un punto en la red o línea de transporte, hasta la válvula de corte del inmueble.

Gabinete: Son todos aquellos espacios cubiertos, destinados en forma exclusiva para la instalación de sistemas de regulación y/o medición o artefactos de gas, que por sus dimensiones no permite el normal ingreso de una persona.

Concesionario u Operador: Toda persona individual o colectiva, nacional o extranjera, a la que se le otorga una Concesión administrativa para prestar el servicio público de distribución de Gas Natural por redes.

Distribución: Es el servicio público que tiene como actividad el proveer Gas Natural a todos los usuarios del área de concesión además de construir, administrar y operar el sistema de distribución

Estación Distrital de Regulación: Instalaciones que de acuerdo a su ubicación se denominan centrales, periféricas o combinadas y están destinadas a la regulación del caudal y la presión del Gas Natural, proveniente del sistema primario para suministrar el fluido a media presión al sistema secundario.

Instalación Interna: Conjunto de tuberías, accesorios y demás elementos que componen el sistema de suministro del domicilio, a partir del medidor.

Nodo: Toda intersección de tubería que modifique la continuidad de la misma.

Presión máxima admisible de operación (MAPO): La presión máxima a la cual una tubería o tubería, o tramo de la misma, puede ser operada bajo esta Norma.

Punto de Entrega: Es el punto de transferencia de la propiedad y el control del Gas Natural que además define el límite entre las responsabilidades y obligaciones del Concesionario y el Usuario. Físicamente, el punto de entrega es el medidor.

Puesto de Regulación y Medición: Conjunto de equipos, instrumentos y accesorios desde la válvula de corte hasta el medidor inclusive, que son utilizados para el control y la reducción de la presión y la medición del consumo del Gas Natural.

Redes: Conjunto de cañerías o ductos interconectados entre sí cuya diversa configuración geométrica en forma anular, radial, paralela, cruzada o combinada, conforman los sistemas de distribución destinados al suministro de Gas Natural.

Red Primaria: Conjunto de cañerías o ductos de acero u de otro material que conforman la matriz del sistema de distribución a partir de la estación de recepción y despacho, cuya presión de operación supera los 6,9 bar (100 PSIG) por lo cual también se denominan Sistemas de Alta Presión.

Red Secundaria: Conjunto de cañerías o ductos de acero, polietileno u de otro material que conforman sistemas reticulares a partir de los puestos de regulación distrital y operan a una presión entre los 500 mbar (7,25 PSIG) y hasta los 7 bar (100 PSIG) por lo cual también se denominan Sistemas de Media Presión.

Sistema de Distribución: Comprende el conjunto de redes primarias, redes secundarias, estaciones distritales de regulación, acometidas y puestos de regulación y medición.

Tramo de Tubería: Porción continua de tubería entre nodos.

Tubería o cañería: Significa todas las partes de las instalaciones físicas a través de las cuales el gas es transportado, incluyendo tubos, válvulas y otros accesorios fijos al tubo, estaciones compresoras, estaciones de medición, regulación y derivación, recipientes, y conjuntos prefabricados.

Usuarios: Todas las personas naturales o jurídicas que reciben el servicio público de Distribución de Gas Natural por redes.

Válvula de Corte: Dispositivo de suspensión del suministro, que constituye el primer elemento del puesto de regulación y medición.

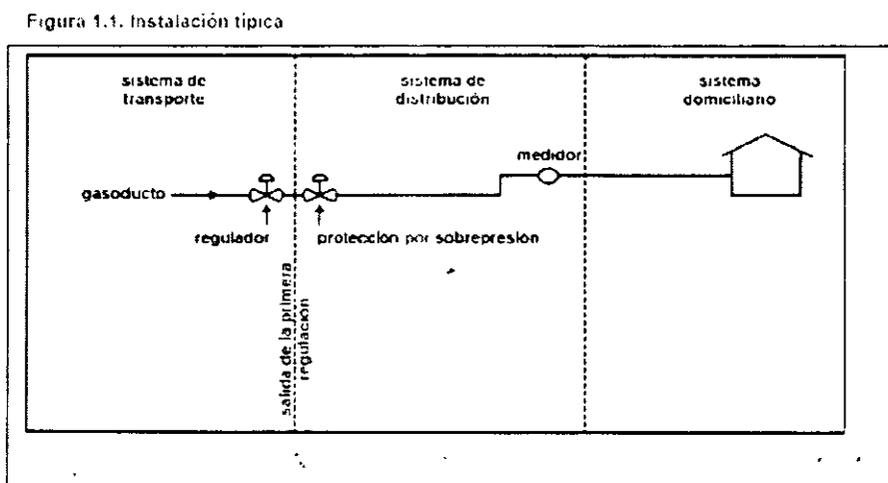
1.3. Sistemas de distribución de Gas Natural.

La Figura 1.1 muestra la determinación de límites entre los sistemas de Transporte, Distribución y Domiciliario de Gas Natural.

El Sistema de Distribución de Gas Natural es el que se encuentra delimitado por la salida de la última regulación en el sistema de transporte, hasta la salida del medidor; incluyendo regulaciones intermedias, sistemas de protección por sobrepresión, conductos de distribución y medidor.

Pueden darse situaciones (grandes consumidores) en que usuarios se conecten directamente al sistema de transporte, a través de un by-pass físico del sistema de distribución.

Figura 1.1. Instalación típica.



2. Operaciones.

2.1. Previsiones Generales.

Todo operador deberá establecer por escrito un plan de operación y mantenimiento de acuerdo a los requerimientos de esta norma y llevar a los registros necesarios para controlar su cumplimiento.

Los planes de operación y mantenimiento deberán contemplar los siguientes aspectos:

- a) Instrucciones para el personal cubriendo procedimientos de operación y mantenimiento durante la operación normal, reparaciones rutinarias y emergencias.*
- b) Programas específicos relativos a las instalaciones que presenten el mayor riesgo para la seguridad pública, ya sean en caso de una emergencia, o a raíz de construcciones extraordinarias, o bien por requerimientos de mantenimiento.*
- c) Realización de inspecciones periódicas para asegurarse que la presión de operación es adecuada a la clase de trazado.*
- d) Instrucciones habilitando al personal que ejecuta las actividades de operación y mantenimiento para reconocer condiciones que potencialmente pueden ser relativamente seguras, que están sujetas a requerimiento de informes.*
- e) Cada operador deberá establecer un programa de capacitación que brinde al personal operativo y de mantenimiento un entendimiento básico de cada elemento del plan y las habilidades necesarias para llevarlo a cabo a fin de cumplir con la tarea asignada. Se incluirán en los programas las políticas pertinentes, procedimientos, métodos de trabajo, materiales, herramientas y equipos involucrados.*

2.1.1. Clase de trazado

Todo operador deberá establecer las características de trazado en los cuales se encuentran instaladas sus tuberías, las cuales luego serán tomadas en cuenta para la determinación de las exigencias de sus planes de operación y mantenimiento.

A este efecto se utilizarán las Clases de trazado definidas en esta sección, se considerará como unidad de clase de trazado a una superficie que se extiende 200 metros a cada lado del eje longitudinal de un tramo continuo de gasoducto de 1 600 metros.

Excepto las excepciones previstas en cada caso en los párrafos siguientes, la clase de trazado queda determinada por la cantidad de edificios dentro de la unidad de clase de trazado. Para los propósitos de esta sección, cada unidad de vivienda en un edificio de múltiples viviendas deberá ser contada como edificio separado destinado a ocupación humana.

- a) Clase 1: de trazado corresponde a la unidad de clase de trazado que contiene 10 o menos unidades de vivienda destinadas a ocupación humana.
- b) Clase 2: de trazado corresponde a la unidad de clase de trazado que tiene más de 10, pero menos de 46 unidades de vivienda destinadas a ocupación humana.
- c) Clase 3: de trazado corresponde a:
 - 1) cualquier unidad de clase de trazado que contiene 46 o más unidades de vivienda destinadas a ocupación humana, o
 - 2) a una zona donde la tubería está colocada dentro de los 100 metros de cualquiera de los siguientes casos:
 - i) Un edificio que es ocupado por 20 o más personas durante el uso normal;
 - ii) Una pequeña área abierta, bien definida, que es ocupada por 20 o más personas durante el uso normal, tales como un campo de deportes o juegos, zona de recreación, teatros al aire libre u otro lugar de reunión pública.
- d) Clase 4: de trazado corresponde a la unidad de clase de trazado donde predominen edificios con cuatro o más pisos sobre el nivel de terreno.
- e) Los límites de las clases de trazado determinadas de acuerdo con los párrafos a) hasta d) de esta sección se ajustarán de acuerdo al siguiente criterio:
 - 1) Una clase 4 de trazado finaliza a 200 m del edificio más próximo de cuatro o más pisos sobre el nivel del terreno;
 - 2) Cuando un grupo de edificios destinados a ocupación humana requiere una clase 3 de trazado, ésta finalizará a 200 metros de los edificios más próximos del grupo;
 - 3) Cuando un grupo de edificios destinados a ocupación humana requiere una clase 2 de trazado, ésta finalizará a 200 metros de los edificios más próximos del grupo.

2.2. Programas y Planes.

2.2.1. Programa de vigilancia de instalaciones.

Todo operador deberá establecer un procedimiento para la continua vigilancia de sus instalaciones, al fin de determinar y tomar acción inmediata en lo concerniente a cambios de clase de trazado, averías, pérdidas registradas, corrosión, cambios sustanciales en requerimientos de protección catódica, y otras condiciones inusuales de operación y mantenimiento.

Si se encuentra que un tramo de tubería no se halla en condiciones satisfactorias, pero no existe peligro inmediato, el operador deberá iniciar un programa para su re-acondicionamiento o retiro de servicio, o si el tramo no puede ser reacondicionado o sacado de servicio, se deberá reducir la presión máxima admisible de operación de acuerdo con la Sección 2.3.

Los programas de vigilancia contemplarán las siguientes acciones:

- a) Inspección visual periódica de instalaciones de los siguientes aspectos:*
 - 1) Modificaciones en las densidades de población.*
 - 2) Efecto de la exposición o movimiento de las instalaciones de tubería.*
 - 3) Cambios en la topografía que pudieran afectar a las instalaciones de tubería.*
 - 4) Posible manipulación peligrosa, vandalismo o daños, o evidencias de tales situaciones.*
 - 5) Efectos de intrusiones sobre instalaciones de tuberías.*
 - 6) Posible migración de gas a edificios desde cámaras y fosas a través de entradas de aire.*

- b) Revisión y análisis periódicos de registros, del siguiente tipo:*
 - 1) Seguimientos.*
 - 2) Inspecciones de fugas.*
 - 3) Inspecciones de válvulas*
 - 4) Inspecciones de cámaras.*
 - 5) Inspecciones de equipos de regulación, alivio y limitación de presión.*
 - 6) Inspecciones de control de corrosión.*
 - 7) Investigaciones de fallas de instalaciones.*

2.2.2. Programa de Prevención de daños.

2.2.2.1. Alcances del programa.

Todo operador de sistema de distribución de gas por tuberías enterradas realizará un programa escrito, para prevenir daños a esas tuberías provenientes de actividades de excavación. Se incluyen dentro de las actividades de excavación las tareas de voladura, perforado, construcción de túneles, relleno, remoción de estructuras sobre el terreno por medios de explosivos o medios mecánicos, y otras operaciones de movimiento de tierra.

El programa de prevención de daños requerido debe, como mínimo:

- a) Incluir la identificación, sobre una base general, de las empresas y/o personas que normalmente están comprometidas en actividades de excavación dentro del área en la cual la tubería está ubicada.
- b) Proveer la información o medios necesarios para notificación del público dentro de la vecindad de la tubería y notificación real de las empresas y personas identificadas tan a menudo como sea necesario, para hacer que ellos estén actualizados del programa de prevención de daños:
 - 1) Existencia del programa, su propósito; y
 - 2) Cómo identificar las señales de ubicación de tuberías enterradas antes de iniciar las actividades de excavación.
- c) Asegurar medios de recepción y registro de las notificaciones de actividades de excavación planeadas.
- d) Promover la comunicación con las empresas o personas que planean realizar tareas de excavación, previo a su realización, con el objeto de proveer la información necesarias y tomar las acciones preventivas correspondientes.
- e) Suministrar información sobre ubicación precisa de tuberías enterradas en el área aledaña a la zona de excavación informada, en un plazo de tiempo suficientemente breve para asegurar el entendimiento de dicha información por el excavador.
- f) Antes de que la actividad comience, tan pronto como corresponda y en caso de no existir señalización, instalar señales temporales de las tuberías enterradas dentro del área de excavación.

g) Prever, como se indica seguidamente, inspección para las tuberías que el operador considera podrían ser dañadas por las actividades de excavación.

1) La inspección debe ser tan frecuente como sea necesario durante y después de las actividades, para verificar la integridad de la tubería; y

2) En el caso de voladura, cualquier inspección debe incluir investigaciones de pérdidas.

No se requiere un programa de prevención de daños de acuerdo con esta Sección para las siguientes tuberías:

a) Tuberías dentro de clases de trazado 1 ó 2.

b) Tuberías en las cuales el acceso está físicamente controlado por el operador.

2.2.2.2. Métodos para informar a las entidades acerca del programa.

Los métodos para informar a las entidades deberán incluir uno o más de los siguientes:

a) Excavadores

1) Correspondencia dirigida al excavador, etc.

2) Teléfono.

3) Otros medios (Telegrama, Mail).

4) Visita personal. Se deberán documentar todas estas acciones. Se establecerán procedimientos para la notificación periódica de los excavadores en base a lo establecido en el programa.

b) El público.

1) Correspondencia.

2) Facturas.

3) Panfletos.

4) Avisos de radio, televisión, revistas, diarios e Internet.

5) Locutores conocidos de grupos locales.

6) Empleo de autoridades que otorgan permisos y funcionarios públicos para distribuir información.

7) Listado conjunto de direcciones con otras compañías de servicio público.

8) Avisos comerciales en vehículos.

9) Adhesivos en parachoques.

10) Avisos en guías telefónicas.

11) Programas de educación pública.

12) Programas escolares.

2.2.2.2. Información a comunicar.

Se deberá informar a las entidades que se dediquen a actividades de excavación la existencia y el propósito del programa y cómo detectar la ubicación de tuberías subterráneas antes de iniciar las actividades de excavación.

Se informará también los mecanismos de comunicación con cada operador del sistema de distribución y la información a solicitar previo al inicio de la excavación.

2.2.2.4. Gestión ante solicitud de información.

2.2.2.4.1 Recepción de la notificación de excavación.

El operador deberá establecer un número telefónico y una dirección postal o de Internet para la recepción de las notificaciones de actividades planeadas de excavación. Se deberá mantener el registro de todas las notificaciones recibidas.

La notificación debería incluir:

- a) Nombre del Notificador.
- b) Nombre de la entidad que realizará las actividades de excavación.
- c) Número telefónico para comunicarse con la entidad.
- d) Ubicación de las actividades de excavación planeadas
- e) Fecha y hora prevista de comienzo de las actividades de excavación.
- f) Tipo y alcance de las actividades de excavación.

2.2.2.4.2. Respuesta a la notificación de excavación.

a) Preparación

El operador deberá elaborar procedimientos para responder a las notificaciones de intento de excavación. Se deberá considerar lo siguiente:

- 1) La información sobre la ubicación de las instalaciones se obtendrá de los planos, registros o investigaciones de campo.
- 2) Se elaborarán pautas para el marcado de instalaciones, de manera compatible con las condiciones de campo (incluyendo ítems tales como uso de pintura en áreas pavimentadas y estaca, señales o banderas en áreas no pavimentadas).
- 3) Deberá haber personal capacitado para marcar las instalaciones según las necesidades.

b) Respuesta

Cuando las instalaciones se encuentren en la zona de excavación, el operador responderá a la notificación antes del comienzo planeado de la actividad. El operador deberá documentar las respuestas, las que incluirán:

- 1) Ubicación de las tuberías existentes en plano de la zona de excavación.

- 2) Si hubiera posibilidad de falta de información con respecto a la ubicación de las instalaciones o al procedimiento de marcado, se deberá realizar una reunión en obra.
- 3) El operador deberá señalar que el marcado representa sólo la posición horizontal aproximada de las instalaciones y que las mismas deberán ser detectadas mediante excavación manual para verificar su ubicación.
- 4) Todo plano, dibujo o registro proporcionado a un excavador para ayudarlo a detectar las instalaciones subterráneas se revisará para verificar la exactitud.

2.2.2.5. Inspección del Sistema de Distribución en el lugar de trabajo.

El operador deberá evaluar cada notificación recibida, identificando la necesidad y alcance de una inspección en el lugar de realización de las tareas de excavación. La inspección podrá incluir la vigilancia periódica o permanente, pudiendo incluir análisis de fugas. El operador deberá considerar mantener el contacto con el excavador durante las actividades para evitar potenciales problemas y resolver rápidamente cualquier cuestión que pudiera surgir.

Dentro de la evaluación a realizar deberán considerarse los siguientes aspectos:

- a) Tipo y duración de las excavaciones.
- b) Proximidad a las instalaciones del operador.
- c) Tipo de equipo de excavación afectado.
- d) Importancia de las instalaciones del operador.
- e) Tipo de zona donde se realiza la excavación.
- f) Posibilidad de que se produzca un serio incidente en caso de daño.
- g) Posibilidad de que se produzca un daño que no pudiera ser fácilmente reconocido por el excavador, como por ejemplo, apoyo incorrecto durante la excavación y el relleno.

2.2.3. Planes de emergencia.

Todo operador deberá establecer procedimientos escritos para reducir al mínimo los peligros resultantes de una emergencia en su sistema de distribución.

2.2.3.1. Situaciones de emergencia.

A los efectos de la presente norma, se considerarán situaciones de emergencia a aquellas condiciones de la operación que pongan en riesgo a personas, al Medio Ambiente, a bienes o a la propia continuidad del suministro.

Se deberán considerar, al menos, las siguientes situaciones de emergencia.

- a) Fuego ubicado cerca de una instalación del sistema de distribución de gas o que directamente la comprenda;

- b) Explosión que ocurra cerca de una instalación del sistema de distribución de gas o que directamente la comprenda;*
- c) Desastre natural.*
- d) Interrupción total o parcial de suministro al sistema.*

2.2.3.2. Procedimientos.

Los procedimientos escritos deben establecer el propósito y objetivos del plan de emergencia, brindando las bases de instrucción al personal apropiado. El objetivo del plan deberá ser el de asegurar que el personal que pudiera verse involucrado en una emergencia, esté preparado para reconocer y manejar situaciones de manera expeditiva y segura. A fin de garantizar la seguridad del público, en general se considerará lo siguiente (según corresponda):

a) Los procedimientos deberán prever, como mínimo, los siguientes aspectos:

1) Recepción, identificación y clasificación de informes de sucesos que requieran respuesta inmediata del operador.

Se adoptaran las medidas necesarias para asegurar el manejo rápido y adecuado de todas las llamadas relativas a emergencias, provenientes tanto de los usuarios como del público, empleados de la compañía u otras fuentes. Se incluirá lo siguiente:

- i) Medidas para recibir notificaciones de emergencias a cualquier hora del día.*
- ii) Directivas a empleados que reciben llamadas, incluyendo lo siguiente:*
 - 1. La información a obtener de quien llame.*
 - 2. La designación del personal de la compañía (de acuerdo con el tipo de emergencia) a quien debe dirigirse la información.*

Las instrucciones deberán asegurar que la información recibida se evalúe a efectos de determinar la prioridad de acción. Algunas situaciones pueden exigir el envío de personal para realizar investigaciones en el lugar de la escena. Otras más significativas pueden requerir priorizar la notificación al personal de bomberos o control de gas, o alguna otra medida.

2) Establecimiento de zonas de seguridad en el área de afectación de la emergencia. Se describirán las acciones que el empleado primero en llegar al lugar del hecho, deberá adoptar para proteger a las personas y a la propiedad. Debiendo incluir lo siguiente:

- i) Determinación del alcance de la emergencia.*
- ii) Evacuación de los inmuebles que han sido o pueden ser afectados.*
- iii) Prevención de encendidos accidentales.*

iv) Informar de la situación al supervisor apropiado inmediatamente, y solicitud de instrucciones o asistencia si fuera necesario.

Se describirán también las medidas para detectar y brindar seguridad contra cualquier peligro real o potencial, incluyendo:

- i) Control del tránsito peatonal y vehicular en la zona.
- ii) Control de flujo del gas que se fuga y su migración.
- iii) Ventilación de inmuebles afectados
- iv) Determinación de toda la extensión de la zona peligrosa. incluyendo descubrimiento de migración de gas y daños secundarios.
- v) Verificación de un cambio en la extensión de la zona afectada.
- vi) Coordinación de las medidas a adoptar con funcionarios públicos, policía y bomberos.

3) Establecimiento y mantenimiento de medios adecuados de comunicación con bomberos, policías, hospitales y otros funcionarios públicos.

Se deberán describir las medidas adoptadas para establecer y mantener adecuadas comunicaciones públicas y entre compañías, las que deberán incluir los medios de comunicación con bomberos, policía y funcionarios oficiales, considerando la necesidad de incluir lo siguiente:

- i) Listas de números telefónicos y medios de recepción de llamadas de emergencias en organismos públicos y de las compañías, permanentemente actualizadas, que indiquen como comunicarse con el personal que deba responder a una emergencia a cualquier hora.
- ii) Múltiples líneas telefónicas directas al centro de operaciones de emergencia.
- iii) Instalaciones y operadores de conmutador adicionales.
- iv) Servicio telefónico que no figura en guía para asegurar el acceso exclusivo a las llamadas propias de la compañía.
- v) Equipo de radio fijo y móvil adicional.
- vi) Equipo de generación eléctrica de reserva para suministro de energía para comunicaciones.
- vii) Distribución de información precisa a los medios noticiosos y cooperación con los mismos en la escena.

4) Respuesta rápida y efectiva ante un aviso de cada tipo de emergencia y disponibilidad de personal, equipos, herramientas y materiales necesarios donde se produzca una emergencia.

Deberán describirse las medidas adoptadas para asegurar la disponibilidad de personal, equipo, herramientas y materiales que puedan necesitarse (de acuerdo con el tipo de emergencia). Se incluirá la asignación de responsabilidades para

coordinar, dirigir y llevar a cabo las funciones de emergencia, incluyendo lo siguiente:

- i) Responsabilidad de la coordinación general (en la sede local o a nivel ejecutivo operativo, según el grado de la emergencia)
- ii) Responsabilidad por la ejecución de operaciones de emergencia (en base al grado de emergencia).
- iii) Determinación de las funciones o servicios de cada departamento durante una emergencia incluyendo las asignaciones individuales de tareas necesarias para implementar el plan.
- iv) Determinación de la coordinación necesaria entre departamentos incluyendo la no observancia de las jerarquías habituales en caso de emergencia.
- v) Determinación de la coordinación necesaria para poner en práctica acuerdos de asistencia mutua.
- vi) Responsabilidad para brindar información adecuada y cooperar con los medios noticiosos.

5) Corte de emergencia y reducción de presión en cada tramo del sistema de distribución del operador para reducir al mínimo los peligros para la vida o la propiedad.

Se describirán las medidas adoptadas para el cierre de emergencia y reducción de la presión en el sistema de distribución, necesarias para minimizar los riesgos. Los planes deberán incluir lo siguiente:

- i) Circunstancias en las que corresponde aplicar el cierre o la reducción de presión.
- ii) Listas o planos de ubicaciones de válvulas, reguladores, esquemas de compresores y ubicación de purgas.
- iii) Planos u otros registros para identificar tramos del sistema que se verían afectados por la operación de cada válvula u otros dispositivos de cierre permanente.
- iv) Disposiciones para la identificación positiva de válvulas críticas y demás instalaciones permanentes necesarias para el cierre.
- v) Disposiciones para notificación a usuarios afectados.

Los planes para el sistema de distribución deberán incluir la consideración de riesgos potenciales asociados con la salida de operación y la necesidad de reducir la amplitud de la misma, acelerando la reanudación del servicio.

6) Restablecimiento seguro de cualquier paralización del servicio.

En la planificación para el restablecimiento seguro del servicio a todas las instalaciones afectadas por la emergencia, luego de que hayan sido tomadas las

medidas correctivas apropiadas, se deberá incluir la consideración de los puntos que se mencionan a continuación:

- i) Cierre y reapertura del servicio a los clientes, incluyendo un estricto control de las órdenes de cierre y apertura a fin de garantizar la seguridad de la operación.
- ii) Purgado y re-presurización de las instalaciones de tuberías.
- iii) Nueva revisión del área afectada por un problema de escape a fin de detectar la existencia de otras posibles pérdidas.

La ejecución de las tareas de reparación y de restablecimiento del servicio necesitará ser planificada con anterioridad, tal como sigue:

1. Distribución en secciones a fin de reducir el alcance de los cortes y para agilizar las reconexiones del servicio después de un corte de mayor envergadura.
2. Listas de control de equipo para cuadrillas de emergencia.
3. Marcación física de las instalaciones de válvulas y reguladores para lograr una identificación positiva.
4. Listas de control de equipo para cuadrillas de emergencia.
5. Conexiones a efectuar para el abastecimiento de emergencia con otras compañías de gas y procedimientos para hacer uso de tales conexiones.
6. Listas de contratistas, otras empresas de servicio público y municipios que hayan convenido en facilitar equipos y/o personal para colaborar en las reparaciones y/o en el restablecimiento del servicio. Descripción de procedimientos para asegurar el suministro de la mano de obra y de los equipos, ya sean propios o de otras compañías de gas.
7. Uso preacordado de instalaciones de propiedad ajena para ser afectadas a los trabajos programados por la dirección central para la realización de una reparación y/o restablecimiento del servicio. Acuerdo para todas las funciones de apoyo necesarias para el eficiente funcionamiento de la dirección central.
8. Colaboración con las organizaciones civiles
9. Medidas para mantener el servicio hasta donde sea posible a los clientes críticos, tales como hospitales, etc., durante reducciones o cortes generales del servicio. Prioridad similar para actividades de corte.
- 7) Elaboración de informes de investigación de las causas y consecuencias de la emergencia.

Las instrucciones para iniciar las investigaciones de la emergencia, deberían incluir lo siguiente, en la medida que corresponda:

- i) Redacción de una bitácora de los acontecimientos y acciones significativas emprendidas.
- ii) Conservación de instalaciones o equipos averiados para realizar los análisis apropiados.
- iii) Obtención y presentación de información requerida por los organismos reguladores jurisdiccionales.

2.2.3.3. Conocimiento y entrenamiento del personal.

Respecto de los procedimientos incluidos en los planes de emergencia, cada operador deberá:

- a) Proporcionar a sus supervisores que sean responsables ante acciones de emergencia, una copia de la parte de la última edición de los procedimientos de emergencia establecidos, que resulte necesaria de acuerdo con esos procedimientos.
- b) Entrenar al personal de operación correspondiente para asegurar que esté bien informado de los procedimientos de emergencia, y verificar que la capacitación sea efectiva, documentando la misma.
- c) Revisar las actividades del personal para determinar si los procedimientos fueron efectivamente seguidos en cada emergencia.

2.2.3.4. Contacto con organismos públicos.

Cada operador establecerá y mantendrá contacto con los funcionarios públicos correspondientes (bomberos, policías y otros) con el objeto de establecer las siguientes acciones:

- a) Estudiar la posibilidad y recursos de cada organización gubernamental que pueda responder a una emergencia en el sistema de distribución de Gas Natural.
- b) Informar a los funcionarios sobre la capacidad del operador para responder a una emergencia en su sistema de distribución.
- c) Establecer mecanismos de comunicación y notificación de emergencias en el sistema de distribución a los responsables de cada organismo.
- d) Programar acciones conjuntas entre el operador y los organismos públicos para coordinar una mutua asistencia para disminuir al mínimo los peligros para la vida, el Medio Ambiente o la propiedad.

2.2.3.5. Comunicación a los usuarios del sistema.

Cada operador deberá establecer un programa continuado de información para permitir a los usuarios, el público, las organizaciones gubernamentales correspondientes, reconocer una emergencia en el sistema de distribución de Gas Natural. El programa y los medios usados deberán ser tan amplios como fueran necesarios para llegar a todas las zonas a las cuales el operador preste su servicio.

El programa educativo exigido en este artículo deberá adecuarse al tipo de operación de la tubería y al medio local, y se impartirá a los usuarios de la zona. Los operadores deberán comunicar sus programas a los usuarios, público en general, funcionarios gubernamentales apropiados y potenciales excavadores de la zona.

Información general a comunicar

La comunicación de la información general debe incluir lo siguiente:

- a) Datos sobre el gas distribuido o transportado.
- b) Importancia de reconocer e informar una emergencia:
- c) Forma de informar la emergencia al operador.
- d) Acciones a tomar en una emergencia o cuando se detectan fugas.
- e) Identificación de los sistemas de señalización de tuberías de Gas Natural.

2.2.3. Programa de Investigación de averías.

Todo operador deberá establecer procedimientos para analizar accidentes y averías, incluyendo la selección de muestras de las instalaciones o equipos averiados, para su estudio en laboratorio cuando fuera pertinente a fin de determinar las causas de las mismas y reducir al mínimo la posibilidad de una repetición.

Estos procedimientos deberán contemplar los siguientes aspectos:

- a) Rápida respuesta para preservar la integridad de los elementos de información que pudieran obtenerse.
 - b) Designación de equipo de investigación altamente calificado por la capacitación o la experiencia en los procedimientos adecuados para dicho fin.
 - c) Recopilación de datos sobre el incidente.
- Como resultado de la investigación de averías deberán emitirse informes técnicos sobre los siguientes aspectos:

- i) Determinación de la causa probable del incidente.
- ii) Evaluación de la respuesta inicial
- iii) Necesidad de mejoras en el sistema, si corresponde.
- iv) Necesidad de mejoras en la respuesta, manejo e investigación de incidentes.

En caso de requerirse la elaboración o toma de probetas para ensayo, se preparará un procedimiento para seleccionar, recopilar, preservar, rotular y manipular las mismas. Los procedimientos para recopilación de probetas metalúrgicas deberán incluir precauciones para no alterar la estructura granular en las zonas de interés para la investigación (Ej. Evitar efectos térmicos producidos por fuerzas de corte y externas debidas a herramientas y equipos). Cuando haya problemas de corrosión, pueden resultar necesarios procedimientos para la correcta toma de muestras y manipuleo, del suelo y agua subterránea. Se considerarán procedimientos que controlen el corte, limpieza, elevación,

identificación y embarque de probetas de caño a fin de conservar pruebas valiosas sobre su superficie y sobre la cara de fractura de superficies rotas, incluyendo efectuar cortes suficientemente alejados de la falla a efectos de no dañar áreas críticas de la probeta.

2.3. Presiones de operación.

2.3.1. Presiones de operación en tuberías de acero o plásticas

a) La máxima presión de operación para cualquier tramo de tubería de acero o plástica estará definida por aquella que cumpla con la menor condición de las siguientes:

- 1) La presión de diseño del elemento más débil en el tramo.
- 2) La presión que resulta al dividir la presión a la cual el tramo fue probado después de construido de acuerdo a lo siguiente:
 - i) Para caño plástico en toda clase de trazado, la presión de prueba dividida por un factor 1,5.
 - ii) Para caños de acero que operen a 4 bar o más, la presión de prueba dividida por un factor determinado de acuerdo con la siguiente Tabla:

Tabla 2.1.

Tabla 2.1.

Clase de Trazado	Factor
1	1.25
2	1.25
3	1.5
4	1.5

3) La más alta presión real de operación a la cual el tramo estuvo sujeto durante los cinco últimos años a menos que el tramo fuera probado de acuerdo con el párrafo a) 2) de esta Sección.

4) La presión determinada por el operador como la presión máxima de seguridad después de considerar el historial del tramo, particularmente conocidas la corrosión y la presión real de operación.

2.3. Intervenciones en tuberías bajo presión.

Toda intervención que implique perforación en una tubería bajo presión, deberá ser realizada por personal especializado competente y de acuerdo con el procedimiento previamente aprobado.

Previo al inicio de los trabajos deberán realizarse las siguientes verificaciones:

- a) Ubicación exacta del ducto de distribución a intervenir.
- b) Identificación y ubicación de otras instalaciones subterráneas en la zona.
- b) Verificación de las condiciones de seguridad indicadas en el procedimiento de trabajo aprobado.
- c) Aptitud del personal a cargo de las tareas.

Una vez expuesto el gasoducto a perforar, se realizará la verificación de espesores en el lugar donde se montarán los equipos de perforación.

En todos los casos el personal que realice derivaciones bajo presión deberá:

- a) Estar familiarizado con las limitaciones de presión del equipo a utilizar; y
- b) Estar correctamente capacitado en los procedimientos mecánicos y en las precauciones de seguridad relacionadas con el uso del equipo en cuestión..
- c) Contar con supervisión de personal asignado a tareas de seguridad, quien verificará en todo momento el cumplimiento de los procedimientos aprobados y las condiciones de entorno al área de trabajo.

2.4. Control de corrosión.

Todo operador deberá ejecutar planes de trabajo para llevar a cabo los requisitos de esta sección. Los procedimientos, de operación y mantenimiento de los sistemas de protección catódica, deberán ser llevados a cabo bajo la responsabilidad y dirección de una persona que acredite experiencia y preparación en los métodos de control de corrosión de tuberías.

Estos procedimientos así como la dirección de obra deberán ajustarse a las Normas y Especificaciones Técnicas vigentes.

2.5.1. Control de corrosión externa para tuberías metálicas enterradas o sumergidas.

- a) Esta Sección comprende a la totalidad de tuberías involucradas en:
 - Estaciones reguladores y de medición.
 - Líneas de Distribución.

b) Todo sistema de tuberías sometido a un medio electrolítico (enterradas o sumergidas), deberá contar, a fin de minimizar los riesgos de corrosión externa, con los siguientes elementos:

- 1) Un revestimiento aislante o cobertura exterior de acuerdo a los requisitos de construcción.
- 2) Un sistema de protección catódica, que deberá estar en servicio antes de los 60 días de finalizada la instalación de la tubería

2.5.1.1. Criterios para la instalación de protección catódica.

A continuación se indican los criterios y metodologías a emplear en la protección catódica, para las estructuras de acero.

a) Un potencial negativo (catódico) de por lo menos 850 mV, con la protección catódica aplicada.

El mismo estará referido a un electrodo de Cu/So₄Cu saturado. Las caídas de tensión distintas de las producidas en la interfase estructura-electrolito, deben ser determinadas para la interpretación válida de este criterio.

Dichas caídas de tensión serán determinadas por alguno de los siguientes métodos:

- 1) Por medición o cálculo.
- 2) Por revisión del comportamiento histórico del sistema de protección catódica.
- 3) Por evaluación de las características físicas y eléctricas de la tubería y su entorno.
- 4) Por determinación de evidencias físicas de corrosión.

b) Un potencial negativo de polarización de por lo menos 850 mV con respecto a un electrodo de referencia de Cu/SO₄Cu saturado.

La medición de este potencial se hará sin la aplicación de la corriente de protección (para el caso de existir el aporte de más de una fuente, se deberán interrumpir las mismas simultáneamente y en forma periódica).

c) Un mínimo de 100 mV de polarización catódica entre la superficie de la estructura y un electrodo de referencia estable en contacto con el electrolito.

En algunas situaciones tales como presencia de sulfhídricos, bacterias, elevadas temperaturas, medios ácidos y materiales disímiles, los criterios indicados pueden no ser suficientes, por lo tanto para:

- En caso de operarse con altas temperaturas, los valores fijados deberán incrementarse en 3 mV/°C a partir de 25°C (temperatura de la estructura).
- En caso de presencia bacteriana, los valores indicados se incrementarán en 100 mV.

2.5.1.2. Programa de control de potenciales.

El operador deberá establecer programas continuos de control de potenciales paso a paso de estructuras-suelo, métodos "OFF" (sin corriente aplicada) y "ON" (con corriente aplicada), en los siguientes casos:

- a) Cuando no se pueda garantizar los potenciales entre los puntos kilométricos de monitoreo.
- b) En aquellas zonas donde se registren fallas por corrosión no concordantes con los datos históricos de los niveles de protección catódica en ellas.
- c) En todos aquellos casos en que se detecten problemas de interferencia de cualquier tipo.

La frecuencia entre levantamientos será responsabilidad del operador y deberá garantizar el control anticorrosivo. En ningún caso el lapso entre monitoreos será mayor de cinco años.

2.5.2. Control de corrosión en componentes de acero aislados en sistemas de tuberías plásticas.

Los componentes de acero aislados en sistemas de tuberías plásticas, deberán ser protegidos toda vez que no pueda comprobarse que los mismos no se ven afectados de corrosión.

Para tal fin podrán utilizarse las siguientes medidas de protección:

- a) Un ánodo galvánico conectado directamente al componente de acero. El monitoreo podrá ser independiente del cable del ánodo de modo tal que el daño sufrido por el cable del monitoreo no derive en daño al cable del ánodo.
- b) Podrá conectarse cada componente de acero a un alambre localizador conectado también a uno o más ánodos galvánicos. Para facilitar el monitoreo, el alambre localizador podrá terminar en una o más acometidas.

2.5.3. Examen de tuberías enterradas cuando están al descubierto.

En todos los casos en que una parte de **tubería** enterrada esté o fuese puesta al descubierto, deberá inspeccionarse la misma, con el objeto de:

- Detectar la presencia de procesos activos de corrosión externa.
- Examinar el revestimiento exterior, verificándose las características y estado del mismo.

Las inspecciones deberán realizarse bajo la responsabilidad de personal calificado, que deberá informar posteriormente al sector correspondiente.

En el caso de verificarse la presencia de procesos activos de corrosión externa, deberán tomar las medidas correspondientes para su corrección y control.

2.5.4. Recubrimiento protector.

La característica del revestimiento responderá a las exigencias del servicio, y su selección se hará en base a la agresividad del medio y a las condiciones operativas a las cuales se verá sometido.

- a) Todo recubrimiento de protección exterior, aplicado con el propósito de evitar la corrosión externa, deberá:
 - 1) Aplicarse sobre una superficie previamente acondicionada de acuerdo lo indicado en la normativa correspondiente;
 - 2) Tener una adecuada adhesión a la superficie metálica, a fin de evitar la migración de humedad bajo la película;
 - 3) Tener una ductilidad adecuada para resistir agrietamientos;
 - 4) Tener resistencia mecánica suficiente para evitar daños debidos al manipuleo y a las tensiones provocadas por el terreno;
 - 5) Tener propiedades compatibles con la protección catódica.
- b) Todo revestimiento externo protector del tipo aislante eléctrico, deberá tener baja absorción de humedad y alta resistencia eléctrica.
- c) Durante el proceso de instalación de tuberías, el revestimiento deberá ser inspeccionado antes de bajar el caño a la zanja, debiéndose efectuar la reparación de toda falla detectada.
- d) Para toda reparación o unión de tramos soldados, se utilizará un revestimiento de similares características al empleado en el conducto principal.
- e) La inspección de cada fase de ejecución del revestimiento, incluyendo la preparación de la superficie e inspección final, será realizada por personal calificado (o bajo su responsabilidad).
- f) Todo revestimiento externo deberá ser protegido contra los deterioros que podrían resultar de las malas condiciones de fondo de zanja (acondicionamiento de zanja o protección mecánica exterior).
- g) Se deberán tomar las precauciones necesarias para reducir al mínimo las posibilidades de roturas y/o deterioros del revestimiento durante la instalación de la tubería.
- h) Si el caño revestido se instala por perforación, hincado u otro método similar, deberán tomarse las precauciones para reducir al mínimo el deterioro del revestimiento durante la instalación.

2.5.5. Mediciones

2.5.5.1. Monitoreo de potenciales

Todo sistema de distribución, protegido catódicamente, deberá contar con cajas de medición de potenciales (CMP) a través de las cuales se determinará el nivel de la protección.

Las CMP deberá tener puntos fijos de conexión eléctrico a la tubería, para la medición y registro del potencial de protección estructura-medio. La distancia máxima entre puntos será de 1000 metros sobre la línea, además de los puntos

singulares tales como válvulas, cruces con estructuras ajenas, caños camisa, juntas aislantes, etc.

Se podrá seleccionar para prueba cualquier ubicación para puntos de contacto (como válvulas, tubos de purga, medidores, líneas de servicio, reguladores, venteos de reguladores, y acometidas de plataforma, que sean eléctricamente continuos con la estructura que se ensaya) en la medida en que se determine efectivamente el nivel de protección catódica.

Las ubicaciones típicas para conductores de prueba incluyen:

Instalaciones de encamisado de caños:

- a) Cruces de estructuras metálicas ajenas.
- b) Uniones aislantes
- c) Cruces de cursos de agua
- d) Cruces de puentes
- e) Cruces de caminos
- f) Instalaciones de ánodos galvánicos
- f) Instalaciones de ánodos de corriente impresa.

Frecuencia de prueba.

Toda tubería enterrada que esté bajo protección catódica, deberá ser controlada por lo menos una (1) vez cada año, no excediendo intervalos de quince (15) meses, para determinar que la protección catódica satisfaga los requerimientos de esta sección.

Estas verificaciones deben ser realizadas por muestreo.

2.5.5.2. Monitoreo de unidades de corriente impresa

Toda unidad de protección catódica por corriente impresa, deberá inspeccionarse para verificar su funcionamiento seis (6) veces por año, a intervalos que no excedan de dos y medio (2 1/2) meses.

Toda interconexión eléctrica directa o a través de dispositivos especiales cuya avería pueda comprometer la protección de la estructura, deberá ser controlada para verificar su correcto funcionamiento a intervalos que no excedan de dos y medio (2 1/2) meses, al menos seis (6) veces al año.

2.5.6. Control de corrosión interna.

a) No podrán ser transportados por tuberías gases corrosivos a menos que los efectos corrosivos del gas sobre la tubería hayan sido investigados y se hayan tomado las medidas necesarias para reducir al mínimo la corrosión interna.

b) Toda vez que un caño sea removido de una línea enterrada por cualquier razón, deberá inspeccionarse su superficie interna, a fines de detectar la existencia de corrosión. Si se encuentra corrosión interna, se deberán tomar las siguientes acciones:

- 1) Los caños adyacentes deberán ser examinados, para determinar la extensión de la corrosión interna;

2) Deberán tomarse las medidas necesarias para reducir al mínimo la corrosión interna.

2.5.6.1. Monitoreo.

Todo operador que transporte gases con características corrosivas deberá utilizar testigos u otros medios apropiados para determinar la efectividad de las medidas tomadas para minimizar la corrosión interna.

Todo testigo (o cupón de corrosión) u otro medio de verificación de corrosión interna deberá ser controlado a intervalos que no excedan de 6 meses.

Los dispositivos que pueden emplearse para controlar la corrosión interna o la eficacia de los inhibidores incluyen sondas de hidrógeno, sondas de corrosión, probetas con pérdida de peso, bobinadoras de ensayo y equipo para ensayos no destructivos capaces de indicar pérdida del espesor de pared.

Se deberá considerar la elección del lugar y el tipo de planta de acceso necesaria para exponer el dispositivo a un control en línea.

Se deberá establecer un procedimiento escrito para verificar el dispositivo de control.

2.5.7. Control de corrosión atmosférica.

Toda tubería o tramo de tubería instalada y expuesta a la atmósfera, deberá contar con un revestimiento adecuado para la prevención de la corrosión atmosférica.

a) La necesidad de revestimiento se determinará por la experiencia en el mismo ambiente u otro esencialmente idéntico, basándose en la inspección visual de las instalaciones.

b) El grado de preparación de superficie, la selección de los materiales del revestimiento, y los procedimientos de aplicación se elegirán para lograr la vida útil deseada del sistema de revestimiento.

2.6. Purgado de tuberías.

a) La operación de purgado de tuberías por medio de gas deberá ser realizada mediante el inyectado en un extremo de la línea con flujo moderadamente rápido y continuo a una velocidad aproximada de 15m/s.

b) Cuando el gas no puede ser suministrado en cantidad suficiente como para impedir la formación de una mezcla peligrosa de gas y aire, deberá introducirse en la línea un bolsón de gas inerte adelante del gas.

c) Cuando el trazado de la tubería sea de clase tres ó cuatro, siempre deberá introducirse en la línea nueva un bolsón de gas inerte, para formar un bache con una longitud según la tabla 2.2 indicada en esta sección.

Cuando la inertización con gas ó con aire en éstas clases de trazado resulta imposible, las líneas deben purgarse con gas inerte a opción de la dirección técnica de los responsables de los trabajos.

d) En todos los casos se deberá realizar un procedimiento de purgado indicando los tiempos previstos de operación, tipo y volúmenes de gas a

inyectar estimados y los puntos y medidas de control a verificar para dar por terminada la operación.

e) Se asignarán las responsabilidades de control personal especialmente capacitado en el uso del instrumental y procedimiento a seguir.

Tabla 2.2. Volumen (en m³) del tapón de nitrógeno o dióxido de carbono(*) requeridos para varios diámetros y longitudes de tubería.

Longitud de tubería m	Diámetro nominal de la tubería mm (pulg.)												
	Desde	Hasta	102 (4")	152 (6")	203 (8")	254 (10")	305 (12")	406 (16")	457 (18")	508 (20")	559 (22")	610 (24")	762 (30")
--	2500	1	2	4	7	12	25	40	50	70	90	180	
2501	6000	1	3	7	15	25	50	75	100	150	180	340	
6001	9000	1	4	10	25	30	70	100	150	200	250	500	
9001	15000	2	7	15	35	50	100	150	250	300	400	800	
15001	24000	3	10	25	50	100	200	250	350	450	600	1200	

(*)Para gases de combustión agregar 20% más.

Nota: Velocidad del tapón: 1 m/s.

2.7. Intervenciones con cambios de regímenes.

2.7.1. Modificaciones de la presión de operación.

2.7.1.1. Revisión de la presión de operación.

a) Todo operador deberá realizar un estudio de cada tramo de tubería que trabaje con una presión máxima admisible de operación que produzca una tensión circunferencial mayor del 40% de la TFME. Ese estudio determinará la clase de trazado actual en que se encuentran esos tramos de tubería y la tensión circunferencial que se origina a la presión máxima admisible de operación.

b) Si la tensión circunferencial correspondiente a la presión máxima admisible de operación establecida en un tramo de tubería, no es compatible con la actual de trazado y el tramo está en condiciones físicas satisfactorias, la presión máxima admisible de operación de ese tramo de tubería deberá ser confirmada o revisada como sigue:

1) Si el tramo involucrado ha sido previamente probado en el lugar por un período no menor que 8 horas, la presión máxima admisible de operación es 0.8 veces la presión de prueba en trazados clase 2; 0.667 veces la presión de prueba en trazados clase 3; ó 0.555 veces la presión de prueba en trazados clase 4. La correspondiente tensión

circunferencial no debe exceder el 72% de la TFME en trazados clase 2, el 60% en trazados clase 3, ó 50% en trazados clase 4.

2) La presión máxima admisible de operación del tramo involucrado debe ser reducida de manera que la correspondiente tensión circunferencial no sea mayor que la admisible por esta norma para tramos nuevos de tuberías en la existente clase de trazado.

3) El tramo involucrado debe ser probado de acuerdo a los requerimientos de la presente norma, y su presión máxima admisible de operación debe ser establecida de acuerdo con los siguientes criterios:

i) La máxima presión admisible de operación después de la prueba de recalificación es 0.8 veces la presión de prueba para trazados clase 2, 0.667 veces la presión de prueba para trazados clase 3 y 0.555 veces la presión de prueba para trazados clase 4.

ii) La máxima presión admisible de operación confirmada o modificada de acuerdo con esta Sección, no puede exceder la presión máxima admisible de operación establecida antes de la confirmación o revisión.

iii) La correspondiente tensión circunferencial no puede exceder el 72% de la TFME de la tubería en trazados clase 2; 60% de la TFME en trazados clase 3, ó 50% de la TFME en trazados clase 4.

iv) La confirmación o revisión de la máxima presión admisible de operación que se requiera como resultado de un estudio realizado de acuerdo con esta Sección, debe ser completada dentro de los 18 meses del cambio en la clase de trazado.

c) Todo operador que debe confirmar o cambiar una presión de operación máxima admisible establecida, conforme el párrafo b) de esa Sección, deberá, dentro del plazo establecido, preparar un plan completo, incluyendo una lista de provisiones para llevar a cabo su confirmación o su modificación.

2.7.1.1.1. Cambios en clase de trazado. Estudios requeridos.

Cuando un aumento de densidad de población o modificaciones en las características de la zona geográfica señalen un cambio en la clase de trazado para un tramo de tubería de acero existente que esté operando a una tensión circunferencial mayor del 40% de la TFME, o señale que la tensión circunferencial correspondiente a la presión máxima admisible de operación no es compatible con la clase de trazado presente, el operador deberá hacer inmediatamente un estudio para determinar la correspondencia entre la nueva clase de trazado y las condiciones de operación de la tubería, procediendo de acuerdo con lo dispuesto en esta sección.

2.7.1.2. Incremento de la presión de operación.

2.7.1.2.1. Aspectos generales.

a) Cuando los requisitos de esta sección exijan que un aumento de la presión de operación deba ser efectuado por incrementos parciales, el aumento de presión se realizará en forma gradual y a un régimen que pueda ser controlado.

b) Finalizado cada aumento parcial, la presión deberá ser mantenida constante mientras todo el tramo de la tubería en prueba es controlado por posibles pérdidas.

c) En caso de detectarse una pérdida, la misma deberá ser reparada antes de efectuar un nuevo aumento de presión.

d) Todo operador que incremente la presión de un tramo de tubería, deberá retener durante la vida útil del tramo un registro de cada investigación requerida por esta sección, todo trabajo ejecutado y de cada prueba de presión realizada concernientes al aumento de presión.

e) Todo operador que eleve la presión de un tramo de tubería deberá establecer un procedimiento escrito que asegure el cumplimiento de todos los requisitos aplicables de esta sección. El mismo contemplará como mínimo los siguientes aspectos:

1) Propósito del aumento del régimen de presión.

2) Cantidad de incremento y MAPO (máxima presión de operación admisible) propuesta.

3) Clase o clases de trazado del tramo al que se aumentará la presión.

4) Revisión de los requisitos de la Sección 2.3 para asegurarse de que se puede adoptar la nueva MAPO propuesta.

5) Descripción de la instalación.

6) Plan de trabajos propuestos, listando las etapas previstas para cumplir con el aumento de presión.

7) Definición y asignación de responsabilidad para cumplir con las diversas etapas para la elevación del régimen de presión en un tramo.

8) Documentación que indique los trabajos necesarios para aislar de las tuberías adyacentes, el sistema en el cual se ha de aumentar la presión.

9) Notificación a todos los clientes afectados con suficiente anticipación a la fecha de comienzo de los trabajos, para asegurar un máximo de accesibilidad a las propiedades durante la operación de elevación del régimen de presión.

10) Se tomarán precauciones a fin de proteger a obreros, empleados y al público en general durante las operaciones de aumento de presión.

11) El control de la presión en las instalaciones adyacentes asegurará que no existan conexiones del sistema de alta presión al sistema de baja presión, sin los equipos reductores de presión de acuerdo a la Norma.

12) Se hará una revisión final de detección de pérdidas para asegurarse de la integridad de la instalación después de que se haya completado la operación de elevación de presión.

Requisitos adicionales para sistemas de Distribución.

13) Lista de las ubicaciones de válvulas seccionadoras a instalarse donde sea necesario.

14) Lista de todos los servicios que se encuentra sobre los tramos principales cuyo régimen de presión será elevado.

d) Una nueva presión máxima admisible de operación establecida bajo esta parte, no podrá exceder la máxima que sería admisible bajo esta norma para un tramo nuevo de tubería construido de iguales materiales en la misma ubicación.

2.7.1.2.2. Incremento de la presión hasta producir una tensión circunferencial del 30% o más de la TFME en tuberías de acero.

a) A menos que los requisitos de esta sección hayan sido satisfechos, ningún operador podrá someter a un tramo de tubería de acero a una presión de operación que produzca una tensión circunferencial del 30% o más de la TFME y que sea superior a la presión máxima admisible de operación establecida.

b) Antes de incrementar la presión de operación por sobre la presión máxima admisible de operación establecida, el operador deberá:

1) Revisar el historial de diseño, operación y mantenimiento, y las pruebas previas del tramo de tubería, y determinar cuál de los incrementos propuestos es seguro y concordante con los requerimientos de esta Norma; y

2) Efectuar toda reparación, reemplazo o alteración en el tramo de tubería que sea necesario para la operación segura con la presión aumentada.

c) Después del cumplimiento del párrafo b) de esta sección, un operador podrá incrementar la presión máxima admisible de operación de un tramo de tubería, a la máxima permitida bajo la sección 2.3, tomando como presión de prueba la mayor a la cual el tramo de tubería fue previamente sometido (indistintamente en la prueba de resistencia, o durante la operación normal).

d) Cuando se incrementa la presión de un tramo de tubería de acuerdo con los anteriores de esta sección, los aumentos de presión deberán ser realizados en incrementos parciales que sean iguales a:

15) 10% de la presión anterior al aumento; o

16) 25% del incremento total de presión; de las dos, la que produzca el menor número de incrementos.

2.7.1.2.3. Incremento de presión en tuberías de acero a una presión que producirá una tensión circunferencial menor que el 30% de la TMFE. tuberías de plástico.

a) A menos que los requisitos de esta sección hayan sido cumplidos, ningún operador podrá someter:

1) Un tramo de tuberías de acero a una presión de operación que produjera una tensión circunferencial menor del 30% de la TMFE y que esté por encima de la presión máxima admisible de operación previamente establecida; o

2) Un tramo de tubería plástica, a una presión de operación que esté por encima de la presión máxima admisible de operación, previamente establecida.

b) Antes de incrementar la presión de operación por encima de la máxima admisible previamente establecida, el operador deberá:

1) Revisar el diseño, operación e historial de mantenimiento del tramo de la tubería;

2) Realizar un reconocimiento para la localización de pérdidas (si ha pasado más de 1 año desde la última inspección) y reparar cualquier pérdida que sea encontrada, pero una pérdida que se ha determinado no ser potencialmente peligrosa, no necesita ser reparada si es controlada durante el aumento de presión y no se torna potencialmente peligrosa;

3) Realizar todas las reparaciones, reemplazos o modificaciones en el tramo de la tubería que sean necesarias para la seguridad de la operación a la presión incrementada.

4) Aislar el tramo de tubería cuya presión va a ser incrementada, de cualquier tramo adyacente que continuará operando a menor presión; y

c) Después del cumplimiento con el párrafo b) de esta sección, el aumento de la presión máxima admisible de operación deberá efectuarse en incrementos que sean iguales a 0.7 bar o el 25% del total del aumento de presión, de ambos, el que produzca menor número de incrementos.

2.7.2. Requerimientos de prueba para rehabilitar líneas de servicio.

- a) Toda línea de servicio desconectada deberá ser probada como una línea de servicio nueva antes de ser rehabilitada.
- b) Todo servicio temporalmente desconectado de la línea principal y sobre el que se discontinuará su suministro durante más de 180 días, deberá ser probado desde el punto de desconexión hasta la válvula del servicio, como si fuera nuevo, antes de su reconexión.

2.7.3. Abandono o inactivado de instalaciones.

- a) Todo operador deberá tener en cuenta el abandono o inactivado de instalaciones en sus planes de operación y mantenimiento, incluyendo el cumplimiento de los requerimientos de esta Sección.
- b) Toda tubería abandonada en el lugar debe ser desconectada de todas las fuentes y suministros de gas, sellada en los extremos y purgada de gas utilizando agua o materiales inertes. Solo podrá omitirse el purgado de la tubería cuando el volumen de gas sea tan pequeño que no exista peligro potencial alguno.
- c) Siempre que se interrumpa un servicio a un cliente, deberá cumplirse una de las siguientes indicaciones:
 - 1) La válvula que bloquea el flujo de gas hacia el cliente deberá estar provista con un dispositivo de traba o diseñada para evitar su operación por personas no autorizadas.
 - 2) Tener un dispositivo mecánico o accesorio que impida el flujo de gas hacia la línea de servicio o al conjunto medidor.
 - 3) La tubería de gas del cliente deberá desconectarse físicamente de la fuente de suministro y los extremos abiertos serán sellados.
- d) Si se utiliza aire para el purgado, el operador deberá asegurarse que no quede mezcla explosiva después del mismo, siguiendo lo dispuesto en la sección 2.6.

2.7.3.1. Abandono de tuberías principales de distribución.

Para los procesos de abandono de tuberías principales de distribución se seguirán procedimientos que contemplen los siguientes aspectos:

a) Control previo al abandono

Se deberá revisar la documentación de archivo y efectuar las pruebas de campo necesarias para asegurarse que las líneas inventariadas a ser abandonadas estén desconectadas de toda fuente y suministro de gas (tales como otro ducto, línea principal, tubería de cruce, estaciones de medición, tubería del cliente, líneas de control u otras).

b) Gas residual o hidrocarburos

No deberá completarse el abandono hasta que no se determine que el volumen de Gas Natural o de hidrocarburos líquidos contenidos en la sección abandonada no plantee un riesgo potencial.

c) Purgado

Las tuberías se purgarán de acuerdo con la sección 2.6 del presente Reglamento. Adicionalmente se contemplará el llenado del tramo abandonado con agua o con un gas inerte para evitar el riesgo potencial de combustión.

d) Sellado

Se utilizarán alguno de los siguientes métodos:

1. Cierres normales de extremos (tales como casquetes soldados o roscados, tapones roscados, bridas ciegas, casquetes y tapones con junta mecánica).
2. Soldadura de chapa de acero en los extremos del caño.
3. Llenado de los extremos con un material de obturación adecuado.
4. Cierre de los extremos por aplastamiento.

e) Seccionado de los tramos abandonados

Todas las válvulas enterradas que se dejen en los tramos abandonados deberán cerrarse. Si el segmento es largo y existen pocas válvulas de línea, se tomará en consideración taponar el mismo a intervalos.

f) Remoción de instalaciones aéreas y relleno de huecos

Todas las válvulas sobre nivel, prolongaciones, cámaras y cajas de cobertura de válvulas deberán ser removidas. Las cámaras y las cajas para válvulas vacías se rellenarán con un material compactado adecuado.

2.7.3.2. Abandono de líneas de servicio de distribución en conjunto con el abandono de líneas principales de distribución.

Para los procesos de abandono de líneas de servicio y principales de distribución se seguirán procedimientos que contemplen los siguientes aspectos:

a) Válvulas de servicio y cajas de vereda

Todas las válvulas de servicio serán cerradas. La sección superior de las cajas ubicadas en zonas de tierra deberá quitarse y el hueco se rellenará con material compactado adecuado. Si las cajas están fijadas en concreto o asfalto, serán rellenadas con material compactado adecuado hasta una altura conveniente y se completará el relleno con el material apropiado.

b) Prolongaciones para medidores y colectores

Las prolongaciones para medidores y los colectores serán desmantelados y removidos de las casas.

c) Tuberías de servicio entradas que atraviesan cimientos de paredes

Donde una línea de servicio ingresa enterrada a través de un cimiento de pared sobre línea urbana, el extremo de la línea de servicio será obturado y se instalará un casquete lo más cerca de la superficie de la pared que sea práctico.

No es necesario remover el caño de la pared a menos que así se requiera por circunstancias particulares.

d) Instalación exterior de medidor y entradas sobre nivel

Las tuberías de servicio que terminen en una instalación exterior de medidor o una entrada sobre nivel serán cortadas a una profundidad conveniente y obturadas.

2.7.3.3. Abandono de líneas de servicio de líneas principales en operación.

Para los procesos de abandono de líneas de servicio conectadas a líneas principales en operación se seguirán procedimientos que contemplen los siguientes aspectos:

a) Desconexión

Las tuberías de servicio que se abandonen y que provengan de líneas principales en funcionamiento, serán desconectadas lo más cerca posible de estas últimas.

b) Sellado

El extremo del tramo abandonado de la tubería de servicio más cercano a la línea principal, se obturará mediante una placa, casquete, tapón, aplastado o se sellará de otra forma eficaz.

c) Otras acciones

El resto de la tubería de servicio será abandonado como se recomendó en el punto 2.7.3.2 precedente.

2.7.3.4. Tuberías fuera de servicio.

Todo operador deberá incluir disposiciones en su Plan de Mantenimiento y Operación para proseguir con el mantenimiento de las tuberías inactivas.

3. Mantenimiento.

3.1. Generalidades.

Los sistemas de distribución de Gas Natural deberán ser mantenidos de forma tal de garantizar la seguridad en su operación durante la vida útil de los mismos.

Para ello todo operador deberá ejecutar los planes de mantenimiento adecuados, dando cumplimiento a los requisitos mínimos establecidos en la presente norma y adicionando aquellos que considere necesarios para el objetivo enunciado.

El operador de un sistema de distribución de Gas Natural no podrá operarse un tramo de tubería a menos que sea mantenido de acuerdo con los requisitos de esta Norma. Todo tramo de tubería que no ofrezca seguridad deberá ser reemplazado, reparado o retirado del servicio.

Ante la detección de un daño o deterioro sobre parte de la instalación que representara un peligro, deberán tomarse inmediatamente las medidas provisionales

a fin de proteger el público, el Medio Ambiente y la propiedad. Para aquellos casos donde no fuera posible realizar una reparación definitiva en el momento de detectar el problema, se deberán tomar las medidas provisionales en forma inmediata, pudiendo diferir la solución definitiva manteniendo las condiciones de seguridad bajo control.

3.2. Señalización.

Independientemente de la señalización indicada en esta Sección, el operador deberá informar al organismo correspondiente, los siguientes datos: tipo de tubería según producto transportado, presión de trabajo, trazado y profundidad.

3.2.1. Tuberías enterradas.

a) Deberá ubicarse una señal de línea tan cerca como sea práctico sobre cada línea principal o de transmisión enterradas ante las siguientes situaciones:

1. En cada cruce de un camino público, vía férrea y vía de aguas navegables; cruces con otras tuberías y cambios de dirección.
2. En cualquier lugar que fuera necesario identificar la ubicación de la línea principal o de transmisión para reducir la posibilidad de daño o interferencia; y
3. En cruces con ductos eléctricos se colocarán mojeneras cada 10 m, 50 m antes y después del cruce y se pintarán las torres del ducto eléctrico entre las cuales cruza el conducto, de color amarillo hasta 1,8 m de altura.
4. En línea principal o de transporte que cruza o se halla en cercanías de un área donde, a juicio del operador, el potencial de futuras excavaciones o daño es probable como ser los siguientes casos:
 - i. Zonas de drenaje (tales como cursos de agua proclives a inundaciones).
 - ii. Zanjas y canales de irrigación sujetos a excavaciones periódicas para su limpieza o profundización.
 - iii. Zanjas de drenaje sujetas a nivelación periódica, incluyendo las del costado de los caminos.
 - iv. Zonas activas de perforación o mineras.

Estas señales deberán ser mantenidas de forma de asegurar su calidad de información y visualización.

Solo se considerarán las excepciones establecidas en el punto 3.2.1. b) de la presente sección.

b) Excepciones para tuberías enterradas

No se requiere señalización para líneas principales y de transmisión enterradas:

1. Bajo vías navegables interiores y otras masas de agua, o en sus cruces; o
2. en clases de trazado 3 o 4:
 - i. Donde la colocación de una señalización fuera impracticable o no cumpliera su propósito, y la autoridad local mantenga una línea de infraestructura para registrar la ubicación de conductos enterrados; o
 - ii. Donde estuviera vigente, conforme a la Sección 2.2.2, un programa para prevención de daños.

3.2.2. Tuberías superficiales.

La señalización debe ser colocada y mantenida a lo largo de cada tramo de una línea principal y de transmisión instalada sobre terreno en una zona accesible al público.

3.2.3. Señalizaciones de precaución.

Los elementos de señalización utilizados deberán tener las siguientes leyendas, escritas legiblemente sobre un fondo de riguroso color contraste sobre cada señal de línea:

- a) La palabra "Advertencia", "Precaución" o "Peligro" seguidas por la palabra "Gasoducto" (o el nombre del gas transportado), todo lo cual, excepto para señales en áreas urbanas densamente pobladas, debe estar en letras de al menos 30 mm de alto con 6 mm de ancho por trazo.
- b) Los señalamientos y mojoneras deben tener firmemente fijada una placa de material resistente a la intemperie en la cual esté grabado lo siguiente:
 - Nombre del operador
 - Distancia al eje del conducto
 - Tapa
 - Producto que transporta
 - Número telefónico donde el operador pueda ser avisado en todo momento.

3.3. Recorridos de Inspección.

3.3.1. Generalidades.

Todo operador establecerá programas de recorrido de inspección de sus sistemas a fin de observar los factores que afectan la seguridad de la operación y posibilitan la corrección de condiciones potencialmente peligrosas.

Dentro de los aspectos a considerar en los programas de inspección deberá considerarse, además de la evidencia visual de las fugas, la observación e información de peligros potenciales tales como los siguientes:

- a) Excavación, nivelación, demolición, u otras actividades de construcción que pudieran derivar en:
 1. Daño del caño;
 2. Pérdida de apoyo debido a asentamiento o movimiento de suelo alrededor del caño;
 3. Socavación o daño a los soportes del caño;
 4. Pérdida de tapa; o
 5. Relleno excesivo.
- b) Deterioro físico de caños expuestos, luz de las tuberías y apoyos estructurales (tales como suspensión, pilotaje, intercesión de paredes, camisas y cimientos).
- c) Hundimiento de la tierra, desprendimiento, erosión del suelo, inundación, condiciones climáticas y otras causas naturales que pudieran provocar aplicación de cargas secundarias.
- e) Necesidad de identificaciones y marcaciones adicionales en líneas de distribución en servidumbre de paso y zonas rurales.

La frecuencia del recorrido de inspección de líneas principales será determinada por la severidad de las condiciones que pudieran causar roturas o pérdidas con el consiguiente peligro para la seguridad pública.

Las tuberías principales instaladas en lugares sobre estructuras donde sean previsibles movimientos físicos o cargas externas que pudieran causar roturas o pérdidas, deberán ser recorridas a intervalos que no excedan de 3 meses.

3.3.2. Programación.

El recorrido del sistema se realizará junto con los análisis de fuga, inspecciones programadas y otras actividades de rutina.

En las zonas o ubicaciones consideradas potencialmente peligrosas se incrementará la frecuencia de recorrido tanto como se considere necesario de acuerdo con la probable gravedad, duración y momento en que se produzca el peligro.

Se elaborarán informes indicando las condiciones peligrosas observadas, las medidas correctivas adoptadas o recomendadas y la índole y localización de cualquier deficiencia.

3.3.3. Reconocimiento por pérdidas y procedimientos.

- a) *Todo responsable de un sistema de distribución deberá prever en su Plan de Operación y Mantenimiento el reconocimiento periódico por pérdidas.*
- c) *El tipo y alcance del programa de control de pérdidas, deberá ser determinado por la naturaleza de las operaciones y las condiciones locales, pero deberá cumplir los requerimientos mínimos que se detallan a continuación:*

3.3.3.1. Tipos de zonas.

Se clasificarán las zonas geográficas de los sistemas de distribución según la condición de riesgo de las mismas.

El motivo de la zonificación de las redes es la discriminación de las áreas que puedan infligir mayor riesgo para la operación del sistema de las restantes.

La zonificación no implica diferencias en las exigencias de los procedimientos a seguir durante la detección de fugas.

En cada red de distribución se definirán 2 (dos) zonas, "A" y "B", según los siguientes criterios:

Zona "A"

Zona de Alta Densidad

Es la zona que cumple con cualquiera de las siguientes condiciones:

- *Que haya una densidad de población de más de 600 habitantes por manzana.*
- *Que haya pavimento continuo y/o caminos entre un eje de la tubería principal de la red de gas y la línea de edificación.*
- *Donde existan lugares de concentraciones de público y edificios comerciales y/o públicos (colegios, hospitales, centros recreativos, iglesias, etc.) se prestará una atención especial, aún en caso de presentarse en forma aislada de la zona de Alta Densidad.*
- *Donde se encuentren instaladas redes con antigüedad superiores a 35 años.*
- *Donde se encuentren instaladas tuberías con presiones de operación superiores a 4 bar.*
- *Cualquier otra ubicación o sitio que a juicio del operador deba ser designado como integrante de la tipología de la zona "A".*

Zona "B"

Zona de Baja Densidad

Es la zona que no cumple con las condiciones descritas para zona "A" (Alta Densidad)

3.3.3.1.1. Re-zonificación periódica.

Cada Operador re-zonificará las redes existentes dentro de su jurisdicción, confeccionando registros que contengan los siguientes datos:

- Metros de Red tipo "A" por localidad
- Metros de Red tipo "B" por localidad
- Metros totales de Red por localidad
- Mapas con la información de los puntos precedentes

La actualización y zonificación deberá realizarse anualmente y sobre ella se establecerán los programas de reconocimiento de pérdidas.

3.3.3.2. Exigencias mínimas de levantamientos.

Todo responsable de los sistemas de distribución deberá elaborar y cumplir un plan de trabajo para la periódica detección de fugas.

El programa de control de pérdidas dependerá de cada red en particular, pero deberá cumplir los requerimientos mínimos siguientes:

Zona A (Sistema de distribución secundaria y Gabinetes de regulación / medición.) A intervalos que no excedan de un año.

Zona B (Sistema de distribución primaria y Gabinetes de regulación / medición.) A intervalos que no excedan de tres años.

Red Primaria

Deberán recorrerse de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 3.1

Clase de Trazado	Máximo Intervalo	
	Tramos Especiales	Todo Otro Lugar
1 - 2	4 meses	
3	3 meses	1 año
4	3 meses	

3.3.3.2.1. Incremento de la frecuencia de levantamiento.

La frecuencia de las inspecciones, tanto para zona "A", "B", se podrán aumentar en base a las circunstancias y condiciones particulares; que por razones de seguridad indiquen la necesidad del incremento.

Entre los factores a ser considerados al establecer la frecuencia en la inspección de pérdidas, se incluyen las siguientes:

- a) Sistema de tuberías: Antigüedad del caño, materiales, tipo de instalaciones, presión de operación, registros históricos de fugas y otros estudios.
- b) Corrosión: Zonas conocidas de corrosión significativa o áreas donde se sabe que existen ambientes corrosivos.
- c) Ubicación de tuberías: Proximidad con edificios u otras estructuras, tipo y uso de los edificios.

- d) Proximidad con áreas de concentración de personas.
- e) Condiciones ambientales y actividad de la construcción: Condiciones que podrían incrementar el potencial de pérdidas o que podrían provocar que el gas emigre a una zona donde existe un riesgo (tales como condiciones climáticas, pavimento de pared a pared, condiciones porosas del suelo, zonas de alta actividad de la construcción, voladuras, equipo pesado de movimiento de tierra, tránsito intenso, suelo inestable o zonas sujetas a movimientos sísmicos).
- f) Otros: cualquier otra condición conocida por el operador que tenga significativo potencial para iniciar una pérdida o permitir que el gas que se fugue emigre a una zona donde conduciría a una situación peligrosa, (tales como terremotos, hundimiento, inundación o incremento de la presión operativa)

3.3.3.2.2. Inspecciones especiales por única vez.

Deberá considerarse la realización de inspecciones especiales por única vez a continuación de la exposición de las tuberías a tensiones inusuales (tales como terremotos o voladuras)

3.3.3.3. Métodos para el reconocimiento de pérdidas.

Los siguientes métodos de detección de pérdidas de gas pueden utilizarse en forma separada o combinados, según las condiciones de los sistemas de distribución.

3.3.3.3.1. Inspección para la detección de gas en la superficie.

Se realizará mediante muestreo continuo de la atmósfera a nivel del terreno o cerca de éste en instalaciones de gas enterradas y adyacentes a las instalaciones sobre el nivel del terreno con un sistema detector de gas capaz de detectar una concentración de 50 p.p.m. de gas en el aire en cualquier punto de muestreo.

Procedimiento: El equipo utilizado para realizar estas inspecciones podrá ser portátil o móvil. Para tubería enterrada, el muestreo de la atmósfera debe, efectuarse a no más de 5 cm sobre la superficie del terreno. En zonas donde la tubería está bajo pavimento, las muestras deben efectuarse también en la línea del cordón, aberturas disponibles en la superficie del terreno (tales como entradas de hombre, bocas de tormenta, abertura de ductos, de tendido de líneas telefónicas, eléctricas y redes cloacales, cajas de señales de tránsito y de incendios o grietas en el pavimento o en la acera) u otros lugares donde sea probable que se produzca el venteo de gas. En tuberías expuestas, el muestreo debe ser adyacente a éstas.

Utilización: El uso de este método de inspección debe limitarse por condiciones adversas (tales como viento excesivo, humedad excesiva del suelo o sellado de la superficie por causa del hielo o agua). La inspección debe realizarse a velocidades

lo suficientemente pausadas para posibilitar que un muestreo adecuado se obtenga continuamente mediante la colocación del equipo de muestreo sobre los puntos de venteo más lógicos, prestando especial atención a la ubicación de las instalaciones de gas y cualquier condición que pudiera existir.

3.3.3.3.2. Inspección para la detección de gas bajo la superficie.

Se realizará mediante muestreo de la atmósfera bajo la superficie con Indicador de Gas Combustible (IGC) u otro dispositivo capaz de detectar 0,5% de gas en aire en el punto de muestreo.

Procedimiento: La inspección a realizarse por medio de la concreción de pruebas con IGC en una serie de aberturas disponibles y/o perforaciones sobre o adyacente a la instalación de gas. La ubicación de la instalación de gas y su proximidad a los edificios y a otras estructuras deben tomarse en cuenta en la determinación del espaciado de los puntos de muestreo. Estos deben estar tan próximos como sea posible a la tubería principal u otra línea, y nunca más lejos de 4,5 m lateralmente desde la instalación. A lo largo de la ruta de la tubería principal o la otra línea, los puntos de muestreo deben ser colocados a dos veces la distancia entre la tubería y la pared del edificio más cercano, ó a 9 m, cualquiera de ambas, la que resulte más corta, pero en ningún caso el espaciado necesita ser menor de 3 m. El modelo de muestreo debe incluir puntos adyacentes a las conexiones de servicio, intersecciones de calles y conexiones de derivaciones conocidas, así como sobre o próximo a líneas de servicio enterradas, junto a la pared del edificio.

3.3.3.3.3. Inspección de la vegetación.

Se realizará mediante levantamientos visuales efectuados para detectar indicaciones anormales o inusuales en la vegetación.

Procedimiento: Todas las indicaciones visuales deben evaluarse empleando un IGC. El personal que realiza estas inspecciones debe tener una visibilidad clara total del área de zona revisada y su velocidad de traslado debe adecuarse al tipo de vegetación y condiciones de visibilidad existentes.

Utilización: Este método de inspección debe limitarse a zonas donde el crecimiento adecuado de la vegetación está firmemente establecido.

Esta inspección debe realizarse bajo las siguientes condiciones:

- Cuando el contenido de humedad del suelo es anormalmente alto.
- Cuando la vegetación está en período de latencia.
- Cuando la vegetación está en un período de crecimiento acelerado, tal el caso del comienzo de la primavera.

3.3.3.4. Clase y Uso de instrumentos.

La tabla siguiente resume las características a cumplir por los diversos tipos de instrumentos que podrán ser utilizados para las tareas de detección de fugas de Gas Natural.

Tabla 3.2

Tabla 3.2

Tipo de instrumento	Inspección Bajo Superficie	Nivel inferior de Sensibilidad			Nivel superior de Sensibilidad			Método de muestreo	Caudal de muestreo
		P.p.m	% L.E.L	% gas	P.p.m	% L.E.L	% gas		
Inspección Sobre Superficie	Tipo catalítico (nilo caliente % L.E.L.)	5000	10	0.5	50.00	100	5	Aspiración manual	
	Conductividad Térmica (% gas)	25.00	50	2.5	---	---	100	Aspiración manual	
Conductividad amplificada	Térmica	50	0.1	---	---	---	25	Bomba	3 litros / minuto
Detector Infrarrojo		5	---	---	1.000		0.1	Bomba	2-5 litros / minuto
Detector por Ionización de Llama de Hidrógeno		1	---	---	10.00 20 A 50.00 100	20 A 100	1 A 5	Bomba	2-5 litros / minuto

3.3.3.4.1. Mantenimiento y calibración de instrumentos: Cada instrumento utilizado para detección de pérdidas y evaluación debe operarse de acuerdo con las instrucciones operativas recomendadas por el fabricante y:

- a) Debe controlarse periódicamente mientras está en funcionamiento para asegurar que se consiguen los requisitos de funcionamiento recomendados.
- b) Debe probarse diariamente o previamente al uso, para asegurar una operación adecuada, para confirmar que el sistema de muestreo está libre de pérdidas, y para asegurar que los filtros no estén obstruyendo el flujo de muestreo.
- c) Los sistemas de Ionización de Llama de Hidrógeno (ILH) deben ser probados cada arranque.
- d) Cada instrumento utilizado para la detección y evaluación de pérdidas debe calibrarse de acuerdo con las instrucciones de calibración recomendadas por el fabricante.

1. Después de cualquier reparación o reemplazo de partes;
2. En una planificación regular que preste atención al tipo y uso de instrumento involucrado. Los sistemas de ionización de llama de 28

hidrógeno deben controlarse para su calibración al menos una vez por mes mientras esté en uso;

3. En cualquier momento que se sospeche que la calibración del instrumento ha cambiado.

3.3.3.5. Localización y clasificación de las pérdidas.

Toda fuga de gas detectada debe ser localizada y clasificada dentro de las 24 hrs. de su detección, tomando las acciones consecuentes, en función de su riesgo potencial, de acuerdo con esta sección.

3.3.3.5.1. Localización de la pérdida. La localización de pérdidas es el procedimiento tendiente a determinar el lugar exacto de la ubicación de la fuga y su área de influencia en el terreno.

Al iniciar los trabajos tendientes a la localización del punto o de los puntos de fugas en una presunta pérdida, se tendrá primeramente en cuenta la ubicación de la tubería enterrada, como asimismo, la de los accesorios que puede contener: válvulas de bloqueo, válvulas de sacrificio, monturas, tes, servicios, derivaciones, etc. Luego determinar, de ser posible, la presencia de otros servicios públicos subterráneos en la zona como: red sanitaria, conductos de líneas telefónicas, redes eléctricas y de agua, etc.

El método de trabajo a desarrollar incluirá la realización de una serie de perforaciones en el terreno, con aparatos manuales o mecánicos. Estas perforaciones se efectuarán en las adyacencias de las instalaciones de gas, tratando de determinar el "perfil de pérdidas" el cual tiene por objeto conocer la distribución de la "densidad de gas en el terreno" y así llegar a localizar el punto de fuga de la tubería.

El objeto de las perforaciones es determinar el área afectada, el centrado de la "superficie potencial de pérdidas" y la ubicación final del punto de fuga.

Las perforaciones siempre deberán ser realizadas hasta una profundidad menor a la ubicación de la tubería.

La profundidad deberá ser la misma para todas las perforaciones realizadas.

Conocido el lugar exacto en el cual el detector indica la máxima lectura se actuará según el caso:

a) Servicio domiciliario

Se perfora primero sobre la máxima lectura del Detector, luego sobre la tapa de servicio y por último en la línea municipal. Con estas tres lecturas podemos definir claramente donde está el escape. Figuras 3.1 y 3.2.

En caso de aún existir dudas sobre la ubicación de la fuga, el operador incrementará el número de perforaciones hasta lograr su correcta localización.

b) Sobre la red de distribución

Se harán tantas perforaciones y evaluaciones como sea necesario, tratando de tener suficientes valores para poder dibujar la planta del perfil de pérdidas en la superficie, esto significa conocer el máximo valor y los puntos cero de la periferia. Figura 3.3.

Figura 3.1. Sondeo para fuga en servicio.

Figura 3.1. Sondeo para fuga en servicio.

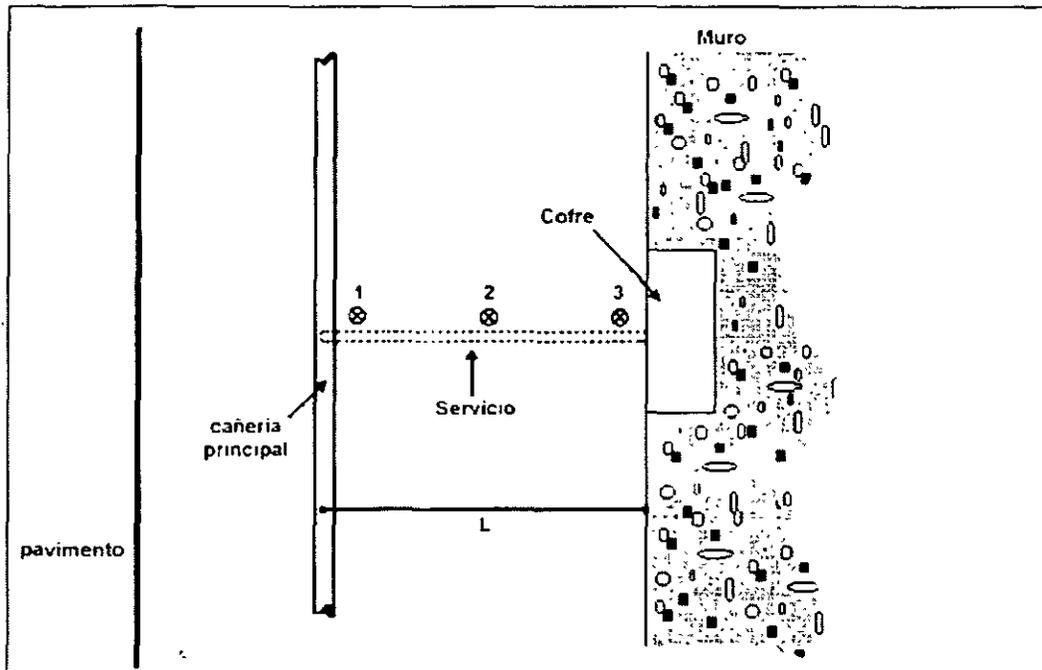
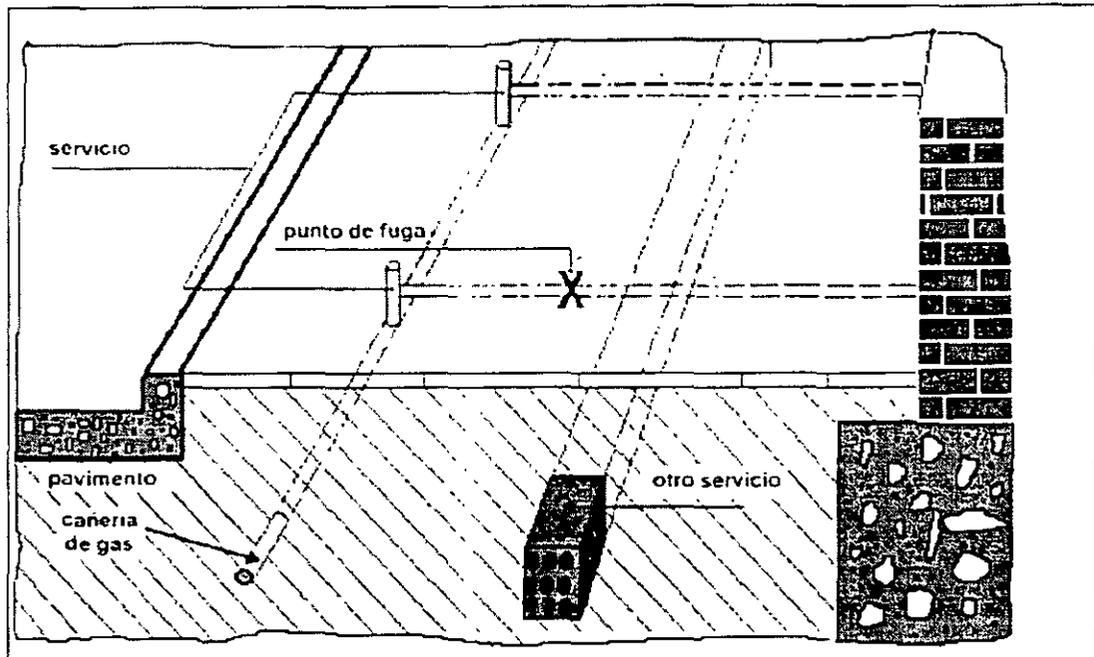


Figura 3.2. Canalización de la fuga a través de sistemas pertenecientes a otros servicios.



3.3.3.5.2. Clasificación de la pérdida. Basada en una evaluación de la ubicación y de la magnitud de una pérdida, uno de los grados de pérdidas siguientes debe ser asignado, estableciendo así la prioridad de reparación de la misma.

Grado 1

Son pérdidas que representan un riesgo importante para las personas, el Medio Ambiente y la propiedad y requiere inmediata acción y una atención continua mientras persista la condición de peligro.

Grado 2

Pérdidas que en el momento de la detección se reconoce como no peligrosa, pero que requiere una reparación programada, basada en probables riesgos futuros.

Grado 3

Pérdidas que no son peligrosas en el momento de la detección y se presume, razonablemente, que continuará en las mismas condiciones.

3.3.3.5.2.1. Criterios de clasificación.

Las siguientes secciones indican pautas para la clasificación y control de pérdidas. Los ejemplos de condiciones de pérdida provistos en las tablas se presentan como pautas y no son excluyentes. El juicio del personal de la empresa en el lugar es de vital importancia en la determinación del grado asignado a una pérdida.

3.3.3.5.2.1.1. Líneas de distribución. A los efectos prácticos, la tabla siguiente especifica los criterios mínimos de clasificación.

Tabla 3.3.

Grado 1	Cualquier medición en línea de edificación o a una distancia menor a 20 cm de la misma. Cuando no pueda accederse a la línea de edificación se considerará la medición en Línea Municipal.
	Cualquier indicación de presencia de gas en el interior o debajo de una edificación o en túneles.
	Mediciones mayores de 80 % LEL en espacios confinados o subestructuras no asociadas al gas
	Cualquier medición en líneas de presión de trabajo superior a 4 bar ubicadas en clase de trazado 3 ó 4.
Grado 2	Medición de 80 % de L.E.L. o más en cualquier lugar, que no cumpla con ninguna condición de Grado 1.
	Lecturas entre 20 % y el 80 % de L.E.L. en cualquier lugar
Grado 3	Cualquier medición no indicada en Grado 1 y Grado 2.

Ante la posible existencia de situaciones agravantes, el responsable de la clasificación evaluará el aumento del riesgo que esto involucra.

En ningún caso se podrán considerar atenuantes sobre la clasificación que surja de la medición obtenida.

Ejemplos de situaciones agravantes:

Cuando se verifique que el gas ha ingresado a un edificio, sótano, túnel, pasillo, etc.

Cuando existe posibilidad de que el gas que fluye de la pérdida, pueda ingresar a un edificio.

Cuando se verifique una lectura del 80 % L.E.L. o más en las cámaras o canales de otros servicios que no sea al asociado al gas, a partir de los cuales se podría llegar hasta la pared exterior de un edificio.

Cuando se verifique la existencia de fuentes de ignición cercanas al punto de fuga.

Cuando la impermeabilidad del suelo facilite la generación de bolsones subterráneos de gas.

3.3.3.5.2.1.2. Gabinetes en Línea Municipal. A los efectos prácticos, la tabla siguiente especifica los criterios mínimos de clasificación.

Tabla 3.4.

Grado 1	Mediciones mayores de 60 % de L.E.L.
Grado 2	Lecturas entre 20 % y 60% de L.E.L.
Grado 3	Indicaciones no contempladas en los puntos anteriores.

En todos los casos en los que se detecte fuga deberá verificarse el estancamiento del interior del Gabinete de medidor. Ante fallas en el estancamiento del mismo que posibilitaran la migración de gas al interior de la vivienda, se clasificará la fuga como Grado 1, actuando en consecuencia.

3.3.3.5.3. Criterios de acción ante la presencia de pérdidas de gas en sistemas de distribución.

Todo operador establecerá procedimiento de trabajo que aseguren el tratamiento de las fugas localizadas y clasificadas de acuerdo a las pautas indicadas a continuación:

Fugas Grado 1

Deberá realizarse una acción inmediata y continua hasta eliminar la condición de riesgo.

El personal a cargo de la clasificación evaluará y determinará la acción inmediata a tomar, pudiendo efectuar alguna o varias de las acciones siguientes:

- Venteo de la fuga en condiciones seguras
- Bloqueo del flujo de gas mediante cierre de válvulas u otro medio
- Evacuación de la zona de riesgo
- Aislamiento de la zona de riesgo
- Eliminación de posibles fuentes de ignición.
- Acción de emergencia según el plan preestablecido

La acción y fecha de contención deberá ser registradas adecuadamente.

Fugas Grado 2

Las pérdidas clasificadas como grado 2 deberán ser reparadas o eliminadas dentro de los doce meses a partir de la fecha en que fueron detectadas.

Para la programación de las reparaciones deberán establecerse criterios de prioridad en función de las condiciones de riesgo evaluadas durante la clasificación.

Deberá realizarse una reevaluación al menos cada tres meses, hasta su reparación, con el objeto de verificar las condiciones de riesgo. En caso de detectarse modificación en las condiciones de riesgo que aumenten el mismo hasta los niveles de clasificación grado 1, la fuga deberá ser reclasificada y tomar las acciones consecuentes de acuerdo al punto anterior.

Fugas Grado 3

Las pérdidas clasificadas como grado 3 deberán ser sometidas a un proceso de control hasta su eliminación.

Dicho programa debe incluir reevaluaciones al menos cada seis meses, verificando las condiciones de riesgo existentes.

En todos los casos en que se realicen reevaluaciones de pérdidas, estas deberán ser realizadas con los mismos criterios utilizados para la evaluación inicial.

3.3.3.6. Verificación de reparaciones.

Con el objeto de la verificación de la calidad de reparación de pérdidas y la ausencia de una segunda fuga, en otro sitio, que puede haber sido enmascarada por la reparada, el operador de los ítems de distribución establecerá un programa de control de reparaciones de acuerdo a lo establecido en esta Sección.

La verificación será realizada por una persona calificada para la tarea de Localización y Clasificación.

La verificación en fugas en Gabinetes o instalaciones de superficie, se realizará inmediatamente después de su reparación.

Para las fugas reparadas en sistemas de distribución enterradas se seguirán las siguientes pautas:

En todas las fugas reparadas, el evaluador efectuará una inspección de seguimiento una vez que el gas haya tenido tiempo de disiparse fuera del suelo, siguiendo el procedimiento descrito para Detección de fugas.

La verificación de la reparación de la fuga se realizará dentro de los 15 días de su reparación y con anterioridad a la reparación de la vereda.

La fuga se considerará reparada en el momento en que la verificación arroje un resultado positivo.

3.3.3.7. Mantenimiento de registros.

El operador del sistema de Distribución mantendrá un registro de toda fuga localizada y clasificada, indicando como mínimo los siguientes datos:

- a) Fecha de descubrimiento, hora informada, hora de despacho, de investigación, y por quién.
- b) Fecha(s) de reevaluación antes de la reparación, y su autor.
- c) Fecha, hora y autor de la reparación.
- d) Fecha(s) de la revisión, de reparación, y nombre del operador.
- e) Si existe una pérdida que requiera informarse, se anotará la fecha y hora del informe telefónico a una autoridad oficial, y nombre del autor.
- f) Ubicación de la pérdida.
- g) Grado de la pérdida.
- h) Uso de la línea (distribución, transmisión, etc.).
- i) Método de detección de la pérdida (si lo informó un grupo externo, su nombre y dirección).
- j) Parte del sistema donde se produjo la pérdida (tubería principal, servicio, etc.).
- k) Parte del sistema que tenía la pérdida (caño, válvula, accesorio, estación reguladora, etc.).
- l) Material que tenía pérdida (acero, plástico, fundición de hierro, etc.).

- m) Origen de la pérdida.
- n) Descripción del caño.
- o) Tipo de la reparación.
- p) Causa de la pérdida.
- q) Fecha de la instalación del caño (si es sabida).
- r) ¿Con protección catódica? (si-no).
- s) Magnitud de la indicación del I.G.C.

3.3.3.8. Calificación del personal.

Todas las tareas definidas en el proceso de control de pérdidas de gas deben ejecutarse con personal que esté calificado por capacitación y experiencia en el tipo de inspección que se ejecuta.

3.3.3.9. Informes de fuentes externas.

Cualquier notificación de una fuente externa (tales como el departamento de bomberos y la policía, otra compañía, contratista, cliente o público en general), que informa una pérdida, explosión o incendio, que puedan involucrar tuberías de gas u otras instalaciones de gas, deben investigarse prontamente. Si la investigación revela una pérdida, ésta debe clasificarse y debe tomarse una acción de acuerdo con las pautas establecidas en la sección 3.3.3.

3.3.3.10. Interferencias con otras instalaciones.

Cuando se originan indicaciones de pérdida (tales como vapores de nafta, gases de petróleo, gases de desechos cloacales, gas de petróleo) desde una fuente o instalación ajena o desde la tubería de un particular, deben tomarse medidas inmediatas donde sea necesario, para proteger la vida, el Medio Ambiente y la propiedad. Las pérdidas potencialmente riesgosas deben ser informadas al operador de la instalación, y cuando sea apropiado, al departamento de policía, el cuartel de bomberos o a otra instancia gubernamental. Cuando la tubería de la empresa está conectada a una instalación ajena (tal como la tubería de un cliente) debe tomarse una medida necesaria (tal como desconectar o cortar el flujo de gas a la instalación) para eliminar el riesgo potencial.

3.4. Medidas correctivas para el control de la corrosión en sistemas de distribución.

3.4.1. Reparaciones.

- a) Todo reemplazo de tramos en tuberías existentes (enterradas o sumergidas) debido a problemas de corrosión externa, deberá protegerse catódicamente y aislarse del medio corrosivo de acuerdo a lo indicado en la Sección 2.5.

b) Todo tramo de caño enterrado o sumergido que necesite ser reparado por causas de corrosión externa, deberá ser protegido catódicamente y aislado del medio corrosivo de acuerdo con lo indicado en las Sección 2.5.

3.4.2. Corrosión general.

Todo tramo de caño de línea de distribución con corrosión generalizada, con un espesor de pared remanente menor que el requerido por la presión máxima admisible de operación de tubería, o un espesor de pared remanente menor del 30% del espesor nominal, deberá ser reemplazado.

Solo en los casos en que la zona de corrosión generalizada sea pequeña, el caño corroído podrá ser reparado. Las picaduras de corrosión agrupadas densamente de manera que afecten la resistencia total del caño se considerarán corrosión generalizada para los propósitos de este párrafo.

3.4.3. Picaduras de corrosión localizada en tuberías de acero.

Todo tramo de caño en líneas de distribución con picaduras de corrosión localizada en un grado tal que podría ocasionar una pérdida deberá ser reemplazado o reparado.

Cuando la inspección indica que existen picaduras que podrían resultar en pérdidas, el operador debe considerar:

- a) Examinar los informes sobre el desarrollo de la corrección y los registros de pérdidas, para comprobar si ésta información adicional llega a justificar el reemplazo de un segmento de esta tubería de distribución.
- b) Instalar grampas apropiadas para anular pérdidas, encima de las picaduras.
- c) Limpiar y revestir la tubería expuesta de acuerdo con las especificaciones correspondientes.
- d) Aplicar protección catódica.
- e) Instalar testigos o cupones de corrosión de prueba para controlar el comportamiento de la protección catódica.

3.4.4. Registro de control de corrosión.

Los siguientes registros deberán ser conservados durante la totalidad del tiempo que la tubería permanezca en servicio:

a) Planos

Planos indicando la ubicación de la tubería protegida catódicamente, dispositivos y sistemas de protección catódica y las estructuras próximas conectadas al mismo sistema,

b) Informes

Informe de ensayos, levantamientos e inspecciones de los sistemas de protección catódica, potenciales y cobertura aislante.

Informe de las reparaciones y cambios de tuberías efectuados.

Informes de siniestros y pérdidas.

Informes de los monitoreos continuos de espesores efectuados sobre la línea, y los resultados del mismo.

Informe anual de las prioridades 1, 2, y 3, las cuales contemplen los trabajos a ejecutar en cada área, en base a la información precedente, y a la importancia de cada una de ellas.

3.5. Mantenimiento de componentes.

3.5.1. Estaciones reguladoras de presión. Inspección y pruebas.

Toda estación reguladora de presión, dispositivo de alivio (excepto discos de ruptura) y estación de regulación de presión y sus equipos, deberán estar sujetos a inspecciones y pruebas a intervalos que no excedan de 1 año, para determinar que:

- a) Se encuentran en buenas condiciones mecánicas;*
- b) Son adecuados en capacidad y confiabilidad de operación para el servicio al cual están afectados;*
- c) Están calibrados para actuar a la presión correcta; y*
- d) Se hallan instalados adecuadamente y protegidos contra el polvo, líquidos u otras condiciones que podrían afectar la operación correcta.*

3.5.1.1. Inspección visual

Para determinar la existencia de condiciones satisfactorias que permitan la correcta operación del equipo deberán realizarse inspecciones visuales. Tales inspecciones deben incluir los siguientes puntos donde sea necesario, sin limitarse necesariamente a ellos:

- a) Condición general para los sistemas de apoyo de la tubería de la estación, fosas y cámaras e indicaciones de hundimiento del suelo antes de entrar a una cámara que tenga aberturas restringidas - tales como entradas de hombre- o tenga profundidades mayores que 1,20 m, y durante el trabajo dentro de ella, deben realizarse ensayos de su atmósfera, de acuerdo con la Sección 3.5.3.*
- b) Puertas y portones de estaciones y tapas de fosas y cámaras, para asegurar que funcionen correctamente, que el acceso es adecuado y que está libre de obstáculos.*
- c) Equipos de ventilación instalados en cámaras o en edificios de estaciones, para constatar su correcta operación y controlar la acumulación de agua, hielo, nieve u otras obstrucciones.*
- d) Líneas de control, de sensores y de suministro, por condiciones en las cuales pudieron resultar con averías.*

- e) Todos los dispositivos de cerraduras que operen correctamente.
- g) Esquemas informativos de la estación, para corrección.

3.5.1.2. Válvulas de bloqueo.

Debe realizarse una inspección y/o un ensayo de las válvulas de bloqueo a fin de determinar que están en su posición correcta y que operan debidamente (deben tomarse precauciones para evitar efectos indeseables sobre las presiones durante los trabajos de comprobación). Tal inspección debe incluir los siguientes puntos sin limitarse necesariamente a ellos:

- a) Válvulas de entrada, salida y de "by pass" de la estación.
- b) Válvulas aislantes de los dispositivos de alivio.
- d) Válvulas de líneas de control, instrumentación y alimentación.

3.5.1.3. Reguladores de presión.

3.5.1.3.1. Condiciones generales de operación. Se deberá inspeccionar y/o probar todo regulador que se utilice para reducir o limitar presión. El procedimiento deberá asegurar que cada regulador esté en buen estado de funcionamiento, controlando la presión fijada, operando suavemente y cerrando dentro de los límites esperados y aceptados. Si durante la prueba de funcionamiento no se logra una aceptable prestación, se deberá determinar la causa del desperfecto y ajustar, reparar o reemplazar, según corresponda, los componentes apropiados. Después de reparado, se deberá controlar el correcto funcionamiento del regulador.

3.5.1.3.2. Condiciones especiales.

- a) El cuerpo de los reguladores que estén sujetos a servicio en condiciones erosivas, puede requerir una inspección visual de su interior.
- b) Se pueden requerir inspecciones adicionales o más frecuentes con motivo de efectuarse obras o ensayos hidrostáticos corriente arriba.
- c) Se pueden requerir inspecciones adicionales o más frecuentes, con motivo de producirse cambios anormales en las condiciones operativas, caudales inusuales o velocidades de circulación no habituales.
- e) Siempre que se haya sometido a los dispositivos de caudal o presión, a presiones no habituales, se deberá investigar el incidente y determinar la necesidad de efectuar una inspección y/o reparaciones.

3.5.1.4. Dispositivos de alivio.

- a) La inspección y/o prueba deberá asegurar:
 1. La correcta fijación de la presión en los dispositivos de alivio (ver 3.5.1.4. b), para el control de la correcta fijación de la presión).
 2. El nivel correcto de líquido en los sellos hidráulicos.
 3. Que los tubos de venteo estén libres de obstrucciones.
 4. Prueba o revisión y cálculo de la capacidad requerida por los dispositivos de alivio.

b) Para la correcta regulación de la presión de actuación de las válvulas de alivio pueden emplearse uno de los métodos enumerados más abajo. Las conexiones para la prueba incluirán un manómetro o balanza de peso muerto colocado de forma tal que la presión a la cual la válvula se vuelve operativa, pueda ser leída y registrada.

1. Puede incrementarse la presión en el tramo hasta que accione la válvula. Durante la prueba se tendrá cuidado en asegurar que la presión en el tramo protegido por el dispositivo de alivio no exceda el límite especificado.

2. El dispositivo puede transportarse a un taller para probarlo y luego reintegrarlo al servicio. Cuando el elemento está siendo probado en el taller, o bien si resultó inoperable, se mantendrá una adecuada protección de sobre-presión de los tramos afectados, durante el periodo en que el dispositivo esté fuera de servicio.

3.5.1.5. Inspección final.

El procedimiento de inspección final deberá incluir lo siguiente:

- a) Un control de la correcta posición de todas las válvulas. Se deberá poner especial atención en las válvulas de "by-pass" de la planta, en las válvulas de aislamiento de los dispositivos de alivio, y en las de las líneas sensoras, de control y de suministro.
- c) Restauración de la posición correcta de todos los dispositivos de traba y seguridad.

3.5.2. Mantenimiento de válvulas. Sistemas de distribución.

Toda válvula, cuyo uso podría ser necesario para la seguridad de la operación durante una emergencia de un sistema de distribución, deberá ser controlada y operada a intervalos que no excedan de un año.

Deberá controlarse la adecuada lubricación de las válvulas y su correcta alineación para permitir el uso de llaves comunes o palancas.

La caja o la cámara de la válvula debe estar libre de escombros o deshechos que pudieran interferir o retardar la operación de la misma.

3.5.3. Mantenimiento de cámaras.

- a) Toda cámara que aloje equipos de regulación y de limitación de presión, deberá ser inspeccionada a intervalos que no excedan de un (1) año, para controlar sus condiciones físicas y verificar su adecuada ventilación.
- b) Si llegara a detectarse gas en la cámara, se efectuará una revisión completa de los equipos y cualquier fuga deberá ser reparada.
- c) Los equipos de ventilación deberán también ser inspeccionados a fin de comprobar su adecuado funcionamiento.

- d) Toda tapa de cámara deberá ser inspeccionada para asegurar que no ofrece peligro a la seguridad pública.

3.5.3.1. Prácticas de seguridad en cámaras.

Los siguientes procedimientos no son aplicables, salvo en raras ocasiones, a cámaras con tapa de apertura total y de profundidades no mayores de 1,20 m. En cambio sí se aplican a cámaras con aberturas estrechas, tales como entradas de hombre o de una profundidad mayor de 1,20 m.

3.5.3.1.1. Atmósfera peligrosa. Dentro de tales recintos puede existir una atmósfera peligrosa debido a pérdidas del fluido dentro de la cámara misma, infiltración desde la parte exterior de la cámara, de Gas Natural, nitrógeno, otros gases, gasolina u otros vapores, emanaciones o humos.

Deberán desarrollarse procedimientos para probar la atmósfera antes de entrar y durante el trabajo en la cámara y para tomar las medidas de seguridad adecuadas, los que incluirán como mínimo lo siguiente.

3.5.3.1.1.1. Procedimientos previos a la entrada

- a) Los escapes de los motores deben mantenerse alejados de la abertura de la cámara.
- b) Debe alejarse del área toda fuente posible de inflamación tales como llamas abiertas, sopletes, cigarrillos, sin limitarse a estos, excepto lo que se requiera en la ejecución del trabajo y de acuerdo con la Sección 3.6.
- c) Debe estar disponible en la zona un adecuado número de equipos, tales como extinguidores de incendio químico del tipo seco, aparatos de respiración, cinturones de seguridad, etc.
- d) Deben utilizarse tipos aprobados de linternas, lámparas portátiles, artefactos de iluminación o extensiones.
- e) Antes de retirar la tapa de la cámara se debe realizar un ensayo para detectar la presencia de gas combustible y/o la deficiencia de oxígeno en la atmósfera de la cámara, a una profundidad de 0,30 m por debajo de la cubierta. El primer ensayo debe realizarse empleando los agujeros de ventilación, de reconocimiento, o levantando ligeramente el borde de la tapa para introducir la sonda de prueba. En las entradas de hombre con doble tapa es necesario quitar primero la tapa exterior y luego levantar parcialmente la interior para realizar la prueba.
- f) Inmediatamente después de quitar la tapa deben realizarse ensayos a los diversos niveles a que puede accederse desde la superficie, tanto para determinar la falta de oxígeno como la existencia de gases peligrosos.
- g) Los resultados de los ensayos realizados de acuerdo con los puntos e) y f) deben determinar los procedimientos a seguir.

1) Combustibles a 60% L.E.L. (3,0 % de Gas Natural en aire) o menos: se puede ingresar a la cámara sin aparatos respiradores después de establecer mediante ensayos que existe un nivel de

oxígeno seguro o manteniendo continuamente la ventilación forzada. La ventilación por circulación de aire a presión es decididamente superior a la circulación de aire por succión.

2) Combustibles que excedan el 60% L.E.L.: no se puede ingresar a la cámara a menos que la ventilación mantenga el nivel de combustible debajo del 60% L.E.L. y exista un nivel de oxígeno seguro.

3) En el caso de que la cámara no pueda ser adecuadamente ventilada y la instalación no pueda ser retirada de servicio para efectuar las reparaciones necesarias, se puede ingresar a ella mediante el uso de aparatos respiradores adecuados y cinturones de seguridad.

3.5.3.1.1.2. Entradas a la cámara y trabajo en ella.

a) Para entrar a la cámara o salir de ella, deben usarse escaleras.

b) Al entrar a una cámara los empleados deben inspeccionar y/o realizar ensayos en su interior a fin de detectar condiciones anormales o de peligro.

c) En todos los casos, cuando los hombres entran a una cámara, uno por lo menos debe quedar en la superficie. Este último no debe, en circunstancias corrientes, abandonar el lugar de trabajo. En el caso de que el o los empleados necesiten aparatos respiradores y cinturones de seguridad, por lo menos DOS hombres deben permanecer en la superficie, uno de ellos en una posición tal que pueda observar la actividad dentro de la cámara en todo momento.

d) En todos los casos, cuando los operarios ingresan a una cámara, la atmósfera debe volver a ser ensayada a fin de detectar la presencia de gases combustibles y/o deficiencias de oxígeno, a intervalos no mayores de una hora o, de lo contrario, se debe utilizar instrumental de control continuo.

e) Deben utilizarse únicamente linternas y/o lámparas portátiles o equipos de iluminación aprobados. Las conexiones y desconexiones eléctricas, deben realizarse fuera de la cámara.

3.6. Prevención de ignición accidental.

Todo operador debe tomar medidas para reducir al mínimo el riesgo de ignición accidental de gas en cualquier construcción o zona donde la presencia del fluido constituya un peligro de incendio o explosión, incluyendo lo siguiente:

a) Cuando se ventea a cielo abierto una cantidad peligrosa de gas, toda fuente potencial de ignición deberá ser retirada de la zona, y deberá contarse con un extinguidor de incendio adecuado;

b) No podrá realizarse soldadura o corte por medio de arco eléctrico o gas, en caños o en componentes de tubería que contengan una mezcla explosiva de gas y aire en la zona de trabajo;

d) Fijar letreros de advertencia donde sea necesario.

3.6.1. Fumar y llamas abiertas.

Las llamas abiertas y el fumar estarán prohibidos:

- a) En estructuras o áreas que contengan instalaciones de gas, donde las posibles pérdidas o la presencia del mismo constituya un riesgo de incendio o explosión;
- b) A cielo abierto, donde la inflamación accidental de la mezcla aire-gas pudiera causar daños a las personas, al Medio Ambiente o a la propiedad.

3.6.2. Arcos eléctricos accidentales

Para evitar la ignición accidental por arco eléctrico, deberá tomarse en consideración lo siguiente:

- a) Las linternas, lámparas portátiles, cables de prolongación y toda otra herramienta o equipo deberá ser del tipo aprobado para uso en atmósferas peligrosas.
- b) Los motores de combustión interna de camiones, automóviles, compresores, bombas, generadores y otros equipos, no deberán funcionar donde se conozca o sospeche la existencia de atmósferas peligrosas.
- c) Se deberá considerar la unión de ambos lados de todos los cortes que separen caños metálicos que puedan contener Gas Natural, a fin de proporcionar continuidad eléctrica. Esta unión se instalará antes del corte y será mantenida hasta que se completen todas las reconexiones o hasta que el ambiente esté libre de gas. Los cables de unión serán instalados en forma de asegurar que no puedan ser desconectados durante la construcción y que proporcionen la mínima resistencia entre los tramos de caño.
- d) La posible inflamación del gas que puede ser causada por cargas de electricidad estática inducidas en la superficie exterior de las tuberías plásticas deberá eliminarse durante las operaciones de corte. Los métodos aceptables para cumplir esto último incluyen cubrir la superficie del caño con trapos húmedos, o pulverizar sobre todo el caño expuesto un líquido compatible eléctricamente conductor o agua.
- e) Las cargas de electricidad estática inducidas sobre la superficie interior de las tuberías plásticas por la circulación del gas, no pueden ser eliminadas por los métodos descritos anteriormente en el punto 3.6.2.d) Se deberán tomar las medidas adecuadas, tales como el 39 control del flujo desde una ubicación situada a una distancia segura de la localización del escape, a fin de minimizar la salida de gas y proteger al personal de los peligros potenciales.

El venteo o purgado no debe emplearse debido a la posibilidad de que las cargas de electricidad estática internas causen la inflamación del fluido que escapa.

3.6.3. Otras fuentes de ignición.

Se deberá tener cuidado al seleccionar las herramientas de mano adecuadas para empleo en atmósferas peligrosas y al manejarlas, a fin de reducir el riesgo de producir una chispa.

3.6.4. Soldadura, corte y otros trabajos en caliente.

Antes de soldar dentro o alrededor de una estructura o un área que contenga instalaciones de gas, debe realizarse un control total empleando un indicador de gas combustible a fin de determinar la posible presencia de mezcla explosiva. La soldadura sólo debe iniciarse cuando se confirme que existen condiciones de seguridad.

3.6.4.1. tubería llena con gas.

Cuando una tubería o un caño sea mantenido lleno de gas durante un proceso de soldadura o de corte se recomienda poner en práctica los siguientes procedimientos:

- a) Mantener un ligero flujo de gas moviéndose a través del lugar donde se está realizando la operación de corte o soldadura.
- b) La presión del gas en el lugar del trabajo debe ser controlada con medios adecuados.
- c) Inmediatamente después de realizado el corte, cerrar todas las rendijas y extremos abiertos con cintas adhesivas, lona atada bien apretada u otro material adecuado, a efectos de impedir la entrada de aire dentro de la tubería, con lo cual se produciría mezcla explosiva.
- e) No permitir que dos aberturas queden descubiertas al mismo tiempo.

3.6.4.2. Gasoductos que contengan aire.

- a) Antes de comenzar el trabajo y a intervalos a medida que éste se desarrolla, se deberá controlar la atmósfera, en la cercanía de la zona a ser calentada, con un indicador de gas combustible u otros medios adecuados.
- b) A menos que un medio apropiado, tal como un soplador de aire, se emplee para evitar la formación de mezcla explosiva en la zona de trabajo, la soldadura, corte u otras operaciones que podrían ser una fuente de ignición, no se realizarán sobre un gasoducto, tubería principal o aparato auxiliar que contenga aire y esté conectado a un suministro de gas.
- c) Cuando no se utilicen los medios señalados en el punto 3.6.4.2.b) anterior, se sugiere adoptar, según las circunstancias propias del trabajo, una o más de las siguientes precauciones.
 - 1) El caño u otro equipo sobre el cual se está efectuando el corte o la soldadura deberá purgarse con un gas inerte.
 - 2) El caño u otro equipo sobre el cual se está efectuando el corte o la soldadura será continuamente purgado con aire de forma tal de evitar la formación de una mezcla explosiva en la zona de trabajo de la instalación.

4 Capacitación y entrenamiento.

Todo operador deberá implementar un programa de capacitación y entrenamiento en forma permanente y estará dirigido al personal de operación y mantenimiento.

4.1. Capacitación de los operadores de sistemas de distribución de Gas Natural.

Los programas de capacitación de personal a cargo de tareas de operación y mantenimiento de sistemas de distribución deberán contemplar, como mínimo, los siguientes temas:

- a) Procedimientos de operación, mantenimiento y emergencia, establecidos en las secciones 2.2 y 3, relacionadas con sus funciones.*
- b) Conocimiento de la naturaleza del Gas Natural y los riesgos potenciales del producto distribuido.*
- c) Potencialidad de emergencias en cada operación.*
- d) En el caso de personal de mantenimiento, las precauciones aplicables en procedimientos de reparaciones.*
- e) Utilización de equipamiento para atención de emergencias relacionadas con las tareas de operación del sistema de distribución, de acuerdo a la sección 2.2.3.*

4.2. Capacitación de los operadores en el área de seguridad en el trabajo.

Los programas de capacitación de personal a cargo de tareas de operación y mantenimiento de sistemas de distribución deberán contemplar además de lo establecido en el punto 4.1, aspectos vinculados con la seguridad en el trabajo.

En tal aspecto considerarán, como mínimo, los siguientes temas:

- a) Utilización de elementos de protección personal.*
- b) Prevención de incendios y uso apropiado de equipos de lucha contra incendios.*
- c) Primeros auxilios.*

De acuerdo a los riesgos inherentes a las tareas desarrolladas, se establecerán programas específicos de capacitación al personal afectado a dichas tareas, los cuales deberán estar de acuerdo a las pautas legalmente aceptadas.

Dichos programas deberán estar coordinados y dirigidos por profesionales del área de la seguridad.

4.3. Calificación del personal.

El personal a cargo de tareas de operación y/o mantenimiento de sistemas de distribución de Gas Natural deberá ser calificado por el operador.

Dicha calificación deberá estar documentada y sometida a control periódico.

5. Prevención del Medio Ambiente.

En toda tarea de operación y mantenimiento de sistemas de distribución de Gas Natural e instalaciones complementarias, se tendrán en cuenta las políticas y normativas vigentes, nacionales y regionales sobre protección ambiental.

5.1. Manual de Gestión Ambiental (MGA).

Todo operador deberá contar y poner en práctica un Manual de Gestión Ambiental (MGA), conteniendo el conjunto de procedimientos técnicos que se aplicarán durante las Etapas de Operación y Mantenimiento y/o Abandono de Sistemas de Tuberías

Estos procedimientos deberán estar de acuerdo con la legislación vigente en todo el ámbito nacional.

5.2. Alcances del MGA.

Este manual será único y específico y los procedimientos técnicos que lo componen serán aplicables a la totalidad de las tuberías, tanto para los sistemas en operación como para los nuevos; y apuntando concretamente a evitar, reducir o corregir la intensidad de los impactos determinados y conservar los sitios ambientalmente sensibles.

El MGA deberá mantenerse convenientemente actualizado en relación a los cambios del área de operación y a los avances de la técnica y la ciencia.

El MGA deberá estar conformado al menos por los siguientes programas:

- 1. Programa de Protección Ambiental (PPA)*
- 2. Programa de Auditoría Ambiental (PAA)*
- 3. Programa de Contingencias Ambientales (PCA)*

Los procedimientos contenidos en el MGA contemplarán las características particulares de las tuberías, describiendo las medidas que se adoptarán para la realización de las tareas de operación y mantenimiento en forma ambientalmente responsable.

Se incluirán también los procedimientos ambientales que describen el accionar para no afectar del servicio activo, total o parcialmente, las tuberías. Previo a la etapa de abandono se adecuarán los procedimientos contenidos en el MGA a aplicarse durante dicha etapa.

5.3. Auditorías ambientales.

Se deberán establecer programas de auditoría ambiental para asegurar la eficiencia en la aplicación del MGA.

El Programa de Auditorías Ambientales del MGA se implementará de acuerdo al criterio del profesional ambiental.

La frecuencia de auditorías será establecida de acuerdo a las características del sistema de distribución.

Estas auditorías se deberán realizar en un todo de acuerdo con las legislaciones vigentes a nivel nacional

5.4. Contingencias ambientales.

Este programa se implementará en las etapas de Operación, Mantenimiento y Abandono. Los operadores de las redes podrán formular el Programa de Contingencias Ambientales del MGA a partir de su propio Programa de Emergencias.

Aplicaciones del gas natural

Como combustible, el gas natural se utiliza en los sectores industriales que necesitan una energía térmica que sea limpia, eficaz y económica: hornos, fundiciones, tratamientos térmicos y calefacción de grandes locales (hoteles, hospitales, centros comerciales, etc.) En el comercio y la industria el gas natural puede utilizarse en cualquier proceso de generación de electricidad, de climatización (calor-frío), y en la cogeneración de energía térmica y eléctrica.

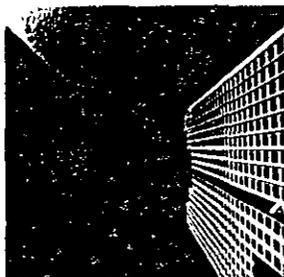
Climatización

La climatización a gas natural es la opción más económica para la generación de frío y calor, ya que genera ahorros sustanciales en la operación y mantenimiento. La aplicación de tecnologías como la climatización a gas natural permite lograr ahorros importantes en el consumo eléctrico en verano y con ello se evita la sobre demanda de electricidad.

Generación de energía eléctrica a gas natural

La utilización de generadores de energía eléctrica a gas natural representa una excelente oportunidad de ahorro para las empresas que cuentan con tarifa horaria de electricidad y buscan incrementar su competitividad y eficiencia.

El generador de energía eléctrica a gas natural puede ser utilizado en forma continua durante los periodos del día cuando la tarifa eléctrica para el cliente es más costosa.



Cogeneración con gas natural

¿Qué es la cogeneración?

El término cogeneración se utiliza para definir aquellos procesos en los que se produce simultáneamente energía eléctrica (o mecánica) y energía calorífica útil a partir de un combustible.

Los sistemas de cogeneración son una alternativa eficiente a los sistemas tradicionales de utilización de la red eléctrica. La cogeneración es una tecnología ampliamente desarrollada e introducida en el sector industrial.



Ventajas de la cogeneración con gas para el usuario

Economía

La importante reducción de costos energéticos que consigue el usuario de cogeneración se explica por dos conceptos:

- Debido a que la energía eléctrica cogenerada es más económica que la suministrada por la compañía eléctrica.
- La energía térmica producida simultáneamente a la electricidad es recuperada para ser utilizada en el proceso.



Independencia, estabilidad y seguridad de suministro

El uso del gas natural como energía primaria en los sistemas de cogeneración proporciona al usuario independencia de la red eléctrica, ya que garantiza la continuidad del suministro eléctrico para equipos y maquinaria.

Además en muchos casos, hace innecesaria la presencia de grupos electrogenos de emergencia, evitando la inversión que su adquisición o sustitución puede suponer.



Sencillez de operación

Para el manejo no se requiere una mayor especialización que la que ya tenga el personal que opera las instalaciones tradicionales.

Seguridad y fiabilidad

Los ingenieros, fabricantes e importadores han acumulado una gran experiencia en instalaciones de cogeneración. Esto le permite al usuario tener a su disposición el diseño óptimo de la instalación que precise.

Protección del medio ambiente

Produciendo energía eléctrica a través de cogeneración con gas natural se consigue

una sensible disminución de las emisiones contaminantes que provocan los sistemas convencionales.

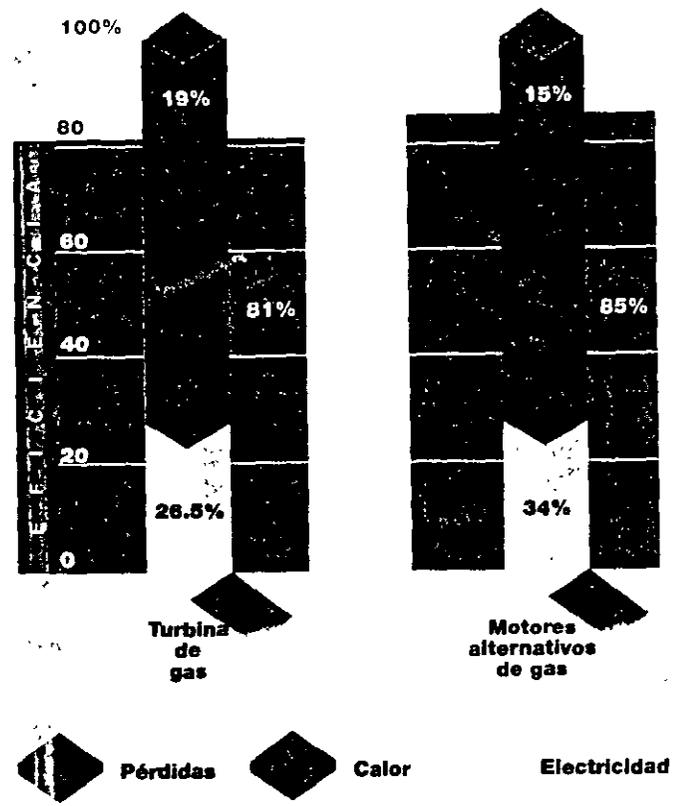
Racionalización de la red eléctrica

La utilización de sistemas de cogeneración permite una mejora de la red eléctrica, ya que al aumentar los centros de producción, se evitan costos de transporte. Además, permiten reducir las puntas de demanda de potencia eléctrica.

Diversificación energética

Modificación de la estructura de consumo energético en la producción de electricidad, al desplazar el gas natural a otros combustibles.

Eficiencia Energética de los diferentes sistemas de cogeneración



La cogeneración con gas y sus ámbitos de aplicación

Los sistemas de cogeneración se pueden clasificar según el tipo de máquina que se utiliza para la generación de energía eléctrica. Según este criterio, los sistemas existentes comercialmente son:

- Cogeneración con motor alternativo de gas
- Cogeneración con turbina de gas

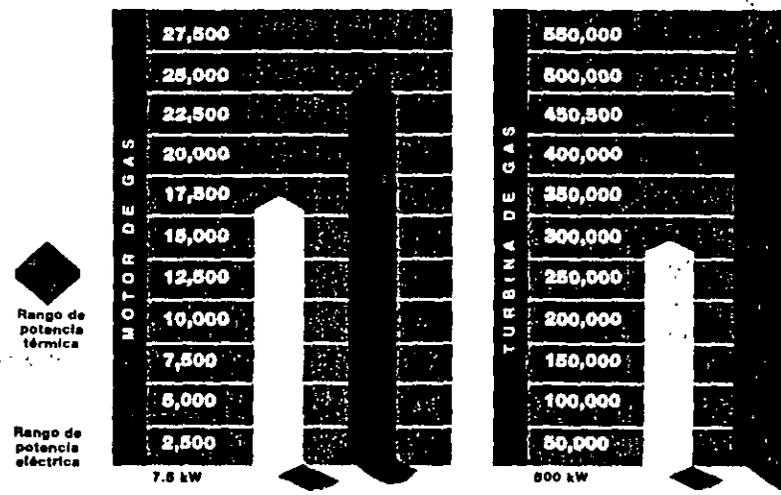
La diferencia fundamental, aparte de las características técnicas y prestaciones del elemento motor, es el modo de recuperación de la energía térmica residual. En las turbinas de gas es una sola fuente que aporta calor: los gases de escape; en los motores, a ésta se suma el calor que aporta la refrigeración del motor.

La elección de uno de estos sistemas para una aplicación concreta depende de varios factores:

- Horas de funcionamiento
- Rango de potencia
- Nivel térmico del calor necesario
- Estabilidad de la relación calor/potencia

En el siguiente gráfico se observa el rango de potencia eléctrica que pueden generar los diferentes sistemas.

Rango de potencia eléctrica y térmica en motores y turbinas

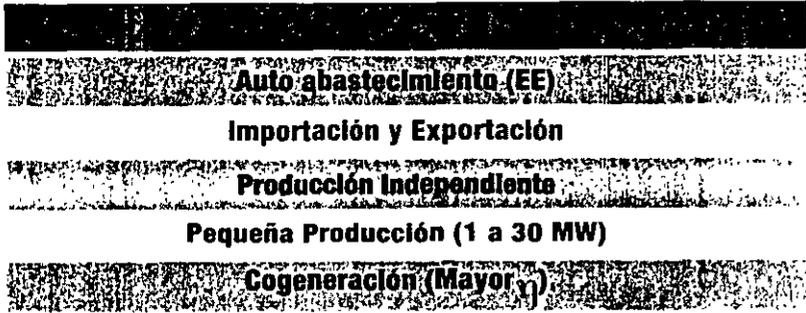


Marco legal de la Cogeneración

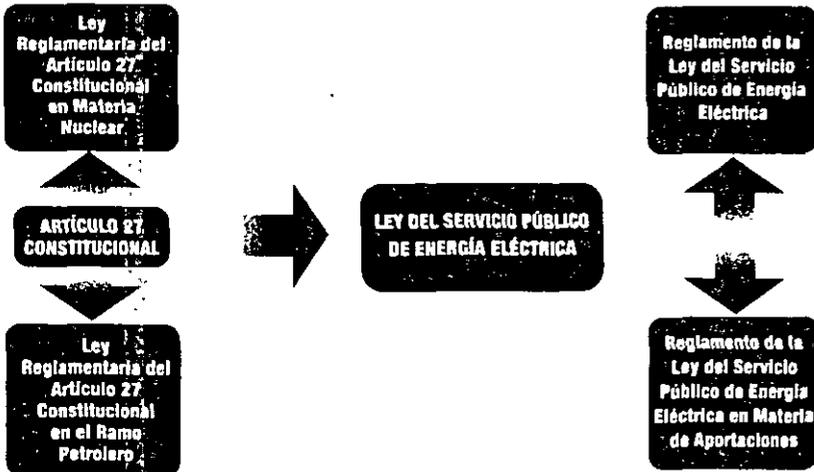
El organismo que regula el sector es la Comisión Reguladora de Energía a través de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica que define a la cogeneración como la producción de energía eléctrica conjuntamente con vapor u otro tipo de energía térmica secundaria o ambas

Marco Actual

La reglamentación vigente abre los mercados de energía eléctrica estableciendo condiciones para la cogeneración, 23 de diciembre de 1992

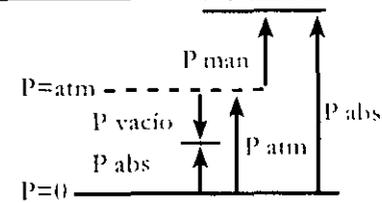


Marco Regulatorio

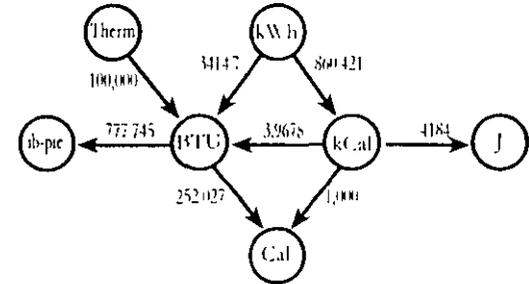


Factores de conversión de unidades

Presión:



Energía, Calor y Trabajo:

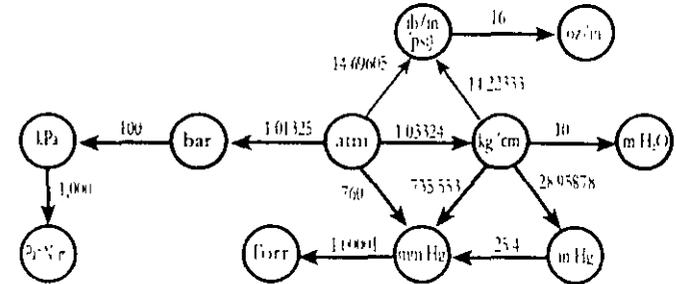


Temperatura:

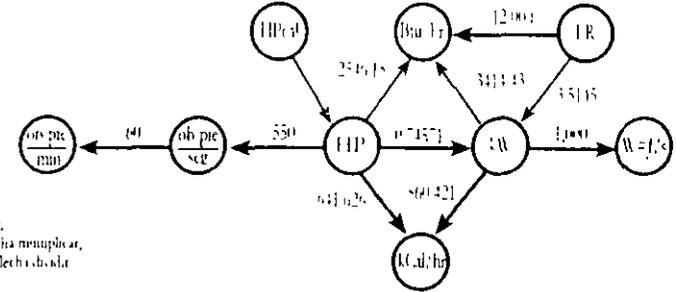
$$F = 1.8 (C) + 32 \quad R = F + 460$$

$$C = (F - 32) / 1.8 \quad K = C + 273.15$$

Presión:



Flujo de Calor - Potencia:



Para convertir, a favor de flecha multiplicar, en contra de flecha dividir

1 BTU = 252 CAL.
 1 BTU = 0.252 K CAL.

1 CALORIA = 0.003968 BTU
 1 K CALORIA = 3.968 BTU
 1 M³ = 35.31 pies³
 1 Galon = 3.785 Lts

PODER CALORIFICO LIQUIDOS

ACEITE #2	0.876	135000/142000	1350	18000	7.2	270	18493	7500	34000
ACEITE #6	1.04	150000	1480	18600	8.1	970	18126	10100	37800
ACEITE #5	0.945	148000			7.6	720	18909	9860	39100
DIESEL								8580	34050
COMBUSTOLEO								9717	38560
	GRAVIDAD A 60°C	BTU GALON	Pies ³ Galon	BTU Lb	Lbs Galon	Kg m ³	BTU Lb	KCal LT	BTU LT

ELECTRICIDAD 3415 BTU/kw

PODER CALORIFICO GAS

Gas = Gas Natural = 1000 BTU/pie³
 0.45 Lbs/pie³ 1 Lb = 2.2 pie³
 1 Kg = 2.2 Lbs 1 Kg = 2.2 x 2.2 = 4.9 pie³
 1 Kg Gas = 1000 x 4.9 = 4900 BTU

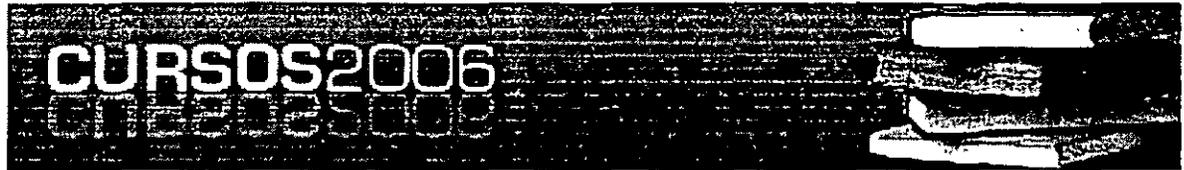
Gas LP.

Propano 2500 - 2600 BTU/pie³
 Butano 3100 - 3200 BTU/pie³

	Gravedad Aire=1	BTU pie ³	Pies ³ Aire Pies ³ Cumb.	KCal/m ³	BTU Lb	BTU m ³
GAS NAT	0.6	1000	10	9985	20/24000	31420
PROPANO	1.5	2500-2600	23/24	22800	21573	
BUTANO	2.04	3100-3200	30/31	28800	20810	



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**



CURSOS ABIERTOS

**DIPLOMADO DE ADMINISTRACIÓN
DE MANTENIMIENTO**

**MANTENIMIENTO A
INSTALACIONES ESPECIALES
CA 273**

**TEMA
AIRE ACONDICIONADO**

**EXPOSITOR: ING. FRANCISCO LÓPEZ LÓPEZ
DEL 15 AL 19 DE MAYO DE 2006
PALACIO DE MINERÍA**

MECÁNICA Y TERMODINÁMICA BÁSICA. DEFINICIONES

Caldera. - es un dispositivo para generar:

- Vapor, ó
- Agua caliente.

Las calderas son diseñadas para transmitir el calor procedente de una fuente externa (generalmente combustión) a un fluido contenido dentro de la misma caldera.

Calor. - El calor es la energía en transición (en movimiento) de un cuerpo o sistema a otro, solamente debido a una diferencia de temperatura entre dos cuerpos o sistemas.

Energía. - La energía es inherente a la materia. Puede aparecer en diferentes formas. Relacionadas entre sí. Se puede hacer la conversión de una forma de energía a otra forma de energía. En sí es complicado el poder definir este término, pero lo que sí es posible es definir en forma clara como aparece.

Calor Sensible. Es el que produce la elevación de temperatura de un cuerpo o de una sustancia. Es el necesario para llevar un líquido a su temperatura de ebullición.

Calor Latente. Es el que se requiere para lograr un cambio físico de una sustancia sin que existan variaciones en su temperatura. (La temperatura permanece constante)

Calor Específico. Corresponde a la cantidad de calor o de energía necesaria para la elevación de un grado centígrado a un kilogramo de sustancia o de un cuerpo.

Temperatura. De un cuerpo es su estado térmico considerado con referencia a su poder de comunicar calor a otro cuerpo.

Combustión. La combinación violenta con desprendimiento sensible de calor y de luz del oxígeno del aire con el carbono, hidrógeno y azufre los cuales constituyen los elementos activos de los combustibles.

Presión. Es la fuerza ejercida sobre o en la unidad de superficie, en termodinámica se mide con manómetros y se expresa en kg/cm^2 o en lbs/pul^2 .

Presión absoluta. Es la presión que resulta de la adición de la presión manométrica y la presión atmosférica (del lugar).

EN QUE UNIDADES SE MIDE EL CALOR

En el sistema métrico se mide en:

Caloría. Cantidad de energía necesaria para elevar la temperatura de un gramo de agua desde 14.5°C hasta 15.5°C a la presión de una atmósfera.

B.T.U. Cantidad de energía necesaria para elevar la temperatura de una libra de agua desde 59.5°F hasta 60.5°F a la presión de una atmósfera .

Factor de conversión:

1 caloría	=	4.1861 joule
1 B.T.U.	=	778.16 pies lb.
1 B.T.U.	=	0.252 calorías
1 caloría	=	0.003968 B.T.U.
1 kCal	=	3.968 B.T.U

Entalpia. Es el calor comunicado a un cuerpo a presión constante.

Calidad de Vapor. Es la relación existente entre el vapor y la humedad.

Capacidad de una Caldera. La capacidad térmica de una caldera se puede medir en:

calderas chicas.....K cal/h o BTU/h
calderas grandes.....K g/h o lbs/h o ton/h

prácticamente se utiliza para la capacidad de una caldera referirse a "caballos caldera". Caballo caldera corresponde a la evaporación de 15,65 kg/h de agua desde líquido a 100°C hasta vapor de 100°C o la transmisión y absorción de calor equivalente a 8450 kcal/h

Eficiencia Térmica. Es la relación existente entre calor absorbido y el calor suministrado.

Vaporización. Ocurre cuando un cuerpo o sustancia cambia de la fase sólida o fase líquida a la fase de vapor.

Eficiencia de la Combustión. Esta es la efectividad del quemador y esta relacionada con su habilidad para quemar totalmente al combustible, la caldera propiamente tiene poca relación sobre ésta.

Eficiencia Total de la Caldera. Significa la eficiencia térmica total o sea eficiencia de combustible a vapor. Es la relación entre el calor aprovechado por el fluido (agua y vapor) y el calor que suministra el combustible al mismo, en una hora.

Evaporación. Es la medida de capacidad de un generador de vapor. Es la cantidad en kg o en lbs de vapor que produce una caldera, operando a la presión absoluta en una hora y a una determinada temperatura del agua de alimentación. La definición anterior presenta algunas diferencias dado a que:

- El agua de alimentación no tiene temperatura constante.
- Los generadores de vapor, calderas pueden ser operados a diferentes presiones en el termino de una hora dependiendo de la demanda de vapor.
- La caldera puede estar trabajando a diferentes altitudes sobre el nivel del mar.

Por lo anterior se utiliza la denominación:

Evaporación Equivalente o Nominal. En este caso nos referimos a la evaporación comparativa en condiciones a nivel de mar y con agua de alimentación a 100 °C.

Evaporación Real. Es la evaporación efectiva, bajo condiciones de manométrica de acuerdo a la altitud del lugar de operación de la caldera y con agua de alimentación con una temperatura efectiva en el momento de estar operando.

Contaminación: “Es indudable que las calderas contaminan”. Al efectuarse la combustión se generan en mayor o en menor cantidad los gases que contaminan el medio ambiente.

La operación de una caldera puede ser en un rango muy amplio, desde la situación irresponsable de un pésimo control de la combustión generando grandes cantidades de gases venenosos, hasta la operación altamente eficiente de un buen control de combustión con un mínimo de gases contaminantes.

La **SEDUE** pública leyes y normas a las que debemos sujetarnos

NTE-CCAT-005/88 NTE-CCAT-007/88 NTE-CCAT-008/88

Es muy recomendable analizar la instalación de la caldera, y los equipos auxiliares, conviene consultar a profesionales expertos en contaminación, así como conseguir orientación de la SEDUE.

En las siguientes dos páginas se complementan datos al respecto

CONCEPTOS BÁSICOS DE TERMODINÁMICA

NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN					
	DIESEL		COMBUSTOLEO		GAS NATURAL
	Zonas Críticas (Kg/m ³) (a)	Resto del País (Kg/m ³) (a)	Zonas Críticas (Kg/m ³) (a)	Resto del País (Kg/m ³) (a)	(Kg/10 ⁶ m ³) (a)
PARTÍCULAS	0.260	0.300	4.240	6.740	100/500
Monóxido de Carbono	0.600	0.665	0.600	0.660	640
Bióxido de Azufre	17.000	34.000	57.000	95.000	10
Óxido de Nitrógeno	2.7000	3.000	6.000 (d) 8.000 (e)	6.600 (d) 8.888 (e)	2250 (d) 9000 (e)

- (a) Kg de contaminantes por cada metro cúbico de combustible consumido a 25° C
- (b) Los óxidos de nitrógeno expresados como bióxido de nitrógeno
- (c) Kilogramo de contaminantes por cada millón de metros cúbicos de gas natural consumido a un kilogramo por centímetro cuadrado y 20 °C.
- (d) Para equipos de combustión con capacidad hasta 106 x 10⁹ joule/hora
- (e) Para equipos de combustión con capacidad superior 106 x 10⁹ joule/hora

La misma SEDESOL tiene el Instructivo de Puertos y Plataformas CCAT-FF-001 para la medición de gases y partículas en ductos y chimeneas de las fuentes fijas donde indica que chimeneas con diámetro interno igual o mayor a 30 centímetros deberán instalar puertos y plataformas para el muestreo de sus emisiones contaminantes. En este instructivo indica que dos puertos deberán colocarse a una altura tal, que conserve la relación de 8 diámetros corriente arriba de la última perturbación del flujo ocasional y dos diámetros antes de la salida, Cuando una chimenea tenga una altura menor a cinco diámetros después de la última perturbación del flujo, ésta debe ser prolongada para que pueda ser muestreada.

Las plataformas para calderas hasta de 600 Caballos pueden ser de media luna, con escalerilla de seguridad tipo marino capaz de soportar hasta 400 kg.

En el diario oficial del 7 de abril de 1993 la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) expidió la Norma Oficial Mexicana (con carácter emergente), NOM-PA-CCAT-019/93 (NE) que regula la contaminación atmosférica en fuentes fijas y establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas (PST), monóxidos de Carbón (CO_x), óxidos de Nitrógeno (NO_x), óxido de Azufre (SO) y humo, así como requisitos y condiciones para la operación para las calderas que usan combustibles fósiles, líquidos y gaseosos.

Se recomienda leer las Normas que se enlistan a continuación

- NX-AA-09-1973 Determinación de flujo de gases en un conducto por medio de un tubo pitot
- NMX-AA-10-1974 Determinación de emisión de material particulado contenido en los gases que fluyen por un conducto
- NMX-AA-23-1986 Terminología
- NMX-AA-35-1976 Determinación de bióxido de carbona, monóxido de carbono y oxígeno en los gases de combustión:
- NMX-AA-55-1976 Determinación de bióxido de azufre en gases que fluyen por un conducto.

Los gases de combustión se analizan en la chimenea para saber se esta proporcionando correctamente la relación Aire-Combustible, un análisis de gases de combustión nos reporta su contenido de bióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), bióxido de azufre (SO_2), óxidos de nitrógeno (NO_x) y oxígeno libre (O_2) en % de volumen. La indeseable presencia de monóxido de carbona nos indica combustión incompleta:

- Falta de aire o exceso de combustible (tal vez hasta humo negro)
- Presencia de oxígeno libre arriba de 5% indica exceso innecesario de aire (humo blanco indica gran exceso de aire)

El contenido de bióxido de carbona se busca en su máxima cantidad posible dentro del marco indicado en el próximo inciso.

Valores aceptables en el análisis de gases de combustión

VALORES ACEPTABLES EN EL ANÁLISIS DE GASES DE COMBUSTIÓN				
Rango	Gas Natural	Gas L.P.	Diesel/gasóleo	Combustóleo
Excelente	11.5 % CO_2	10.0 % CO_2	12.8 % CO_2	13.8 % CO_2
Bueno	9.0 % CO_2	10.5 % CO_2	11.5 % CO_2	13.0 % CO_2
Regular	8.5 % CO_2	9.5 % CO_2	10.0 % CO_2	12.0 % CO_2
Pobre	8.0 % CO_2 ó menos	9.0 % CO_2 ó menos	9.0 % CO_2 ó menos	11.5 % CO_2

PROPIEDADES TERMODINAMICAS DEL VAPOR DE AGUA

SISTEMA INTERNACIONAL

Presion	Tempe- ratura	Volumen espe- cifico del agua	Volumen espe- cifico vapor seco y saturado	Entalpia liquido saturado	Entalpia vapor se- co saturado	Calor de evapora- cion
Bars	°C	$\frac{m^3}{Kg}$	$\frac{m^3}{Kg}$	$\frac{KJ}{Kg}$	$\frac{KJ}{Kg}$	$\frac{KJ}{Kg}$
0.10	45.833	0.0010102	14.67	191.83	2584.8	2392.9
0.20	60.086	0.0010672	7.650	251.45	2609.9	2358.4
0.30	69.124	0.0010223	5.229	289.30	2625.4	2336.1
0.40	75.886	0.0010265	3.991	317.65	2636.9	2319.2
0.50	81.345	0.0010301	3.240	340.56	2646.0	2305.4
0.60	85.954	0.0010333	2.732	359.93	2653.6	2293.6
0.70	89.959	0.0010361	2.365	376.77	2660.1	2283.3
0.80	93.512	0.0010387	2.087	391.72	2665.8	2274.0
0.90	96.713	0.0010412	1.869	405.21	2670.9	2265.6
1.0	99.632	0.0010434	1.694	417.51	2675.4	2257.9
1.2	104.81	0.0010476	1.428	439.36	2683.4	2244.1
1.4	109.32	0.0010513	1.236	458.42	2690.3	2231.9
1.6	113.32	0.0010547	1.091	475.78	2696.2	2220.9
1.8	116.93	0.0010579	0.972	490.70	2701.5	2210.8
2.0	120.23	0.0010606	0.8854	504.70	2706.3	2201.6
2.5	127.43	0.0010675	0.7184	535.34	2716.4	2181.0
3.0	133.54	0.0010735	0.6056	561.43	2724.7	2163.2
3.5	138.87	0.0010789	0.5240	584.27	2731.6	2147.4
4.0	143.62	0.0010839	0.4622	604.67	2737.6	2133.0
4.5	147.92	0.0010885	0.4138	623.16	2742.9	2119.7
5.0	151.84	0.0010928	0.3747	640.12	2747.5	2107.4
5.6	156.16	0.0010977	0.3367	658.81	2752.5	2093.7
6.0	158.84	0.0011009	0.3155	670.42	2755.5	2085.0
6.6	162.66	0.0011053	0.2883	686.78	2759.5	2072.7
7.0	164.96	0.0011082	0.2727	697.06	2762.0	2064.9
7.6	168.30	0.0011123	0.2522	711.56	2765.4	2053.7
8.0	170.41	0.0011150	0.2405	720.94	2767.5	2046.5
8.6	173.44	0.0011188	0.2243	734.19	2770.4	2036.2
9.0	175.36	0.0011213	0.2142	742.64	2772.1	2029.5
9.6	178.12	0.0011250	0.2029	754.81	2774.6	2019.8
10.0	179.88	0.0011274	0.1943	762.61	2776.2	2013.6
10.5	182.02	0.0011303	0.1855	772.03	2778.0	2005.9
11.0	184.07	0.0011331	0.1774	781.13	2779.7	1998.5
11.5	186.05	0.0011359	0.1700	789.92	2781.3	1991.3
12.0	187.96	0.0011386	0.1632	798.43	2782.7	1984.3
12.5	189.81	0.0011412	0.1569	806.69	2784.1	1977.4
13.0	191.61	0.0011438	0.1511	814.70	2785.4	1970.7
13.5	193.35	0.0011464	0.1457	822.49	2786.6	1964.2
14.0	195.04	0.0011489	0.1407	830.08	2787.8	1957.7
14.5	196.69	0.0011514	0.1360	837.46	2788.9	1951.4
15.0	198.29	0.0011539	0.1317	844.67	2789.9	1945.2
15.5	199.85	0.0011563	0.1275	851.69	2790.8	1939.2
16.0	201.37	0.0011586	0.1237	858.56	2791.7	1933.2
16.5	202.83	0.0011610	0.1201	865.27	2793.4	1927.5
17.0	204.31	0.0011633	0.1166	871.84	2793.4	1921.5
17.5	205.72	0.0011656	0.1134	878.28	2794.1	1915.9
18.0	207.11	0.0011678	0.1103	884.58	2794.8	1910.3
18.5	208.47	0.0011701	0.1074	890.75	2795.5	1904.7
19.0	209.80	0.0011723	0.1047	896.81	2796.1	1899.3
19.5	211.10	0.0011744	0.1020	902.75	2796.7	1893.9
20.0	212.37	0.0011766	0.09954	908.59	2797.2	1888.6
20.5	213.63	0.0011787	0.09716	914.32	2797.7	1883.4
21.0	214.85	0.0011809	0.09489	919.96	2798.2	1878.2
21.5	216.06	0.0011830	0.09272	925.50	2798.6	1873.1
22.0	217.24	0.0011850	0.09065	930.95	2799.1	1868.1
22.5	218.41	0.0011871	0.08867	936.32	2799.4	1863.1
23.0	219.55	0.0011892	0.08677	941.60	2799.8	1858.2
23.5	220.68	0.0011912	0.08495	946.80	2800.1	1853.3
24.0	221.78	0.0011932	0.08320	951.93	2800.4	1848.5
24.5	222.87	0.0011952	0.08152	956.98	2800.7	1843.7
25.0	223.94	0.0011972	0.07991	961.96	2800.9	1839.0
30	233.84	0.0012163	0.06663	1008.4	2802.3	1793.9
35	242.54	0.0012345	0.05703	1049.8	2802.0	1752.2
40	250.33	0.0012521	0.04975	1057.4	2800.3	1712.9
45	257.41	0.0012691	0.04404	1127.1	2797.7	1675.6
50	263.91	0.0012855	0.03943	1154.5	2794.2	1639.7
55	269.93	0.0013023	0.03563	1184.9	2789.9	1605.0
60	275.55	0.0013187	0.03244	1213.7	2785.0	1571.3
65	280.82	0.0013350	0.02972	1241.1	2779.5	1539.4
70	285.79	0.0013513	0.02757	1267.4	2773.5	1506.0
75	290.50	0.0013677	0.02533	1292.7	2766.9	1474.2
80	294.97	0.0013842	0.02353	1317.1	2759.9	1442.8
85	299.23	0.0014009	0.02193	1340.7	2753.5	1411.7
90	303.31	0.0014079	0.02050	1363.7	2744.6	1380.9
95	307.21	0.0014351	0.01921	1386.1	2736.4	1350.2
100	310.96	0.0014526	0.01804	1408.0	2727.7	1319.7
150	342.13	0.0016579	0.01034	1611.0	2615.0	1004.0
200	365.70	0.0020370	0.005877	1826.5	2418.4	591.9

SISTEMA INGLES

Presión	Temperatura	Volumen específico del agua	Volumen específico vapor seco y saturado	Entalpia líquido saturado	Entalpia vapor seco saturado	Calor de evaporación
$\frac{\text{Lbs}}{\text{Pulg}^2}$	$^{\circ}\text{F}$	$\frac{\text{Pies}^3}{\text{Lb}}$	$\frac{\text{Pies}^3}{\text{Lb}}$	$\frac{\text{Btu}}{\text{Lb}}$	$\frac{\text{Btu}}{\text{Lb}}$	$\frac{\text{Btu}}{\text{Lb}}$
0.20	53.14	0.01603	1526.0	21.21	1085.0	1063.8
0.30	64.47	0.01605	1039.5	32.52	1090.0	1057.4
0.40	72.84	0.01606	791.9	40.89	1093.6	1052.7
0.50	79.58	0.01605	641.4	47.60	1096.4	1048.8
0.60	85.21	0.01609	540.0	53.21	1098.9	1045.7
0.70	90.08	0.01610	466.9	58.07	1101.0	1042.9
0.80	94.38	0.01612	411.7	66.36	1102.8	1040.4
0.90	98.74	0.01613	368.4	66.21	1104.5	1038.3
1.0	101.74	0.01614	333.6	69.70	1106.0	1036.3
1.2	107.92	0.01616	280.9	75.87	1108.6	1032.7
1.4	113.26	0.01618	243.0	81.20	1110.8	1029.6
1.6	117.99	0.01620	214.3	85.91	1112.8	1026.9
1.8	122.23	0.01621	191.8	90.14	1114.6	1024.5
2.0	126.08	0.01623	173.73	93.99	1116.2	1022.2
2.6	135.94	0.01627	165.78	103.83	1120.3	1016.5
3.0	141.48	0.01630	138.71	109.37	1122.6	1013.2
3.5	147.57	0.01633	102.72	115.46	1125.1	1009.6
4.0	152.97	0.01636	90.63	120.86	1127.3	1006.4
4.5	157.83	0.01638	81.16	125.71	1129.3	1003.6
5.0	162.24	0.01640	73.52	130.13	1131.1	1001.0
5.5	166.30	0.01643	67.24	134.19	1132.7	998.5
6.0	170.06	0.01645	61.98	137.96	1134.2	996.2
6.5	173.56	0.01647	57.50	141.47	1135.6	994.1
7.0	176.85	0.01649	53.64	144.76	1136.9	992.1
7.5	179.94	0.01651	50.29	147.86	1138.1	990.2
8.0	182.86	0.01653	47.34	150.79	1139.3	988.5
8.5	185.64	0.01654	44.73	153.57	1140.4	986.8
9.0	188.28	0.01656	42.40	156.22	1141.4	985.2
9.5	190.80	0.01658	40.31	158.75	1142.3	983.6
10	193.21	0.01659	38.42	161.17	1143.3	982.1
11	197.75	0.01662	35.14	165.73	1145.0	979.3
12	201.96	0.01665	32.40	169.96	1146.6	976.6
13	205.88	0.01667	30.06	173.91	1148.1	974.2
14	209.56	0.01670	28.04	177.61	1149.5	971.9
14.696	212.00	0.01672	26.80	180.07	1150.4	970.3
15	213.03	0.01672	26.29	181.11	1150.8	969.7
16	216.32	0.01674	24.75	184.42	1152.0	967.6
17	219.44	0.01677	23.39	187.56	1153.1	965.5
18	222.41	0.01679	22.17	190.56	1154.2	963.6
19	225.24	0.01681	21.08	193.42	1155.3	961.9
20	227.96	0.01683	20.089	196.16	1156.3	960.1
25	240.07	0.01692	16.303	208.42	1160.6	952.1
30	250.33	0.01701	13.746	218.82	1164.1	945.3
35	259.28	0.01708	11.895	227.91	1167.1	939.2
40	267.25	0.01715	10.495	236.03	1169.7	933.7
45	274.44	0.01721	9.401	243.36	1172.0	928.6
50	281.01	0.01727	8.515	250.09	1174.1	924.0
55	287.07	0.01732	7.787	256.30	1175.9	919.6
60	292.71	0.01738	7.175	262.09	1177.6	915.5
65	297.93	0.01743	6.655	267.50	1179.1	911.6
70	302.72	0.01749	6.206	272.61	1180.6	907.9
75	307.60	0.01753	5.816	277.43	1181.9	904.5
80	312.03	0.01757	5.472	282.02	1183.1	901.1
85	316.25	0.01761	5.168	286.39	1184.2	897.8
90	320.27	0.01766	4.896	290.56	1185.3	894.7
95	324.12	0.01770	4.652	294.56	1186.2	891.7
100	327.81	0.01774	4.432	298.40	1187.2	888.8
150	358.42	0.01809	3.015	330.51	1194.1	863.6
200	381.19	0.01839	2.288	355.36	1198.4	843.0
250	400.95	0.01865	1.8438	376.00	1201.1	825.1
300	417.33	0.01890	1.5433	393.84	1202.8	809.0
350	431.72	0.01913	1.3260	409.69	1203.9	794.2
400	444.59	0.01943	1.1613	424.0	1204.5	780.5
450	456.28	0.0195	1.0320	437.2	1204.6	767.4
500	467.01	0.0197	0.9278	449.4	1204.4	755.0
560	478.85	0.0200	0.8265	463.0	1203.8	740.8
600	486.21	0.0201	0.7698	471.6	1203.2	731.6
650	495.54	0.0204	0.6971	483.8	1202.1	718.3
700	503.10	0.0205	0.6554	491.5	1201.2	709.7
760	512.31	0.0207	0.6007	502.6	1199.7	697.1
800	518.23	0.0209	0.5687	509.7	1198.6	688.9
850	526.63	0.0211	0.5260	520.0	1196.8	676.8
900	531.98	0.0212	0.5006	526.6	1195.4	668.8
1050	544.61	0.0216	0.4456	542.4	1191.8	649.4
1500	596.23	0.0215	0.2765	611.6	1167.9	556.3
2000	635.52	0.0257	0.1828	671.7	1133.1	463.4
2500	668.11	0.0287	0.1307	710.6	1091.1	360.5
3000	695.31	0.0346	0.0818	802.5	1070.3	217.8

FACTOR DE EVAPORACION

Factor de evaporación es la relación que existe entre la evaporación nominal, desde y a 100°C (desde y a 212°F) y la evaporación real bajo las condiciones efectivas de trabajo de la caldera.

$$\text{Factor de Evaporación} = \frac{\text{Evaporación Nominal}}{\text{Evaporación Real}}$$

Un caballo caldera según A.S.M.E. es la evaporación de 15.65 Kg/hr. (34.5 Lbs/hr) partiendo de agua a 100°C (212°F) hasta vapor de 100°C (212°F)

Temperatura del agua de alimentación		Presión Kg/cm ² Lbs/pulg ²														
		0.35	0.70	1.41	3.52	4.92	6.33	7.03	7.73	9.14	10.5	12.0	13.4	14.7	15.8	17.6
°C	°F	5	10	20	50	70	90	100	110	130	150	170	190	200	225	250
0.0	32	1.19	1.19	1.20	1.214	1.219	1.223	1.225	1.226	1.229	1.231	1.233	1.235	1.236	1.237	1.239
4.4	40	1.18	1.18	1.19	1.206	1.211	1.215	1.217	1.218	1.221	1.223	1.225	1.227	1.227	1.229	1.231
10.0	50	1.17	1.17	1.18	1.196	1.201	1.205	1.206	1.208	1.211	1.213	1.215	1.216	1.217	1.219	1.220
15.6	60	1.16	1.16	1.17	1.185	1.190	1.194	1.196	1.198	1.200	1.202	1.204	1.206	1.207	1.209	1.210
21.1	70	1.15	1.15	1.16	1.175	1.180	1.184	1.186	1.187	1.190	1.192	1.194	1.196	1.196	1.198	1.200
26.7	80	1.14	1.14	1.15	1.162	1.170	1.174	1.176	1.177	1.180	1.182	1.184	1.185	1.186	1.188	1.189
32.2	90	1.13	1.13	1.14	1.154	1.160	1.164	1.165	1.167	1.170	1.172	1.173	1.175	1.176	1.178	1.179
37.8	100	1.12	1.12	1.13	1.144	1.149	1.153	1.155	1.156	1.159	1.161	1.163	1.165	1.166	1.167	1.169
43	110	1.11	1.11	1.12	1.134	1.139	1.143	1.145	1.146	1.149	1.151	1.153	1.155	1.155	1.157	1.159
49	120	1.10	1.10	1.11	1.124	1.129	1.133	1.134	1.136	1.139	1.141	1.143	1.144	1.145	1.147	1.148
54	130	1.09	1.09	1.10	1.113	1.118	1.123	1.124	1.126	1.128	1.130	1.132	1.134	1.135	1.137	1.138
60	140	1.08	1.08	1.09	1.103	1.108	1.112	1.114	1.115	1.118	1.120	1.122	1.124	1.125	1.126	1.128
66	150	1.07	1.08	1.08	1.093	1.098	1.102	1.104	1.105	1.108	1.110	1.112	1.114	1.114	1.116	1.118
71	160	1.06	1.07	1.07	1.082	1.088	1.092	1.093	1.095	1.097	1.100	1.102	1.103	1.104	1.106	1.107
77	170	1.05	1.05	1.06	1.072	1.077	1.081	1.083	1.084	1.087	1.089	1.091	1.093	1.094	1.095	1.097
82	180	1.04	1.04	1.05	1.062	1.067	1.071	1.073	1.074	1.077	1.079	1.081	1.083	1.083	1.085	1.087

EQUIVALENCIAS DE PRESIONES

Bars	Kg Cm ²	Lbs Pulg ²	Atmósferas	Columnas de mercurio a la temperatura de 0°C y g = 980.665 cm por seg ² .		Columnas de agua a la temperatura de 15°C. y g = 980.665 cm. por seg ² .		
				Metros	Pulgadas	Metros	Pulgadas	Pies
1	1.0197	14.50	0.9869	0.7501	29.53	10.21	401.8	33.49
0.9807	1	14.22	0.9678	0.7356	28.96	10.01	394.1	32.84
0.06895	0.07031	1	0.06805	0.05171	2.036	0.7037	27.70	3.309
1.0133	1.0332	14.70	1	0.76	29.92	10.34	407.1	33.93
1.3332	1.3595	19.34	1.316	1	39.37	13.61	535.7	44.64
0.03386	0.03453	0.4912	0.03342	0.02540	1	0.3456	13.61	1.134
0.09798	0.09991	1.421	0.09670	0.07349	2.893	1	39.37	3.281

TABLAS. DATOS IMPORTANTES.

1. Clasificación de las Calderas Tipo Paquete

Las calderas tipo paquete están clasificadas en base a la máxima potencia de salida continua de la boquilla, en términos de kg de vapor/hra., a 100°C, BTU/Hra., o caballaje de la caldera. Esta es la potencia de salida garantizada de la caldera.

2. Unidades Equivalentes para Definir la Potencia de Salida de la Caldera

Medida	Unidades Equivalentes
1 kg de vapor, a 100°C	970 BTU / 0,45 kg
6,4 cm ² de vapor EDR*	240 BTU / hra.
6,4 cm ² de agua EDR	150 BTU / hra.
1 caballaje de caldera (Bhp)	15,6 kg de vapor / hra. a 100°C 33 472 BTU / hra 13 m ² de vapor EDR 20,7 m ² de agua EDR

*EDR = Radiación Directa Equivalente

3. Unidades Equivalentes para Combustibles

Medida	Unidades Equivalentes
Aceite #2	140.000 BTU / 3,785 l
Aceite #5	148.000 BTU / 3,785 l
Aceite #6	150.000 BTU / 3,785 l
1 Therm	100.000 BTU
1 Kw	3.413 BTU

4. Consumo de Combustible/Hra. por Bhp a 80% de Eficiencia de Conversión de Combustible-a-Vapor

Combustible	Consumo
Aceite #2	1,1 l / hra. por Bhp
Aceite #5	1,0 l / hra. por Bhp
Aceite #6	0,8 l / hra. por Bhp
Gas - 500 BTU / 0,28 m ³	2,4 m ³ / hra. por Bhp
Gas - 800 BTU / 0,28 m ³	1,5 m ³ / hra. por Bhp
Gas - 1000 BTU / 0,28 m ³	1,2 m ³ / hra. por Bhp

MANTENIMIENTO

El criterio de mantenimiento se ha modificado en forma sustancial durante las últimas décadas ha pasado de ser correctivo a PREVENTIVO el criterio antiguo de personal improvisado, insuficiente y abrumado de trabajo con "soluciones para ayer" ha pasado a la historia como una PÉSIMA opción. El costo de los equipos, refacciones y horas-hombre desperdiciados por el sistema debe ser erradicado como una pésima inversión ya que su productividad es muy escasa y siempre habrá problemas "urgentes" que no se podrán resolver.

En las instalaciones actuales se debe VIGILAR el equipo, esperar a que falle y solucionarlo con medidas de emergencia.

Un director de mantenimiento de una importante cadena hotelera comentaba "estoy tranquilo tomando un café con usted porque Sé que todo marcha bien" esta tranquilidad se debe a una excelente programación que se lleva a cabo en su departamento de mantenimiento. "Aquí no hay sorpresas" comentaba; los registros de los equipos se llevan a la perfección y los riesgos de falla se MINIMIZAN, se programa una revisión general de cada equipo cada determinado periodo de tiempo y se cuenta con las refacciones probables para no tener problemas. El "mantenimiento" normal como la lubricación, verificación de presiones, tensión de bandas, análisis de aguas de calderas, etc. se realiza con un programa perfectamente definido, cada miembro del departamento tiene asignados determinados equipos y un programa semanal para la lubricación, verificación, etc. Se llevan registros de cada parte de equipo para saber su tiempo de operación, cambios de refacciones, fallas comunes y un programa de reemplazo.

De las observaciones que se han hecho anteriormente, se pueden establecer cuatro puntos fundamentales para la correcta instrumentación de mantenimiento.

- A. PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO.*
- B. BITÁCORAS DE OPERACIÓN*
- C. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE OPERACIONES Y REEMPLAZO.*
- D. CAPACITACIÓN DEL PERSONAL.*

A) PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO.

Es físicamente imposible revisar, lubricar y verificar los equipos diariamente; se deben establecer programas para los equipos con la frecuencia que se requiera y distribuirlos como tarea diaria para el personal de mantenimiento. Por ejemplo, si no hay personal encargado directamente a los equipos de tratamientos de agua, se programará una revisión al día, o tal vez por turno; si la instalación lo requiere; para calderas, unidades enfriadoras, etc. normalmente hay un encargado u operador por turno; el se deberá encargar del mantenimiento general de su equipo así como del equipo accesorio.

Es fundamental que cada equipo este asignado a una persona específica y que se lleve un informe de que se le hizo al equipo durante su mantenimiento; (Si se encontró en perfectas condiciones el informe debe decirlo NO SE HIZO NADA).

B) BITÁCORA DE OPERACIONES.

Los equipos principales, enfriadores, calderas, torres de enfriamiento, etc. deben llevar una bitácora de operación, en la cual se registrarán sus condiciones de operación probablemente 3 o 4 veces por turno; es fundamental la veracidad de la información de la bitácora, ya que el estado interno y las condiciones de operación se deben obtener de la información de la bitácora. Cada fabricante presenta tipos de hojas de bitácora para sus equipos, todos ellos son buenos, sin embargo es conveniente tomándolas como base diseñarlas específicamente para cada caso o grupo de empresas; por ejemplo cadenas hoteleras, en donde se requerirá una copia para el jefe de mantenimiento y otra mas para la Dirección corporativa de mantenimiento.

C) ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE OPERACIÓN Y REEMPLAZO.

Este análisis a base de informes periódicos de mantenimiento y bitácoras de operación se realiza para prever reparaciones mayores a equipo, paros programados y substitución de unidades, en grandes cadenas hoteleras se centraliza este trabajo y se procesa por medio de computadora; para el caso normal el jefe de mantenimiento debe de realizar estos estudios permanentemente. Es común que el jefe de mantenimiento no tenga tiempo para realizar este trabajo; esto indica una falla de organización, el jefe de mantenimiento NO DEBE ser mecánico de operación sino coordinador de su departamento.

D) CAPACITACIÓN AL PERSONAL.

La capacitación del personal debe ser de 2 clases fundamentales:

- 1.- GENERAL.
- 2.- ESPECIFICA:

Es común el reclutamiento de personal para el mantenimiento entre el personal de intendencia o el mercado libre de trabajo donde la preparación que tiene el personal escasamente cubre la educación secundaria; es necesario darle una capacitación general sobre plomería, electricidad y mecánica básicamente para que este personal pueda ser útil en las labores que le serán asignadas; la capacitación que obtiene en el campo adolece de fallas profundas en la teoría de las operaciones que realiza y la calidad del trabajo es muy deficiente; es conveniente que se capaciten por medio de cursos especiales para el nivel en el que se desarrollaran ya que su rendimiento y calidad justificaran ampliamente la inversión.

Para el caso de los operadores de calderas, subestaciones, equipos de enfriamiento, etc. es necesario que se tenga una preparación específica, ya que los equipos a su cargo son complicados y pueden llegar a presentar riesgos, a este respecto hay cursos magníficos que dan algunas empresas fabricantes o instituciones especializadas.

En general, cualquier capacitación que se proporcione a un ser humano tendrá dos grandes ventajas; primero permitirá a este una superación personal y después lograra un mejor desarrollo de su trabajo con las consecuentes ventajas para su empleador.

Mantenimiento de equipo

MANTENIMIENTO DEL AIRE ACONDICIONADO

Para asegurar la correcta operación del equipo de aire acondicionado, y así poder predecir o detectar alguna anomalía, antes de que pueda ocurrir alguna falla; independientemente del tipo y su capacidad, se recomienda contar con un programa de mantenimiento, realizar inspecciones generales, así como tomar periódicamente lecturas de corriente, voltaje, temperatura, presión, flujo y niveles de fluidos del equipo.

El equipo de aire acondicionado provoca altos costos de operación, cuando se encuentra funcionando por debajo de su eficiencia.

La lubricación y alineación de motores, verificación y ajuste de las correas, el lavado del serpentín y el reemplazo de filtros son actividades que pueden ser realizadas dentro de un programa de mantenimiento preventivo, por el propio personal encargado del equipo.

Cuando se trata de pruebas de presión, recargar los niveles de refrigerante, probar los sensores y termostatos, reparar e instalar accesorios eléctricos y mecánicos, se recomienda solicitar los servicios de una empresa de mantenimiento o contactar al propio fabricante.

Fuente:

<http://www.peakeind.com/peake/spanish/maint-sp.htm>

Ahorro de Energía en Sistemas HVAC de Hoteles mediante el uso de Variadores de Velocidad

CARLOS AGUIRRE, DANFOSS EN COOPERACIÓN CON ALLIANCE TO SAVE ENERGY

A la gran mayoría de los personas les gusta sentirse como en su casa mientras se hospedan en algún Hotel. La comida, el interior de la habitación así como la calidad de el amueblado contribuyen en gran medida a el confort de los huéspedes. Sin embargo un deficiente sistema de HVAC (Ventilación, Calefacción y Aire Acondicionado) puede derivar en la no satisfacción de los clientes a pesar de los puntos antes mencionados.

Instalando Variadores de Velocidad para controlar por ejemplo sistemas VAV (volumen variable de aire) ventiladores de la torre de enfriamiento, bombas de condensación de agua, bombas de agua helada, etc. aseguramos que el sistema solo provea lo que es necesario de acuerdo a la demanda ocupacional.

REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA

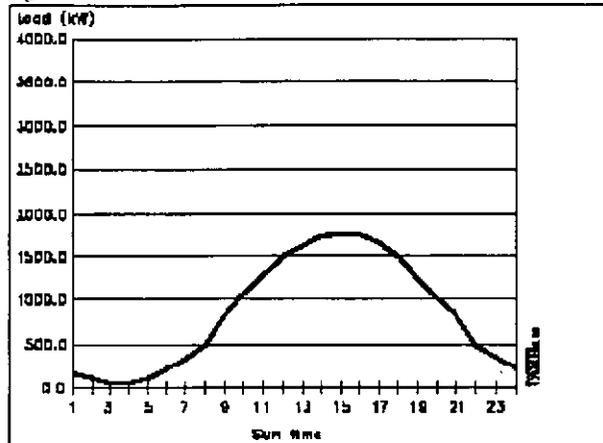
Las condiciones de competitividad actual demandan una mayor eficiencia en la operación de los Hoteles siendo además de otros parámetros el mas importante la relación entre costo/utilidad de el edificio. El consumo de energía en Hoteles es muy significativo así como también el precio de la energía eléctrica se torna cada vez mas cara. Ahorros en el consumo de energía de hasta el 50% en los sistemas HVAC de un Hotel pueden ser alcanzados dependiendo de la instalación, ubicación, demanda, etc. en comparación con los sistemas tradicionales.

RÁPIDO RETORNO DE INVERSIÓN

El tiempo de retorno de la inversión es generalmente menor a 24 meses gracias a los ahorros de hasta un 50% de el consumo de energía eléctrica. Muchos de los sistemas existentes de HVAC operan al 100% de su capacidad durante día y noche. Esto es independientemente de que la demanda este variando. Usualmente los sistemas son dimensionados para cumplir con el peor caso de la demanda que suele ser la máxima ocupación en los días mas calurosos.

CARGA TÉRMICA TÍPICA DE UN HOTEL

Fig. 3



La curva anterior muestra la carga en Kw proyectada para un Hotel en función de la demanda. De este calculo se selecciona el sistema HVAC en función de la peor situación, por lo que tenemos entonces un gran potencial para ahorro de energía con el uso de esta tecnología al ajustar los flujos de acuerdo a la demanda requerida.

SISTEMAS HVAC

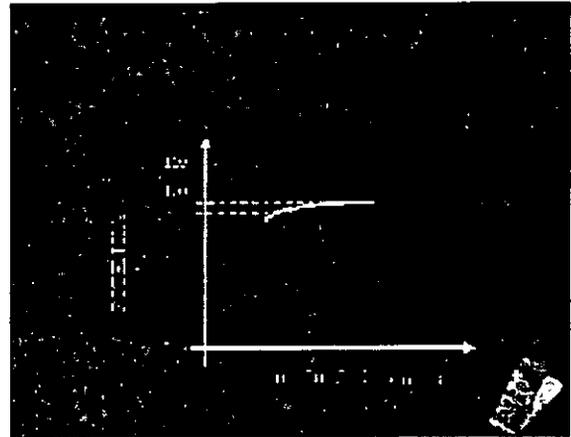
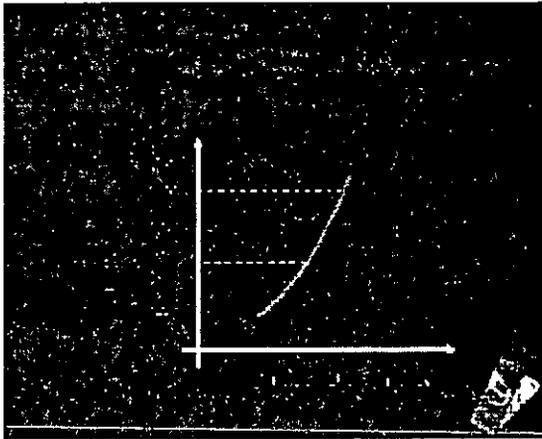
Existen diferentes métodos para ajustar el funcionamiento de las bombas y/o ventiladores de los sistemas HVAC en función de la demanda existente en un Hotel.

Los métodos tradicionales involucran soluciones mecánicas operando a un nivel constante independientemente de la demanda actual. El volumen de aire o agua es entonces controlado obstruyendo el flujo mediante compuertas o válvulas según sea el caso. Los más comúnmente usados son:

1. **Compuertas/ Válvulas de control**
2. **Inlet Guide Vanes**
3. **Variadores de Velocidad**

A continuación presentamos dos graficas que muestran la diferencia en el consumo eléctrico en KW entre una solución mecánica y la de un control electrónico mediante Variadores de Velocidad.

Sistema con obstrucción de flujo por Sistema de flujo variable Compuertas o válvulas. Por variador de velocidad.



De acuerdo a las graficas anteriores podemos apreciar que en el sistema mecánico tradicional aun y cuando cumplimos el requerimiento de flujo de aire o agua para poder satisfacer la demanda de confort de aire acondicionado mediante la obstrucción de los ductos o tuberías usando compuertas o válvulas respectivamente lo que provocamos es el incremento en la presión y una muy pobre reducción de el consumo eléctrico.

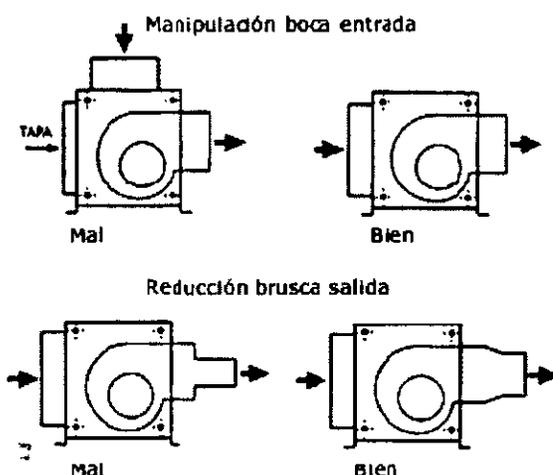
En el sistema con variador de velocidad apreciamos por ejemplo que con una reducción en el flujo de el 50% obtenemos un consumo de energía de tan solo el 12.5% de la capacidad máxima de energía en Kw de el motor en cuestión.

La **Alianza para el Ahorro de Energía** (Alliance to Save Energy) es una organización no lucrativa establecida en Washington D.C. que trabaja en México. Para mas información de este articulo o de cursos educativos contacte a la señorita **Felicia Ruiz** al (202)530-2210 o fax (202) 331-9588 en Washington, D.C.

Errores más comunes en la conexión o utilización de conductos o Ventiladores.

MANIPULACIÓN DE LOS MODELOS PARA ALTERAR SU ENTRADA Ó SALIDA – (CAJAS DE VENTILACIÓN)

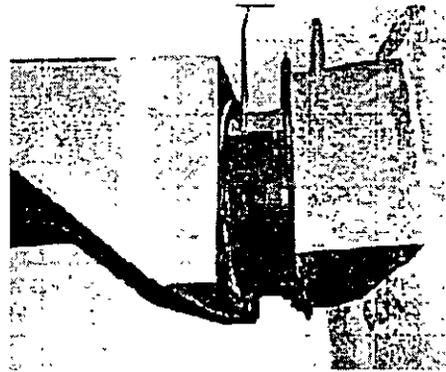
Hay que tener presente que las características que se dan del ventilador pueden cambiar sustancialmente si se cambian o modifican las embocaduras o cualquier aspecto constructivo del ventilador.



Los ventiladores se diseñan de modo que se pueden conseguir las máximas prestaciones. Si se altera la construcción como en este ejemplo, el rendimiento se reduce sustancialmente.

CONEXIÓN DE CODOS O REDUCCIONES BRUSCAS INMEDIATAMENTE A LA ASPIRACIÓN O DESCARGA DE LOS APARATOS, TANTO EN AXIALES COMO EN CENTRÍFUGOS

Este tipo de instalaciones genera turbulencias en el punto en el cual se coloca la figura y un rebote del aire hacia atrás.



Una reducción excesivamente brusca a la salida del ventilador crea turbulencias y reduce su rendimiento.

DIMENSIONAMIENTO ERRÓNEO DE LOS CONDUCTOS SOBRE TODO EN EL CASO DE VARIAS CONEXIONES A UN CONDUCTO GENERAL

Cuando en una instalación tenemos varias tomas que desembocan en un conducto general, debemos tener la precaución de dimensionar este último en función del caudal total que recibe para no generar excesivas pérdidas de carga o velocidades inadecuadas del aire.

Si el conducto general es de las mismas dimensiones que los dos ramales, el rendimiento de la instalación se reduce.

SENTIDO DE GIRO INCORRECTO – (CENTRÍFUGOS)

Este error se puede producir al invertir la conexión de las fases en los ventiladores trifásicos. Cuando se trata de modelos helicoidales, el error suele ser fácilmente apreciable ya que el aire sopla en sentido contrario, pero en los centrífugos que suelen estar conectados a conductos es más difícil si no se tiene acceso fácil al punto de descarga.

Fuente:

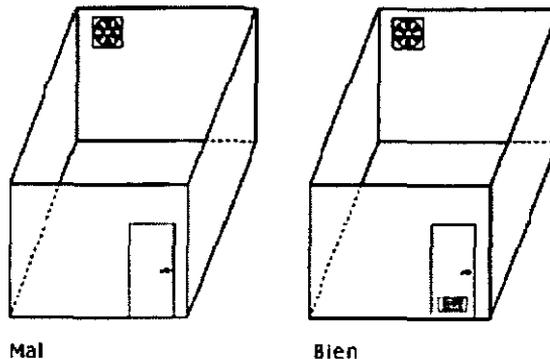
<http://www.soler-palau.com/Ferrores2.html>

Errores más comunes en la Renovación Ambiental

INEXISTENCIA DE ENTRADA DE AIRE O ENTRADA DE AIRE INSUFICIENTE.

Es frecuente ver instalaciones de ventilación en las cuales no se prevé una aportación de aire para sustituir el aire que tenemos previsto evacuar. Consecuentemente, la ventilación es nula o deficiente y el ventilador, al trabajar en vacío, incrementa su nivel de ruido.

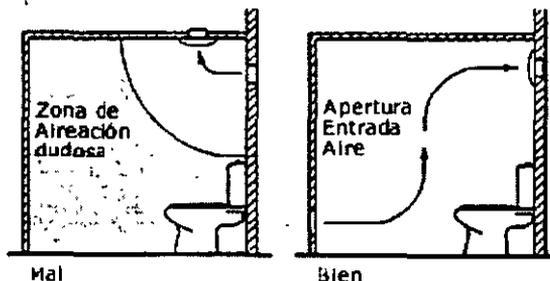
Inexistencia entrada aire



La ventilación es nula o deficiente.

INCORRECTA UBICACIÓN DE LAS ENTRADAS RESPECTO A LAS SALIDAS - (CREACIÓN DE "ZONAS MUERTAS").

Al diseñar un sistema de ventilación, debemos prever que el recorrido del aire efectúe un barrido lo más amplio posible por la estancia a ventilar.

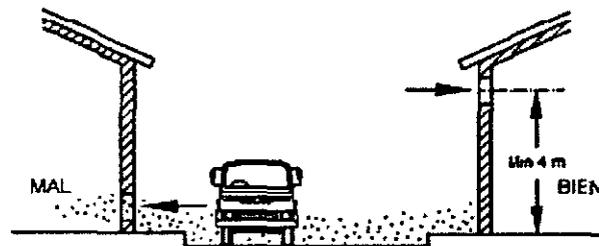


UBICACIÓN DE LAS ENTRADAS Y SALIDAS MUY PRÓXIMAS ("CORTOCIRCUITOS").

Este error se suele cometer con mucha frecuencia en lugares donde se instala un extractor al lado de la puerta de entrada o de una ventana abierta. La consecuencia es que el aire nos entra por la puerta o ventana y se expulsa directamente por el extractor sin pasar a través del lugar a acondicionar.

INCORRECTA UBICACIÓN DE LAS ENTRADAS DE AIRE (INTRODUCCIÓN DE AIRE CONTAMINADO).

Hay que tener presente que renovar el aire de un lugar consiste en sustituir el aire viciado por aire limpio. Por lo tanto, hay que tener cuidado con la calidad de aire que introducimos en el lugar a acondicionar.



Si no tenemos precaución al elegir las entradas de aire, puede ser que el aire introducido esté más viciado que el que hay en el interior.

COLOCACIÓN DE OBSTÁCULOS POR DELANTE DE LOS VENTILADORES O LAS ENTRADAS.

Error muy frecuente cuando se colocan los ventiladores en patios interiores que luego se utilizan como zonas de almacenaje sin tener la precaución de evitar colocar objetos delante.



La colocación de obstáculos no sólo impide el paso del aire, si no que acorta la vida de los ventiladores ya que los obligan a trabajar en condiciones muy forzadas.

Fuente:

<http://www.soler-palau.com/FErrores.html>

Medidas Operativas para el Ahorro de Energía en Sistemas de Aire Acondicionado

Aunado a las alternativas de cambio o sustitución de equipos, las cuales generalmente tienen un alto costo inicial para el usuario, existen otras medidas cuyo costo es nulo o de baja inversión, pero que resultan también, en excelentes oportunidades para ahorrar energía.

A estas medidas se les conoce como operativas, y usualmente el propio personal de mantenimiento del inmueble las puede identificar y llevar a cabo; por lo que a continuación se listan las principales áreas de oportunidad:

ACCIONES DE NULA O MÍNIMA INVERSIÓN.

- *Desconectar el aire acondicionado en áreas que no se ocupan.*
- *Empleo de termostatos para regular la temperatura del aire acondicionado.*
- *Emplear dispositivos de desconexión del aire acondicionado cuando las terrazas y/o ventanas se encuentren abiertas.*
- *Apague la iluminación y desconecte los aparatos eléctricos cuando estos no sean necesarios, ya que contribuyen a aumentar la carga térmica en el lugar.*
- *No debe estar bloqueada la succión de aire, de los ventiladores, procurando tener el espacio suficiente.*
- *Ubicar el termostato en zonas lejanas a fuentes de calor, ya que puede mandar señales de falta de enfriamiento, haciendo que trabajen más los equipos.*
- *Verificar que la temperatura de la zona a enfriar se encuentra en el rango de confort.*
- *Al reducir la temperatura por debajo de la temperatura de confort, esto aumenta los costos por concepto de energía.*
- *Flexibilidad de espacios interiores que permitan el empleo de la luz natural al máximo.*
- *Aproveche la iluminación natural, evitando así la ganancia de calor por la iluminación artificial.*
- *Sembrar y cuidar los árboles alrededor de los edificios; está demostrado que la sombra proporcionada por una serie de árboles reduce la transmisión de calor por radiación de la energía solar.*
- *Asegurarse que los aislamientos en tuberías y ductos para aire acondicionado estén en buen estado, eliminando fugas de aire.*

- *Reducir la infiltración por ventanas y puertas; sellándolas con tiras aislantes de espuma para evitar que se escape gran cantidad del aire acondicionado.*
- *Instale guardapolvos en las rendijas y aberturas de las puertas buscando obstruir la pérdida del aire acondicionado.*
- *Asegúrese de limpiar o reemplazar con regularidad los filtros del equipo de aire acondicionado. Los filtros tapados hacen que los aparatos trabajen de más, utilizando más energía para desempeñar el mismo trabajo.*
- *Revise los grados de eficiencia estipuladas por la norma oficial mexicana cuando compre un nuevo equipo para asegurarse de obtener el de mayor eficiencia. Los grados de eficiencia aparecerán en la etiqueta amarilla que deberá llevar cada unidad y la cual es requerida por la ley.*

INVERSIÓN PROGRAMADA

- *Implementar sistemas de aislamiento térmico y circulación de aire.*
- *Sustituir los sistemas de iluminación por sus equivalencias más eficientes.*
- *Sustituir los equipos convencionales por equipos más eficientes; con el correspondiente cálculo de las necesidades de enfriamiento reales del inmueble.*
- *Si usted reemplaza su aparato de aire acondicionado central, asegúrese de que el contratista reponga el serpentín interior, así como la unidad condensadora exterior. De lo contrario, su unidad no funcionará con la eficiencia esperada.*
- *Utilizar aislantes con eficiencia comprobada en la superficie exterior de techos. Se ha podido comprobar que una capa de 25 mm. de poliuretano aplicada en el techo reduce el consumo de energía eléctrica en aire acondicionado hasta en 29%, aunque es posible obtener resultados similares cubriendo el techo con pinturas especiales.*
- *Cubrir las ventanas con películas reflejantes. Una de las principales formas de ganancia de calor hacia el interior de un inmueble ocurre con la entrada de radiación solar a través de las ventanas; por ejemplo, un vidrio sencillo común transmite el 95% del total de energía solar que sobre él incide; es recomendable, por lo tanto, cubrir los cristales con películas de materiales reflejantes que limiten tal fenómeno, obteniendo reducciones que en el mejor de los casos la transmisión llega a ser de sólo 30%.*

Fuente:

<http://www.tehsa.com/Index2.htm>; <http://www.climacity.com/consejos.htm>;
http://www.citypublicservice.com/content/communityeducation/conservation_esp.asp;
<http://www.peakeind.com/peake/spanish/maint-sp.htm>;
<http://www.carrier.com.mx/carrier/residenciales/energia.html>

SECCION DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO Y REFRIGERACION

CIUDAD:	ESTADO : QRO.				DELEGACION :				
Edificio:	Localización dentro del Edif.: AZOTEA				Zona Acondicionada: QUITROPANOS.				
Marca: CARRIER	Tipo: PAQUETE	Modelo: GD-73CI99	Serie: 453I695	No. Inv. SS					
COMPRESOR		Hermético ()	Semi-Hermético (X)	Libre ()					
Compresor Hermético	Marca CARRIER	Mod. GD-73C-I99	Serie	H.P. 10	Ph. 3	V. 220	A.	f. 60	RPM
Motor del Compresor	Marca	Mod.	Serie	H.P.	Ph.	V.	A.	f.	
Compresor Libre	Marca	Mod.	Serie	H.P.					
CONDENSADOR:	Agua ()	Aire ()	Evaporativo ()	Estático ()					
Condensador	Marca CARRIER	Mod. 38AB0I2-502	Serie V-5253	B.T.U.					
Bomba de Agua	Marca	Mod.	Serie						
Motor de la Bomba	Marca	Mod.	Serie	H.P.	Ph.	V.	A.	f.	RPM
Motor del Abanico	Marca G.E.	Mod.	Serie	H.P. 1/2	Ph. 2	V. 220	A. 5	f. 50/60	
ENFRIADOR	Placas ()	Agua ()	Aire ()	Evaporativo ()					
Enfriador	Marca CARRIER	Mod. 39AC7BSI05	Serie V-5876	B.T.U.					
Bomba de Agua	Marca	Mod.	Serie						
Motor de la Bomba	Marca	Mod.	Serie	H.P.	Ph.	V.	A.	f.	RPM
Motor del Abanico	Marca UNIVERSAL	Mod.	Serie I4629	H.P. 2	Ph. 3	V. 220	A. 6.8	f. 60	
FILTROS Y ACCESORIOS.									
Electrostáticos	()	Valvula de Expansión	(X)	Marca SPORLAN	Mod.	Tons. Ref.: 5		Ref: C500	
Secos	(X)	Valvula Solenoide	()	Marca	Mod.	Volts:		f.	
Húmedos	()	Deshidratador	(X)	Marca SPORLAN	Mod.	Cap:			
Viscosos	()	Ind. de líquido	()	Marca	Mod.	Φ Tubo:			
		Tubo Capilar	()	Marca	Mod.	Cap. en H.P.:			
		Calefacción	()	Vapor	()	Eléctrica ()			
CONTROLES:									
		Termostatos	(X)	Marca HONYWELL	Mod.	Temp. Corte: 19			
		Presostato	(X)	Marca RANCO	Mod.	Pres. de Corte: A		B	
		Humidostato	()	Marca	Mod.	% HR		Corte:	
VENTILACION Y EXTRACCION:									
Ventilador	Marca	Mod.	Serie						
Motor	Marca	Mod.	Serie	H.P.	Ph.	V.	A.	f.	RPM
Axiales	()	Φ Aspas	Núm. Aspas:	Φ Flecha					
Centrífugos	()	Φ Rotor	Ancho:	Φ Flecha					

RESERVACIONES NOM. JEFE DE MANT. Y FIRMA FECHA

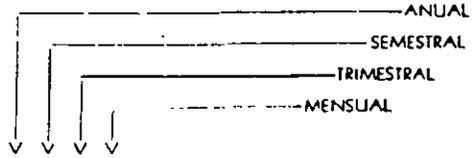
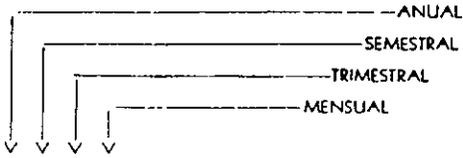
AIRE ACONDICIONADO

Véanse los manuales y la información técnica del fabricante

Edificio y localización:	Equipo <i>Aire Acondicionado</i>	Marca
Modelo <i>C</i>	Fecha: <i>Semana No 22</i>	Revisado por <i>Lina</i>
No de Serie	No. de Inventario:	

SIMBOLOS QUE DEBERAN USARSE

<input checked="" type="checkbox"/> Satisfactorio	<input type="checkbox"/> Requiere ajuste	<input type="checkbox"/> XX Requiere reparación o reemplazo	<input type="checkbox"/> O Defecto corregido
---	--	---	--



SISTEMA ELECTRICO

- 05.407 Fusibles. - Tamaño, contacto y conexiones flojas.
 - 05.408 Arrancador y Controles. - Limpieza libre movimiento en sus partes, conexiones, presiones de contacto, desgaste, recalentamiento excesivo.
 - 05.409 Elementos térmicos. - Asientos, contactos, recalentamiento. Ciclo para arranque retardado, chirrioteo, velocidad de régimen.
 - 05.164 Filtros. - Desmontelos y límpielos.
 - 05.154 Válvulas reductoras. - Vea que opere correctamente el vástago y límpielas.
 - 05.155 Motorolas. - Vea que no tengan fugas y que operen correctamente. Limpieza.
 - 05.169 Boquillas humidificadoras. - Vea que rocen adecuadamente, desincrustelas, destápelas y alíneelas.
 - 05.165 Charolas decantadora de impurezas. - Límpielas y vea que el drenaje no esté tapado.
 - 05.166 Eliminadores de Niebla. - Límpielos y desincrustelos.
 - 05.158 Secadores. - Compruebe que está operando, con la mano.
 - 05.151 Válvulas de expansión. - Límpie y vea que el bulbo haga buen contacto.
 - 05.157 Indicador de Líquido. - Ver que esté totalmente cristalino y el punto en el visor esté verde.
 - 05.108 Control de Temperatura. - Verifique sus temperaturas de operación. Limpieza.
- MOTOR DEL COMPRESOR**
- 05.410 Mediciones eléctricas
 - 05.411 Ventilación del Motor
 - 05.401 Temperaturas
 - 05.406 Vibraciones
 - 05.412 Conexiones Eléctricas. - Alambre, interruptores, conexiones flojas.
 - 05.403 Alineación. - Mantenga la alineación entre el motor y el ventilador.
 - 05.413 Montaje y/o Anclaje. - Verifique que el montaje se encuentre seguro.
 - 05.163 Bandas. - Ver su estado y tensión
 - 05.405 Lubricación por grasa. - Lubrique todas sus partes móviles

- 05.102 Llaves de Servicio. - Ver que no tengan fugas y no le falten sus tapones.
 - 05.168 Fugas de Refrigerante. - Revise todo el sistema, conexiones, soldaduras, llaves de servicio.
 - 05.103 Condensadores por aire. - Límpielos perfectamente con aire a presión y enderece las aletas
- MOTOR DEL CONDENSADOR:**
- 05.410 Mediciones Eléctricas
 - 05.411 Ventilador del Motor
 - 05.401 Temperaturas
 - 05.406 Vibraciones
 - 05.412 Conexiones Eléctricas. - Alambre, interruptores, conexiones flojas.
 - 05.403 Alineación. - Mantenga la alineación entre el motor y el ventilador.
 - 05.413 Montaje y/o Anclaje. - Verifique que el montaje se encuentre seguro.
 - 05.405 Lubricación por grasa. - Lubrique todas sus partes móviles.
 - 05.156 Válvulas Solenoides. - Cámbielas cada vez que haga una reparación al equipo.
 - 05.104 Condensadores por agua. - Ver que el flujo de agua sea constante
 - 05.204 Tuberias de agua. - Ver que las temperaturas de entrada y salida sean las especificadas
 - 05.153 Válvulas en general. - Desmontelas, límpielas, empaquetelas si es necesario.
 - 05.161 Termómetros. - Verificarlos con patrón
 - 05.159 Manómetros. - Verificarlos con un patrón
 - 05.105 Evaporadores por aire. - Limpieza y enderece las placas dobladas.
- MOTOR DEL EVAPORADOR**
- 05.410 Mediciones eléctricas
 - 05.411 Ventilación del Motor
 - 05.401 Temperatura
 - 05.406 Vibraciones
 - 05.412 Conexiones Eléctricas. - Alambre, interruptores, conexiones flojas
 - 05.403 Alineación. - Mantenga la alineación entre el motor y el ventilador.

OBSERVACIONES:

05.405
 05.163

AIRE ACONDICIONADO

Véanse los manuales y la información técnica del fabricante

Edificio y localización: <i>24</i>	Equipo <i>Aire Acondicionado</i>	Marca <i>Carrier</i>
Modelo	Fecha: _____ Semana No. <i>22</i>	Revisado por
No. de Serie	No. de inventario:	<i>Liva</i>

SIMBOLOS QUE DEBERAN USARSE

<input checked="" type="checkbox"/> Satisfactorio	<input type="checkbox"/> X Requiere ajuste	<input type="checkbox"/> XX Requiere reparación o reemplazo	<input type="checkbox"/> O Defecto corregido
---	--	---	--



- 05.413 Montaje y/o Anclaje. - Verifique que el montaje se encuentre seguro.
- 05.163 Bandas. - Ver su estado y tensión
- 05.162 Ventilador. - Límpielos perfectamente con aire a presión.
- 05.405 Lubricación por grasa. - Lubrique todas sus partes móviles
- 05.109 Control de presión. - Verifique sus presiones de operación. Limpieza.
- 05.101 Compresor. - Revise los retenes, nivel de aceite y temperatura
- 05.160 Controles térmicos. - Interruptor centrífugo (Claxon), revisión y limpieza.
- 05.106 Evaporador por Agua. - Vea que el aislante térmico se encuentre en buen estado.
- BOMBA PARA AGUA**
- 05.351 Temperatura Cojinetes
- 05.352 Lubricante de los cojinetes
- 05.353 Prensaestopa o sello mecánico
- 05.354 Flecha
- 05.355 Alineación del grupo BOMBA motor
- 05.356 Impulsor (o engranes)
- 05.357 Caja o cuerpo de la bomba
- 05.358 Válvulas en General
- MOTOR BOMBA**
- 05.410 Mediciones Eléctricas
- 05.412 Limpieza Interruptor
- 05.408 Limpieza Arrancador
- 05.409 Elementos térmicos
- 05.405 Motor Lubricación Baleros.
- 05.414 Motor. - Verifique que se lavó con tetracloruro de carbono y que se cambiaron los baleros.
- 05.115 Filtros Electrostáticos. - Supervisar su estado
- 05.176 Lámparas germicidas. - Supervisar su estado.

- DUCTOS.**
- 05.251 Ductos. - Ver la entrada y la salida que estén limpias y su forro esté en buen estado.
- 05.252 Rejillas de entrada y Difusores. - Vea que estén en buen estado y pintense.
- 05.253. Reguladores de Compuerta o Flujo. - Revise su exterior que esté en buen estado y que opere abriendo la válvula para satisfacer la demanda.
- 05.254 Aislamientos Térmicos. - Vea que no estén rotos y pintelos de color plata.
- 05.110 Humidostatos. - Vea que no estén maltratados, limpie y verifique su porcentaje de humedad con las tablas.
- 05.111 Controles neumáticos. - Maestro y Submaestro Vea que operen correctamente y no estén maltratados. Limpieza.
- MOTOR.**
- 05.410 Mediciones eléctricas
- 05.411 Ventilación del Motor
- 05.401 Temperaturas
- 05.406 Vibraciones
- 05.412 Conexiones Eléctricas. - Alambres, interruptores conexiones flojas.
- 05.403 Alineación. - Mantenga la alineación entre el motor y el ventilador.
- 05.413 Montaje y/o Anclaje. - Verifique que el montaje se encuentre seguro.
- TORRES DE ENFRIAMIENTO.**
- 05.201 Tanque de Decantación. - Lávelo y desincrustelo
- 05.202 Flotador. - Vea que no esté perforado
- 05.203 Válvula flotador. - Desmóntela y límpiela y vea que no se encuentre picada.
- 05.204 Rebosaderos. - Revícelos y límpielos que no se encuentren tapados.
- 05.205 Tomas de agua. - Vea que no tenga fugas y pintese. Motor.
- 05.207 Mamparas. - Limpieza.

OBSERVACIONES:



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA



CURSOS ABIERTOS

DIPLOMADO DE ADMINISTRACIÓN
DE MANTENIMIENTO

MANTENIMIENTO A
INSTALACIONES ESPECIALES
CA 273

TEMA
CALDERAS

**EXPOSITOR: ING. JAIME MELÉNDEZ BORJA
ING. GERARDO CABRERA
DEL 15 AL 19 DE MAYO DE 2006
PALACIO DE MINERÍA**

04.100 MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA GENERADORES DE VAPOR

INSTRUCCIONES Y PROCEDIMIENTOS

CONJUNTO DEL QUEMADOR

- 04.101 **Boquillas.**—Desmunte la boquilla con cuidado para no dañar el tubo; límpiela cuidadosamente en todas sus partes con solvente, utilizando thinner para la limpieza del orificio. No utilice objetos metálicos, porque puede dañar el orificio; en caso extremo, haga uso de un pedazo de madera blanda, afilado.

Al armar la boquilla, gire el disco unas cuantas veces dentro de la misma para asegurarse de que ajusta perfectamente; la tuerca o el seguro deben ser apretados firmemente para asegurar una correcta atomización. Cuando se utilice un quemador que tenga varias boquillas tenga cuidado de no cambiarlas de posición, porque pueden ser de diferente capacidad.

- 04.102 **Quemador.**—Utilice un trapo humedecido con diesel para hacer la limpieza del quemador en todas sus partes: plato difusor, electrodos, soportes, resortes, etc.
- 04.103 **Electrodos del Quemador.**—Cada vez que limpie el quemador, verifique que la posición de los electrodos sea la que se indica en el manual del fabricante.
- 04.104 **Aisladores de Electrodos.**—Revise el estado de las porcelanas de los electrodos y cámbielas si se encuentran estrelladas.
- 04.105 **Cables del Transformador.**—Revise el estado de los cables del transformador y compruebe que las terminales hacen un contacto perfecto, tanto en los electrodos como en el transformador mismo.
- 04.106 **Piloto de Gas.**—Mantenga limpios los conductos de aire en toda su extensión. Periódicamente desarme el mezclador de gas y aire y limpie todos los conductos internos.
- 04.107 **Quemador de Gas.**—En los quemadores de gas, compruebe que la presión del mismo sea la que recomienda el fabricante. Varía de 10 a 25 centímetros de columna de agua.
- 04.108 **Limpieza de Fococelda.**—Limpie la fococelda y el conducto donde se encuentra instalada.
- 04.109 **Cambio de Fococelda.**—Cámbiela. Compruebe que opera correctamente, inmediatamente después de que la haya instalado.
- 04.110 **Combustión.**—Verifique que la mezcla de aire y combustible es la adecuada, observando los porcentajes de bióxido de carbono (CO₂), oxígeno (O₂) y monóxido de carbono (CO) de los gases de combustión. Utilice para el efecto un aparato de Orsat o una de sus variantes. El porcentaje de oxígeno deberá variar de 1 a 4%; el monóxido de carbono no deberá existir y el porcentaje de bióxido de carbono se da en la siguiente tabla:

CONTROL DE NIVEL

- 04.111 **Cristal de Nivel.**—Repare cualquier fuga que se observe en los soportes del cristal de nivel, ya sea de vapor o de agua, apretando las tuercas o cambiando los empaques. Si nota algún adelgazamiento en el cristal, cámbielo por uno nuevo.
- 04.112 **Niveles de Operación.**—Compruebe que los niveles de arranque y paro de la bomba de inyección de agua sean los correctos. El agua en el cristal de nivel deberá estar a las siguientes alturas, tomadas a partir de la tuerca inferior del mismo:

Paro de Bomba	57mm
Arranque de Bomba	44mm
Corte por bajo nivel	32mm

Para comprobar que la protección por bajo nivel de agua es la adecuada, proceda de la siguiente manera: con la caldera funcionando normalmente, desconecte el interruptor del motor de la bomba de inyección, y cerciórese de que el quemador deja de funcionar cuando se tiene en el cristal de nivel una altura de 32 mm. En caso de que el quemador no deje de funcionar a este nivel, desconéctelo antes de que haya bajado tanto que no pueda apreciarse a través del cristal. Repare el desperfecto y no haga funcionar la caldera hasta que tenga la seguridad de que el control de nivel funcionará correctamente.

Para verificar los niveles de arranque y paro de la bomba, sólo haga funcionar la caldera automáticamente; espere a que arranque la bomba, mida el nivel correspondiente y haga lo mismo cuando la bomba pare.

- 04.113 **Grifo del Cristal de Nivel.**—Para evitar incrustaciones que ocasionen lecturas de nivel falsas, abra el grifo del cristal de nivel durante 3 segundos y repita la operación después de un minuto.
- 04.114 **Electrodos.**—Limpie los electrodos para evitar fallas en la operación que puedan ser peligrosas. Ponga especial cuidado en no cambiarlos de posición. Algunas calderas tienen otro electrodo instalado en el cuerpo de la misma, que también deberá limpiarse. Utilice lija "muerta" para ejecutar esta operación.
- 04.115 **Diafragma del Flotador.**—Revise el estado del mismo y límpielo, teniendo cuidado de no dañarlo. Haga lo mismo con el flotador.
- 04.116 **Columna de Nivel.**—Limpie el interior de ésta, así como todos sus accesorios, hasta que desaparezca la incrustación.

BOMBA DE INYECCION DE AGUA

- 04.117 **Temperatura de Cojinetes.**—Compruebe con la mano que la temperatura de la caja de cojinetes es normal, y si no lo es, antes de hacer otra cosa disminuya la cantidad de grasa que inyecta a los baleros. Si aún así persiste el sobrecalentamiento, investigue la causa.
- 04.118 **Lubricación de Cojinetes.**—Quite la grasa o el aceite usado y lave los receptáculos; después reponga la grasa o el aceite, del mismo tipo del que estaba usando. Si se trata de aceite y tiene duda, use SAE-20 en tiempo frío o SAE-30 en tiempo de calor; si se trata de grasa, use la fibrosa HD No. 2 o Multilitio No. 2 de Pemex.

- 04.119 **Prensaestopa.**—Reemplace **todos** los anillos de empaque empleando cordón de asbesto grafitado de la medida que usted necesite. Procure que las "jaulas" (anillos de bronce perforados), si los tiene, queden precisamente frente a la entrada del agua de lubricación del prensaestopa.
- Hay casos en que las bombas en lugar de prensaestopa de empaques, tienen sellos mecánicos y estos NO necesitan de ningún ajuste; cuando empiezan a fugarse hay que cambiar el sello completo.
- 04.120 **Flecha.**—Normalmente las flechas o ejes de las bombas tienen una protección en la zona donde quedan los anillos del prensaestopa y consisten en unos tubos de bronce, que entran justos en la flecha y se conocen como "manguitos".
- Estos manguitos impiden que se raye o desgaste la flecha y por lo tanto cuando el manguito se desgaste hay que reponerlo por uno nuevo.
- 04.121 **Alineación.**—Compruebe que la bomba está bien alineada con el motor; para ello utilice un calibrador de "lainas" (laminillas de acero graduado en milésimas de pulgada) el cual debe meterse en cruz entre las caras de los medios coples de la bomba y del motor, de tal manera que el mismo número de lainas entren justas en los cuatro puntos de la cruz. Si esto no sucede hay que aflojar los tornillos que sujetan al motor contra la base y moverlo hasta que las lainas entren como se explicó arriba. Si la transmisión es por bandas alinee por medio de éstas.
- 04.122 **Impulsor.**—Quite la tapa de la bomba para que revise el estado del impulsor y de los anillos de cierre o de desgaste, que son unos anillos de bronce montados en la caja o cuerpo de la bomba y que protegen al impulsor. Si están gastados, cámbielos.
- 04.123 **Caja o Cuerpo.**—Desincrustela y límpiela. Sopletee el tubo del agua de lubricación.

CUERPO DE LA CALDERA

- 04.124 **Limpieza por el lado de Agua.**—Deje que la caldera se enfríe por completo; vacíela, quite todas las tapas de las tortugas, inspecciónela por el lado de agua y lávela con agua a presión. Si hay incrustaciones y no son eliminadas totalmente con el lavado a presión, informe de este hecho al Ingeniero de Conservación.
- 04.125 **Conexiones y Tuberías.**—Quite todos los tapones de las cruces de las tuberías y limpie el interior de las mismas, así como de las que comunican a los controles de presión, de nivel, al manómetro, etc., teniendo cuidado de no dañar estos controles.
- 04.126 **Fugas en Fluxes.**—Si se observan fugas en los fluxes, será necesario rolarlos y una vez que la caldera esté en condiciones de funcionar, se le deberá hacer una prueba hidrostática para asegurarse de que las fugas han sido eliminadas por completo.
- 04.127 **Limpieza de Fluxes.**—Inspeccione los tubos por el lado de fuego; si están sucios, haga la limpieza de los mismos utilizando los escobillones y cepillos especiales que hay para ejecutar esta operación.

La periodicidad en la limpieza de los fluxes será determinada por las condiciones de operación del quemador. Una regla práctica, que indicará si es necesario limpiarlos, en un momento dado, consiste en observar la temperatura de los gases de combustión en la chimenea de la caldera, y si es 80° C. más alta que la temperatura del agua en el

- 04.128 **Material Refractario.**—Revise el material refractario de las tapas y del hogar y si se observan grietas, repárelas utilizando cemento refractario. En algunas secciones de las puertas, será necesario utilizar algún aislante plástico.
- 04.129 **Birlos y Pernos.**—"Refresque" las cuerdas de los birlos de las tortugas y de los pernos de las tapas y aplique grafito con aceite para evitar que lleguen a pegarse.
- 04.130 **Empaques.**—Cierre los registros de las tortugas y las tapas de la caldera y en caso necesario cambie los empaques por nuevos.
- 04.131 **Fugas.**—No permita que haya fugas de agua, vapor o gases de combustión en el cuerpo de la caldera.
- 04.132 **Tapón Fusible.**—En las calderas de tubos de humo, cambie el tapón fusible del agua.

SISTEMA DE COMBUSTIBLE

- 04.133 **Fugas en Tuberías.**—Corrija de inmediato cualquier fuga que se observe en la tubería de combustible, apretando conexiones o cambiando tubos o empaques según el caso.
- 04.134 **Filtro de la Tubería.**—Si es metálico, limpie el filtro de la tubería de combustible utilizando gasolina.
- 04.135 **Filtro de la Bomba.**—Limpie el filtro de la bomba de combustible que es parte integrante de la misma.
- 04.136 **Banda de Transmisión.**—Revise la tensión de la banda de la bomba de combustible así como su estado físico; de ser necesario, reemplácela.
- 04.137 **Alineación de la Bomba.**—Revise los pernos o tornillos de anclaje de la bomba de combustible y la alineación de la polea de la misma con la polea motriz.
- 04.138 **Válvulas de Solenoide.**—La operación de las válvulas de solenoide debe revisarse visualmente, observando el quemador cuando éste se apague. El fuego deberá "cortarse" súbitamente y en el momento preciso. Si no es así, puede deberse a que la válvula esté fallando o esté gastada en su asiento y permita el paso de combustible. En este caso, deberá repararse o cambiarse por una nueva, para evitar problemas más serios.
- 04.139 **Bomba de combustible.**—Se recomienda desarmar esta bomba cada año para revisar todas sus partes: engranes, flecha, chumaceras, etc., y reemplazar las que estén defectuosas. Recuerde que la presión del combustible deberá ser de 95 a 120 lbs/pulg² (6.7 a 8.4 Kgs/cm²) para un funcionamiento adecuado del quemador (consulte el manual del fabricante).

Es muy importante la instalación de un manómetro que indique la presión del combustible, ya que si se notan variaciones, ésto indicará que hay fugas en la tubería de succión, que los filtros se encuentran obstruídos parcialmente o que los engranes están desgastados.

SISTEMA DE AIRE

- 04.140 **Malla del Ventilador.**—Limpie la malla del ventilador de entrada de aire, o la compuerta.

- 04.141 **Alineación del Ventilador.**—Verifique que el ventilador esté bien sujeto y compruebe la alineación de las poleas de éste y del motor; y asegúrese de que las flechas sean paralelas.
- 04.142 **Temperatura de los Baleros.**—Revise con frecuencia la temperatura de los baleros del ventilador, colocando la mano sobre la parte donde están instalados. En caso de que no pueda apoyar la mano durante 10 segundos, investigue la causa del calentamiento excesivo y corríjalo.
- 04.143 **Lubricación del Ventilador.**—Consulte el manual del fabricante.
- 04.144 **Cambio de Baleros.**—Cambie los baleros del ventilador cada año de servicio de la caldera.
- 04.145 **Bandas de Transmisión.**—Revise la tensión de las bandas y su estado; de ser necesario, cámbielas por nuevas. Para verificar la tensión, haga presión sobre las bandas con un dedo y mida la flexión que deberá ser de 1" a 1-1/4".
- 04.146 **Rotor del Ventilador.**—Límpielo regularmente, así como todos los conductos de aire.
- 04.147 **Vibraciones.**—Corrija cualquier vibración que observe en el ventilador.

TANQUE DE CONDENSADOS

- 04.148 **Tuberías de Ventilación.**—Revise que esta tubería no se encuentra obstruida.
- 04.149 **Válvula del Flotador.**—Revise el estado de la válvula del flotador, límpiela o repárela en caso necesario.
- 04.150 **Limpieza del Tanque.**—Revise el interior y en caso necesario vacíelo y lávelo interiormente.
- 04.151 **Material aislante.**—Revise el aislamiento del tanque de condensados y de todas las tuberías que lo necesitan y repárelo en caso necesario.

CONTROLES ELECTRICOS

- 04.152 **Limpieza.**—Conserve los controles eléctricos bien cerrados para evitar la entrada de polvo. Periódicamente limpie todos los contactos, utilizando una cartulina y haciendo presión con los dedos. Nunca utilice lija o lima.
- 04.153 **Programador.**—Verifique la secuencia de operación del programador, de acuerdo con el instructivo proporcionado por el fabricante.
- 04.154 **Bulbos del Programador.**—Cambie los bulbos del control de combustión o programador.
- 04.155 **Reparación del Programador.**—En caso de falla de este control, avise al Ingeniero de Conservación.
- 04.156 **Falla de la Flama.**—Revise la protección por falla de la flama. Con la caldera en funcionamiento normal, saque la fotocelda y cúbrala con la mano, vea que el quemador se apague y que el programador siga funcionando normalmente.

de los desarmados y se ponen en su lugar otros, patrones, y compruebe sus
funciones. En caso de ser necesario, también por nuevas.

- 04.159 **Válvulas en General.**—Desarme todas las válvulas de la instalación, límpielas, empá-
quelas, asiéntelas o cámbielas por nuevas.

VARIOS

- 04.160 **Limpieza Exterior de Caldera y Accesorios.**—Limpie la caldera, la bomba de inyección, el
tanque de condensados, etc., por su parte exterior.
- 04.161 **Pintura.**—Pinte la caldera, el tanque de condensados, la bomba de inyección de agua,
etc., así como las tuberías, de acuerdo con el código de colores.

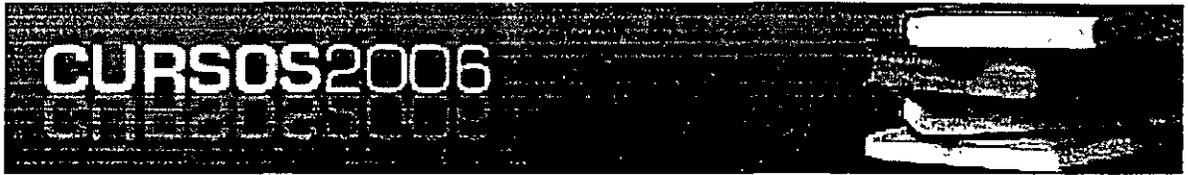
04.450 **MANTENIMIENTO DE TANQUES DE COMBUSTIBLE**

INSTRUCCIONES Y PROCEDIMIENTOS

- 04.451 **Limpieza Exterior.**—Con un trapo o una estopa húmedos, limpie el tanque y sus soportes.
- 04.452 **Válvula de Purga.**—Abra la válvula que está abajo del tanque para que salgan las impurezas que se hayan acumulado.
- 04.453 **Filtro de entrada.**—Estos filtros deben estar instalados con un "By-pass", para que cuando se laven los elementos filtrantes o se cambien los cartuchos no se interrumpa el suministro de combustible o por lo menos que el filtro quede entre dos válvulas de compuerta y poder cerrarlas cuando se haga el lavado.
- 04.454 **Filtro de Salida.**—Haga lo mismo que se indica en el punto 04.453.
- 04.455 **Tubo de Nivel.**—Vea que el tubo de nivel no presente estrelladuras y rajaduras; si las tiene, cámbielo inmediatamente. También vea que los empaques que están en los soportes de este tubo no permitan fugas; si las hay, apriete las tuercas que sirven de prensaestopa y si aún persiste la fuga, cambie los empaques.
- 04.456 **Petrómetros.**—En una regla de madera haga dos marcas: una que corresponda al nivel del combustible estando lleno el tanque y otra, a la mitad. Por medio de esta regla
- 04.457 **Tubería de Ventilación.**—Límpuela interiormente para que compruebe que no esté tapada, procurando que no caiga la basura dentro del tanque. puede comprobar la exactitud de la indicación del petrómetro.
- 04.458 **Limpieza del Local.**—Mantenga limpio el local donde se encuentra el tanque.
- 04.459 **Fugas del Tanque o de las Tuberías.**—Cualquier combustible que se fugue es peligroso y por lo tanto una fuga, por insignificante que sea, debe corregirse de inmediato. Cuando el tanque esté completamente lleno, golpee ligeramente la soldadura y compruebe que no haya fugas.
- 04.460 **Tanque.**—Revise el tanque interiormente cuando esté casi vacío, para que en caso necesario lo limpie con algún solvente no inflamable; nunca use agua. Píntelo exteriormente conforme al Código de Colores.
- 04.461 **Cimiento.**—Revise cuidadosamente el cimiento o soporte del tanque, para que si hay algún desperfecto se corrija y además se pinte.



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**



CURSOS ABIERTOS

**DIPLOMADO DE ADMINISTRACIÓN
DE MANTENIMIENTO**

**MANTENIMIENTO A
INSTALACIONES ESPECIALES
CA 273**

**TEMA
CALDERAS**

**EXPOSITOR: ING. JAIME MELÉNDEZ BORJA
ING. GERARDO CABRERA
DEL 15 AL 19 DE MAYO DE 2006
PALACIO DE MINERÍA**

04.100 MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA GENERADORES DE VAPOR

INSTRUCCIONES Y PROCEDIMIENTOS

CONJUNTO DEL QUEMADOR

- 04.101 **Boquillas.**—Desmunte la boquilla con cuidado para no dañar el tubo; límpiela cuidadosamente en todas sus partes con solvente, utilizando thinner para la limpieza del orificio. No utilice objetos metálicos, porque puede dañar el orificio; en caso extremo, haga uso de un pedazo de madera blanda, afilado.
- Al armar la boquilla, gire el disco unas cuantas veces dentro de la misma para asegurarse de que ajusta perfectamente; la tuerca o el seguro deben ser apretados firmemente para asegurar una correcta atomización. Cuando se utilice un quemador que tenga varias boquillas tenga cuidado de no cambiarlas de posición, porque pueden ser de diferente capacidad.
- 04.102 **Quemador.**—Utilice un trapo humedecido con diesel para hacer la limpieza del quemador en todas sus partes: plato difusor, electrodos, soportes, resortes, etc.
- 04.103 **Electrodos del Quemador.**—Cada vez que limpie el quemador, verifique que la posición de los electrodos sea la que se indica en el manual del fabricante.
- 04.104 **Aisladores de Electrodos.**—Revise el estado de las porcelanas de los electrodos y cámbielas si se encuentran estrelladas.
- 04.105 **Cables del Transformador.**—Revise el estado de los cables del transformador y compruebe que las terminales hacen un contacto perfecto, tanto en los electrodos como en el transformador mismo.
- 04.106 **Piloto de Gas.**—Mantenga limpios los conductos de aire en toda su extensión. Periódicamente desarme el mezclador de gas y aire y limpie todos los conductos internos.
- 04.107 **Quemador de Gas.**—En los quemadores de gas, compruebe que la presión del mismo sea la que recomienda el fabricante. Varía de 10 a 25 centímetros de columna de agua.
- 04.108 **Limpieza de Focelda.**—Limpie la focelda y el conducto donde se encuentra instalada.
- 04.109 **Cambio de Focelda.**—Cámbiela. Compruebe que opera correctamente, inmediatamente después de que la haya instalado.
- 04.110 **Combustión.**—Verifique que la mezcla de aire y combustible es la adecuada, observando los porcentajes de bióxido de carbono (CO₂), oxígeno (O₂) y monóxido de carbono (CO) de los gases de combustión. Utilice para el efecto un aparato de Orsat o una de sus variantes. El porcentaje de oxígeno deberá variar de 1 a 4%; el monóxido de carbono no deberá existir y el porcentaje de bióxido de carbono se da en la siguiente tabla:

CONTROL DE NIVEL

- 04.111 **Cristal de Nivel.**—Repare cualquier fuga que se observe en los soportes del cristal de nivel, ya sea de vapor o de agua, apretando las tuercas o cambiando los empaques. Si nota algún adelgazamiento en el cristal, cámbielo por uno nuevo.
- 04.112 **Niveles de Operación.**—Compruebe que los niveles de arranque y paro de la bomba de inyección de agua sean los correctos. El agua en el cristal de nivel deberá estar a las siguientes alturas, tomadas a partir de la tuerca inferior del mismo:

Paro de Bomba	57mm
Arranque de Bomba	44mm
Corte por bajo nivel	32mm

Para comprobar que la protección por bajo nivel de agua es la adecuada, proceda de la siguiente manera: con la caldera funcionando normalmente, desconecte el interruptor del motor de la bomba de inyección, y cerciórese de que el quemador deje de funcionar cuando se tiene en el cristal de nivel una altura de 32 mm. En caso de que el quemador no deje de funcionar a este nivel, desconéctelo antes de que haya bajado tanto que no pueda apreciarse a través del cristal. Repare el desperfecto y no haga funcionar la caldera hasta que tenga la seguridad de que el control de nivel funcionará correctamente.

Para verificar los niveles de arranque y paro de la bomba, sólo haga funcionar la caldera automáticamente; espere a que arranque la bomba, mida el nivel correspondiente y haga lo mismo cuando la bomba pare.

- 04.113 **Grifo del Cristal de Nivel.**—Para evitar incrustaciones que ocasionen lecturas de nivel falsas, abra el grifo del cristal de nivel durante 3 segundos y repita la operación después de un minuto.
- 04.114 **Electrodos.**—Limpie los electrodos para evitar fallas en la operación que puedan ser peligrosas. Ponga especial cuidado en no cambiarlos de posición. Algunas calderas tienen otro electrodo instalado en el cuerpo de la misma, que también deberá limpiarse. Utilice lija "muerta" para ejecutar esta operación.
- 04.115 **Diafragma del Flotador.**—Revise el estado del mismo y límpielo, teniendo cuidado de no dañarlo. Haga lo mismo con el flotador.
- 04.116 **Columna de Nivel.**—Limpie el interior de ésta, así como todos sus accesorios, hasta que desaparezca la incrustación.

BOMBA DE INYECCION DE AGUA

- 04.117 **Temperatura de Cojinetes.**—Compruebe con la mano que la temperatura de la caja de cojinetes es normal, y si no lo es, antes de hacer otra cosa disminuya la cantidad de grasa que inyecta a los baleros. Si aún así persiste el sobrecalentamiento, investigue la causa.
- 04.118 **Lubricación de Cojinetes.**—Quite la grasa o el aceite usado y lave los receptáculos; después reponga la grasa o el aceite, del mismo tipo del que estaba usando. Si se trata de aceite y tiene duda, use SAE-20 en tiempo frío o SAE-30 en tiempo de calor; si se trata de grasa, use la fibrosa HD No. 2 o Multilitio No. 2 de Pemex.

04.119 **Prensaestopa.**—Reemplace **todos** los anillos de empaque empleando cordón de asbesto grafitado de la medida que usted necesite. Procure que las "jaulas" (anillos de bronce perforados), si los tiene, queden precisamente frente a la entrada del agua de lubricación del prensaestopa.

Hay casos en que las bombas en lugar de prensaestopa de empaques, tienen sellos mecánicos y estos NO necesitan de ningún ajuste; cuando empiezan a fugarse hay que cambiar el sello completo.

04.120 **Flecha.**—Normalmente las flechas o ejes de las bombas tienen una protección en la zona donde quedan los anillos del prensaestopa y consisten en unos tubos de bronce, que entran justos en la flecha y se conocen como "manguitos".

Estos manguitos impiden que se raye o desgaste la flecha y por lo tanto cuando el manguito se desgaste hay que reponerlo por uno nuevo.

04.121 **Alineación.**—Compruebe que la bomba está bien alineada con el motor; para ello utilice un calibrador de "lainas" (laminillas de acero graduado en milésimas de pulgada) el cual debe meterse en cruz entre las caras de los medios coples de la bomba y del motor, de tal manera que el mismo número de lainas entren justas en los cuatro puntos de la cruz. Si esto no sucede hay que aflojar los tornillos que sujetan al motor contra la base y moverlo hasta que las lainas entren como se explicó arriba. Si la transmisión es por bandas alínee por medio de éstas.

04.122 **Impulsor.**—Quite la tapa de la bomba para que revise el estado del impulsor y de los anillos de cierre o de desgaste, que son unos anillos de bronce montados en la caja o cuerpo de la bomba y que protegen al impulsor. Si están gastados, cámbielos.

04.123 **Caja o Cuerpo.**—Desincrustela y límpiela. Sopletee el tubo del agua de lubricación.

CUERPO DE LA CALDERA

04.124 **Limpieza por el lado de Agua.**—Deje que la caldera se enfríe por completo; vacíela, quite todas las tapas de las tortugas, inspecciónela por el lado de agua y lávela con agua a presión. Si hay incrustaciones y no son eliminadas totalmente con el lavado a presión, informe de este hecho al Ingeniero de Conservación.

04.125 **Conexiones y Tuberías.**—Quite todos los tapones de las cruces de las tuberías y limpie el interior de las mismas, así como de las que comunican a los controles de presión, de nivel, al manómetro, etc., teniendo cuidado de no dañar estos controles.

04.126 **Fugas en Fluxes.**—Si se observan fugas en los fluxes, será necesario rolarlos y una vez que la caldera esté en condiciones de funcionar, se le deberá hacer una prueba hidrostática para asegurarse de que las fugas han sido eliminadas por completo.

04.127 **Limpieza de Fluxes.**—Inspeccione los tubos por el lado de fuego; si están sucios, haga la limpieza de los mismos utilizando los escobillones y cepillos especiales que hay para ejecutar esta operación.

La periodicidad en la limpieza de los fluxes será determinada por las condiciones de operación del quemador. Una regla práctica, que indicará si es necesario limpiarlos, en un momento dado, consiste en observar la temperatura de los gases de combustión en la chimenea de la caldera, y si es 80° C. más alta que la temperatura del agua en el

- 04.128 **Material Refractario.**—Revise el material refractario de las tapas y del hogar y si se observan grietas, repárelas utilizando cemento refractario. En algunas secciones de las puertas, será necesario utilizar algún aislante plástico.
- 04.129 **Birlos y Pernos.**—"Refresque" las cuerdas de los birlos de las tortugas y de los pernos de las tapas y aplique grafito con aceite para evitar que lleguen a pegarse.
- 04.130 **Empaques.**—Cierre los registros de las tortugas y las tapas de la caldera y en caso necesario cambie los empaques por nuevos.
- 04.131 **Fugas.**—No permita que haya fugas de agua, vapor o gases de combustión en el cuerpo de la caldera.
- 04.132 **Tapón Fusible.**—En las calderas de tubos de humo, cambie el tapón fusible del agua.

SISTEMA DE COMBUSTIBLE

- 04.133 **Fugas en Tuberías.**—Corrija de inmediato cualquier fuga que se observe en la tubería de combustible, apretando conexiones o cambiando tubos o empaques según el caso.
- 04.134 **Filtro de la Tubería.**—Si es metálico, limpie el filtro de la tubería de combustible utilizando gasolina.
- 04.135 **Filtro de la Bomba.**—Limpie el filtro de la bomba de combustible que es parte integrante de la misma.
- 04.136 **Banda de Transmisión.**—Revise la tensión de la banda de la bomba de combustible así como su estado físico; de ser necesario, reemplácela.
- 04.137 **Alineación de la Bomba.**—Revise los pernos o tornillos de anclaje de la bomba de combustible y la alineación de la polea de la misma con la polea motriz.
- 04.138 **Válvulas de Solenoide.**—La operación de las válvulas de solenoide debe revisarse visualmente, observando el quemador cuando éste se apague. El fuego deberá "cortarse" súbitamente y en el momento preciso. Si no es así, puede deberse a que la válvula esté fallando o esté gastada en su asiento y permita el paso de combustible. En este caso, deberá repararse o cambiarse por una nueva, para evitar problemas más serios.
- 04.139 **Bomba de combustible.**—Se recomienda desarmar esta bomba cada año para revisar todas sus partes: engranes, flecha, chumaceras, etc., y reemplazar las que estén defectuosas. Recuerde que la presión del combustible deberá ser de 95 a 120 lbs/pulg² (6.7 a 8.4 Kgs/cm²) para un funcionamiento adecuado del quemador (consulte el manual del fabricante).

Es muy importante la instalación de un manómetro que indique la presión del combustible, ya que si se notan variaciones, ésto indicará que hay fugas en la tubería de succión, que los filtros se encuentran obstruidos parcialmente o que los engranes están desgastados.

SISTEMA DE AIRE

- 04.140 **Malla del Ventilador.**—Limpie la malla del ventilador de entrada de aire, o la compuerta.

- 04.141 **Alineación del Ventilador.**—Verifique que el ventilador esté bien sujeto y compruebe la alineación de las poleas de éste y del motor; y asegúrese de que las flechas sean paralelas.
- 04.142 **Temperatura de los Baleros.**—Revise con frecuencia la temperatura de los baleros del ventilador, colocando la mano sobre la parte donde están instalados. En caso de que no pueda apoyar la mano durante 10 segundos, investigue la causa del calentamiento excesivo y corríjala.
- 04.143 **Lubricación del Ventilador.**—Consulte el manual del fabricante.
- 04.144 **Cambio de Baleros.**—Cambie los baleros del ventilador cada año de servicio de la caldera.
- 04.145 **Bandas de Transmisión.**—Revise la tensión de las bandas y su estado; de ser necesario, cámbielas por nuevas. Para verificar la tensión, haga presión sobre las bandas con un dedo y mida la flexión que deberá ser de 1" a 1-1/4".
- 04.146 **Rotor del Ventilador.**—Límpielo regularmente, así como todos los conductos de aire.
- 04.147 **Vibraciones.**—Corrija cualquier vibración que observe en el ventilador.

TANQUE DE CONDENSADOS

- 04.148 **Tuberías de Ventilación.**—Revise que esta tubería no se encuentra obstruida.
- 04.149 **Válvula del Flotador.**—Revise el estado de la válvula del flotador, límpiela o repárela en caso necesario.
- 04.150 **Limpieza del Tanque.**—Revise el interior y en caso necesario vacíelo y lávelo interiormente.
- 04.151 **Material aislante.**—Revise el aislamiento del tanque de condensados y de todas las tuberías que lo necesitan y repárelo en caso necesario.

CONTROLES ELECTRICOS

- 04.152 **Limpieza.**—Conserve los controles eléctricos bien cerrados para evitar la entrada de polvo. Periódicamente limpie todos los contactos, utilizando una cartulina y haciendo presión con los dedos. Nunca utilice lija o lima.
- 04.153 **Programador.**—Verifique la secuencia de operación del programador, de acuerdo con el instructivo proporcionado por el fabricante.
- 04.154 **Bulbos del Programador.**—Cambie los bulbos del control de combustión o programador.
- 04.155 **Reparación del Programador.**—En caso de falla de este control, avise al Ingeniero de Conservación.
- 04.156 **Falla de la Flama.**—Revise la protección por falla de la flama. Con la caldera en funcionamiento normal, saque la fotocelda y cúbrala con la mano, vea que el quemador se apague y que el programador siga funcionando normalmente.

... en sus respectivos lugares, patrones, y como cuando sus
... de colores de agua, cámbielas por nuevas.

- 04.159 **Válvulas en General.**—Desarme todas las válvulas de la instalación, límpielas, empá-
quelas, asíéntelas o cámbielas por nuevas.

VARIOS

- 04.160 **Limpieza Exterior de Caldera y Accesorios.**—Limpie la caldera, la bomba de inyección, el
tanque de condensados, etc., por su parte exterior.
- 04.161 **Pintura.**—Pinte la caldera, el tanque de condensados, la bomba de inyección de agua,
etc., así como las tuberías, de acuerdo con el código de colores.

3

6

04.450 **MANTENIMIENTO DE TANQUES DE COMBUSTIBLE**

INSTRUCCIONES Y PROCEDIMIENTOS

- 04.451 **Limpieza Exterior.**—Con un trapo o una estopa húmedos, limpie el tanque y sus soportes.
- 04.452 **Válvula de Purga.**—Abra la válvula que está abajo del tanque para que salgan las impurezas que se hayan acumulado.
- 04.453 **Filtro de entrada.**—Estos filtros deben estar instalados con un "By-pass", para que cuando se laven los elementos filtrantes o se cambien los cartuchos no se interrumpa el suministro de combustible o por lo menos que el filtro quede entre dos válvulas de compuerta y poder cerrarlas cuando se haga el lavado.
- 04.454 **Filtro de Salida.**—Haga lo mismo que se indica en el punto 04.453.
- 04.455 **Tubo de Nivel.**—Vea que el tubo de nivel no presente estrelladuras y rajaduras; si las tiene, cámbielo inmediatamente. También vea que los empaques que están en los soportes de este tubo no permitan fugas; si las hay, apriete las tuercas que sirven de prensaestopa y si aún persiste la fuga, cambie los empaques.
- 04.456 **Petrómetros.**—En una regla de madera haga dos marcas: una que corresponda al nivel del combustible estando lleno el tanque y otra, a la mitad. Por medio de esta regla
- 04.457 **Tubería de Ventilación.**—Límpiala interiormente para que compruebe que no esté tapada, procurando que no caiga la basura dentro del tanque. puede comprobar la exactitud de la indicación del petrómetro.
- 04.458 **Limpieza del Local.**—Mantenga limpio el local donde se encuentra el tanque.
- 04.459 **Fugas del Tanque o de las Tuberías.**—Cualquier combustible que se fugue es peligroso y por lo tanto una fuga, por insignificante que sea, debe corregirse de inmediato. Cuando el tanque esté completamente lleno, golpee ligeramente la soldadura y compruebe que no haya fugas.
- 04.460 **Tanque.**—Revise el tanque interiormente cuando esté casi vacío, para que en caso necesario lo limpie con algún solvente no inflamable; nunca use agua. Píntelo exteriormente conforme al Código de Colores.
- 04.461 **Cimiento.**—Revise cuidadosamente el cimiento o soporte del tanque, para que si hay algún desperfecto se corrija y además se pinte.



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA



CURSOS ABIERTOS

DIPLOMADO DE ADMINISTRACIÓN
DE MANTENIMIENTO

MANTENIMIENTO A INSTALACIONES
ESPECIALES
CA 273

TEMA

INSTALACIONES HIDRÁULICAS

**EXPOSITOR: ING. JAIME MELÉNDEZ BORJA
ING. JORGE ARLANZON RIVERA
ING. FRANCISCO ARLANZON VILLEDA
DEL 15 AL 19 DE MAYO DE 2006
PALACIO DE MINERÍA**

INSTALACION DE TINACO.

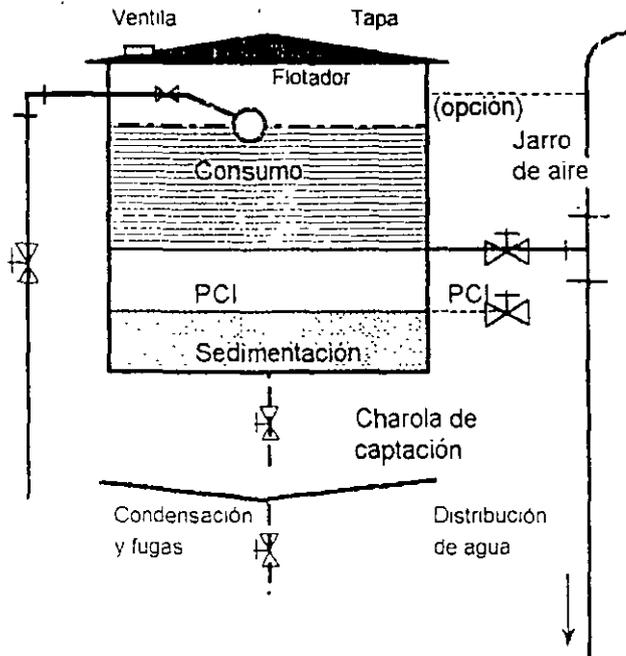


Fig BH 11

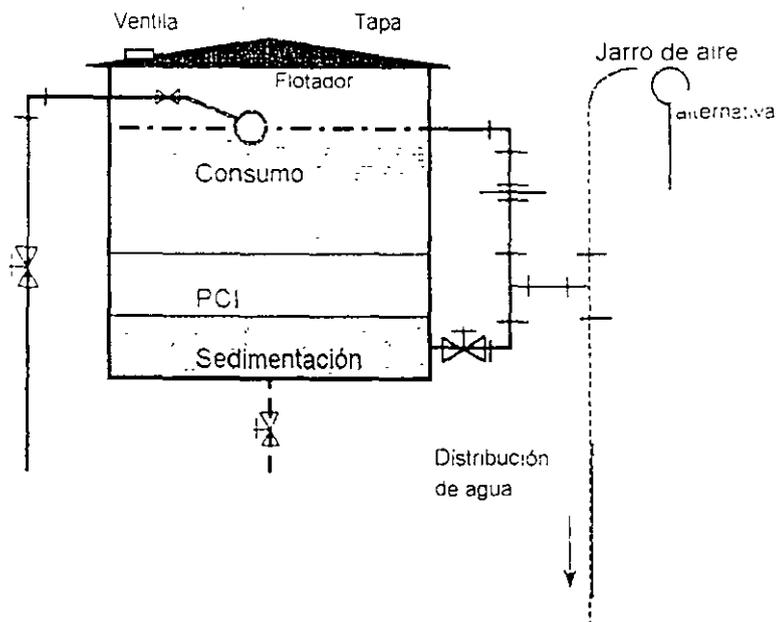
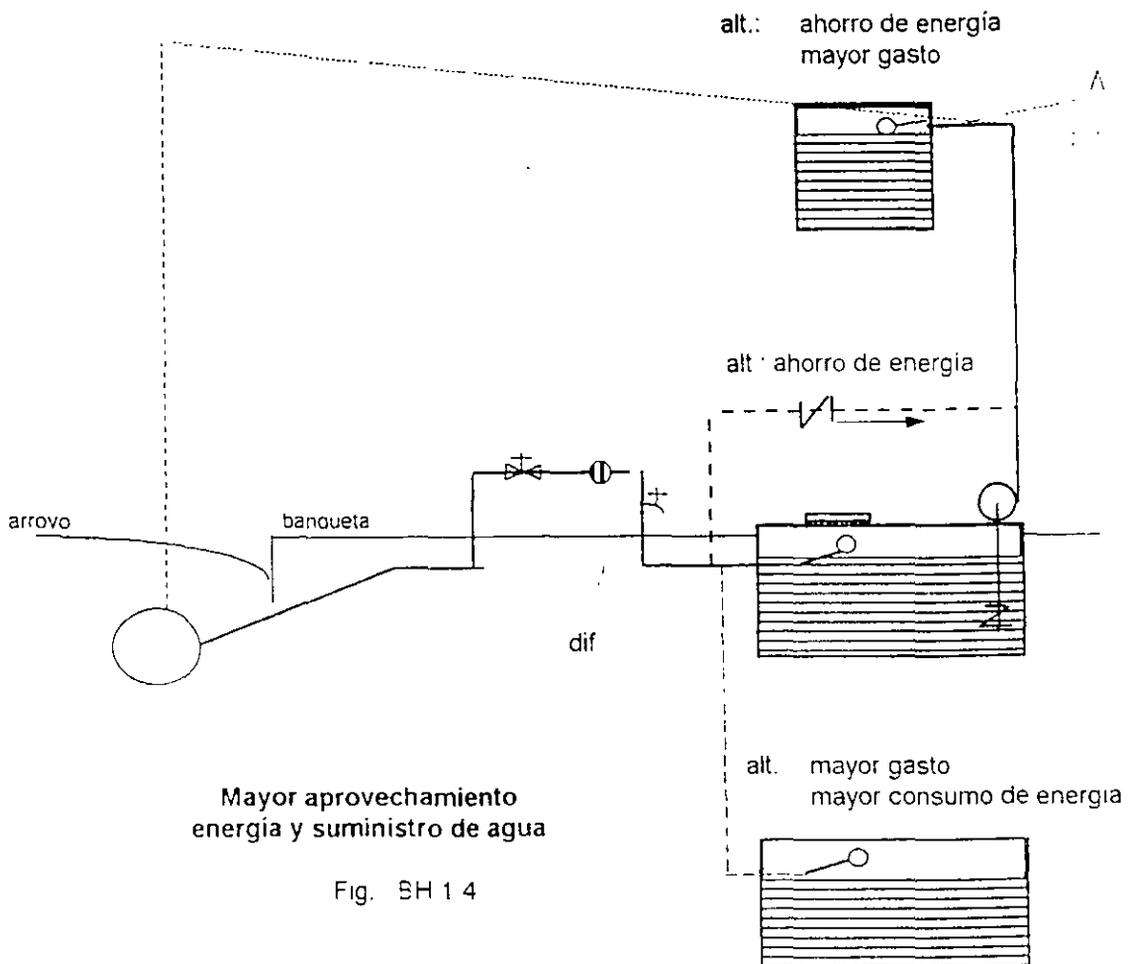


Fig BH 12



Mayor aprovechamiento
energia y suministro de agua

Fig. SH 1 4

FUNCIONAMIENTO DEL JARRO DE AIRE.

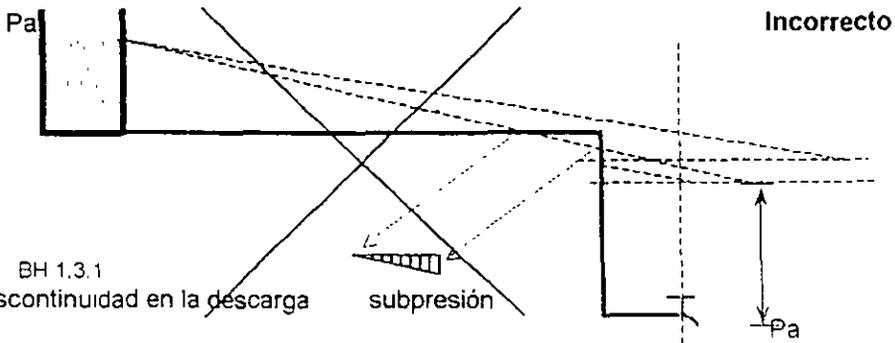


Fig BH 1.3.1
Discontinuidad en la descarga

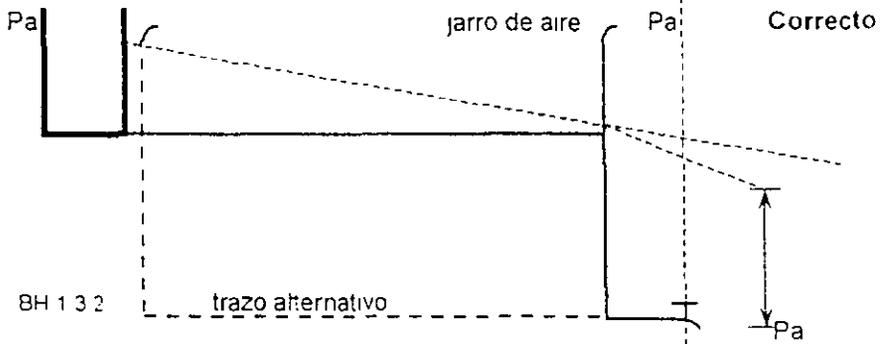


Fig BH 1.3.2

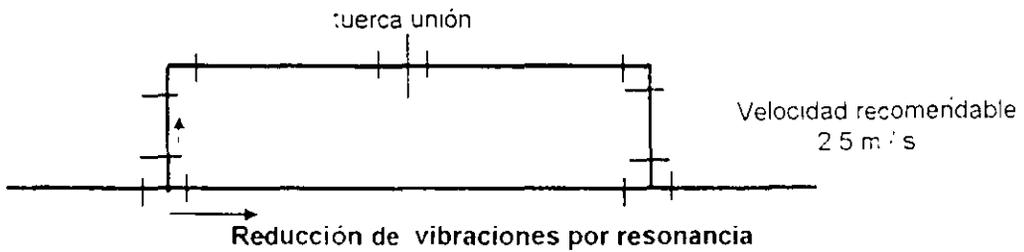
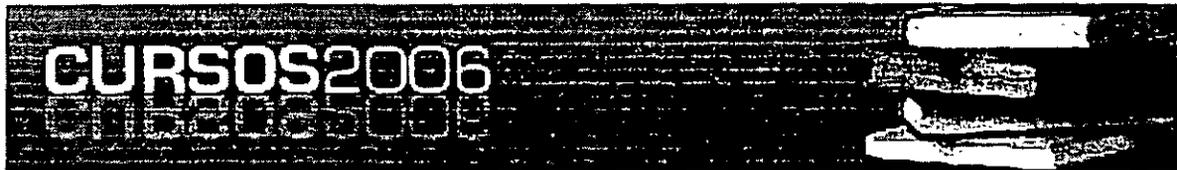


Fig BH 1.3.3



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA



CURSOS ABIERTOS

DIPLOMADO DE ADMINISTRACIÓN
DE MANTENIMIENTO

MANTENIMIENTO A INSTALACIONES
ESPECIALES
CA 273

TEMA

INSTALACIONES SANITARIAS

**EXPOSITOR: ING. JAIME MELÉNDEZ BORJA
ING. JORGE ARLANZON RIVERA
ING. FRANCISCO ARLANZON VILLEDA
DEL 15 AL 19 DE MAYO DE 2006
PALACIO DE MINERÍA**

INSTALACIONES SANITARIAS

MALOS OLORES.

Existen una serie de causas de olores desagradables, que en ocasiones pueden atribuir a los gases del drenaje; cuando se trata de aguas negras de descargas domésticas se tiene normalmente metanos y etanos. A continuación se presentan los problemas más comunes de este tipo:

Baños interiores.

P	S	Baños Interiores
1		Paso de olores desagradables hacia las habitaciones
	1	Instalar ductos de ventilación hacia el exterior para eliminar los malos olores

Baños con extractores.

P	S	Baños exteriores
1		Los olores permanecen e imposibilitan la entrada del aire fresco con el cual se eliminarán
	1	Se produce una presión negativa en el cuarto, que requiere de una entrada de aire para remplazar el aire desagradable. Por lo tanto, se debe colocar rejillas adecuadas en las puertas y/o muros exteriores para permitir la entrada de aire

Doble ventilación Dov.

P	S	Doble ventilación (dov)
1		Contaminación del aire fresco por los gases de la dov y el drenaje
		Los tubos de ventilación se corroen principalmente en la línea del techo y se rompen, permitiendo el escape de aire viciado y su posible mezcla con el de admisión de las unidades de ventilación
	1	La salida está generalmmente sobre el nivel del techo, y su localización debe considerarse en el proyecto sanitario coordinadamente con el arquitecto (acorde con la orientación y ubicación de ventanas) y el ingeniero del sistema de aire acondicionado, para evitar la contaminación del aire fresco en la admisión con los gases de esa ventilación
	2	En obras en operación, Mantenimiento deberá efectuar las modificaciones necesarias, como resultado de la revisión de la posición de las cajas de registro del drenaje y salidas de la doble ventilación

DRENAJE SANITARIO

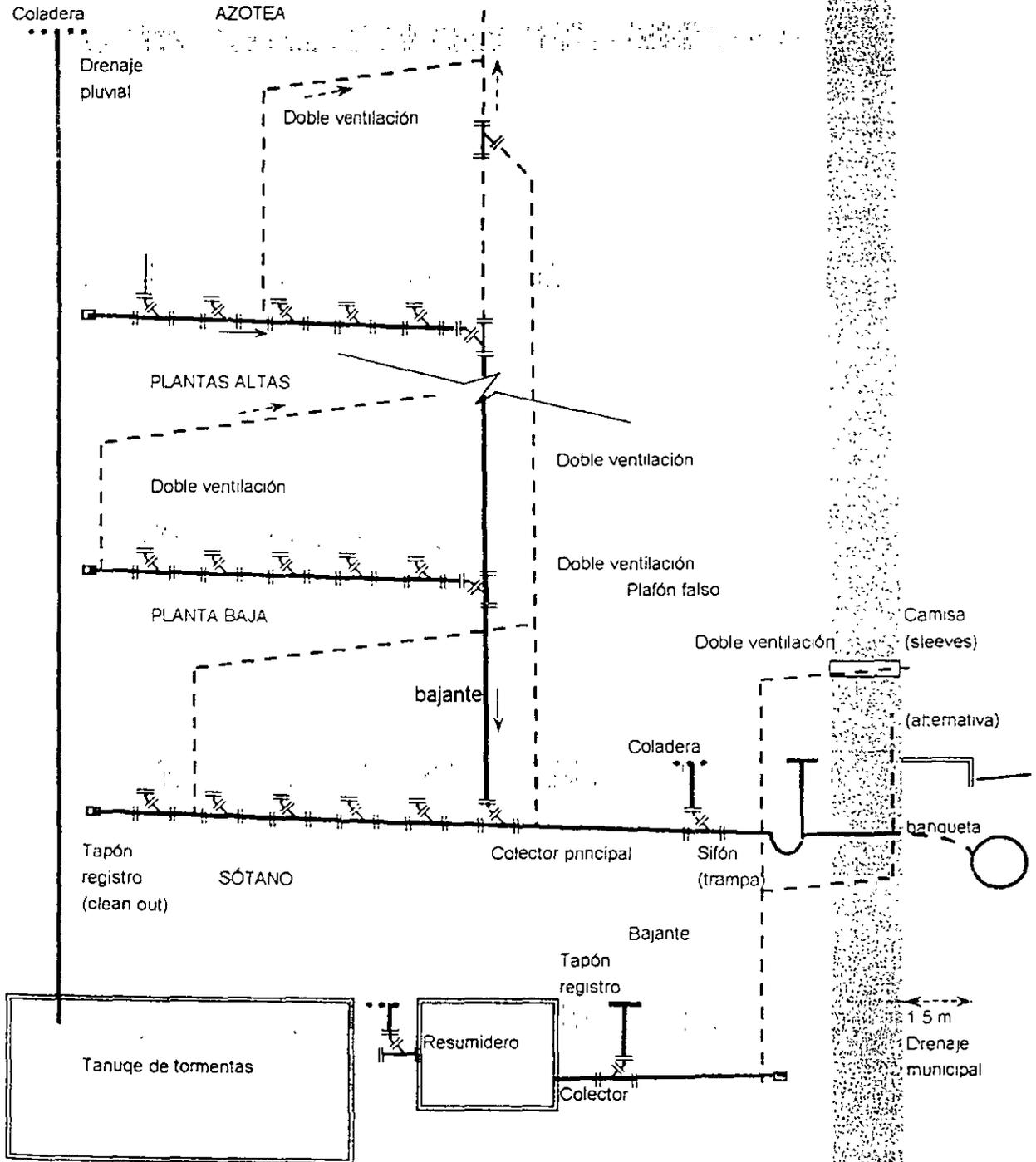


Fig BH 2 1

P	S	Doble ventilación
2		Obstrucción de la doble ventilación
3		Las costras de limo, formadas por la mezcla del aire húmedo del sistema de drenaje con el aire exterior, taponan la dov y origina malos olores
		Limpieza mecánica y uso de biocidas

Sellos de agua y sifones.

La pérdida de los sello de agua deja paso libre, a través de los sifones, a los gases de descomposición del alcantarillado que pueden entrar a los cuartos sin interferencia.

P	S	Pérdida de sellos de agua
1		Efecto de sifoneo (frecuente y grave). Se presenta por: Error de proyecto Obstrucción de la doble ventilación
2		Sellos y sifones sin agua debido a fuga y/o evaporación Se presenta en sitios abandonados
3		Drenado deliberado de los sifones para evitar el congelamiento del agua en ellos
	1	Rellenar. En zonas frías debe emplear alguna solución anticongelante; poner aceite en los sifones es ilegal en la mayoría de los lugares y representa un peligro de incendio
4		Obstrucción por roedores
		Las ratas que habitan en los drenajes cuando incursionan a través de los sifones. De los excusados principalmente, se ahogan en ellos por las superficies tan lisas de la cerámica que les impiden salir. Por la repulsión de la gente cuando se percatan de ello las tratan de drenar (por el sifón al operar o jalar el agua) provocando la obstrucción
	1	Saque el ratón y arrójelo a la basura
5		No "mande todo por un tubo" (expresión popular) en el que el excusado es un basurero por donde se arroja todo tipo de basura.
	1	Use el excusado para su función y emplee papel sanitario únicamente

Serpentinas de enfriamiento

En las unidades manejadoras del aire:

p	s	Serpientes de enfriamiento
1		Puede formarse limo
	1	Esto podrá evitarse mediante el uso regular de biocidas para controlar la formación de bacterias causantes del olor

DRENAJE SANITARIO

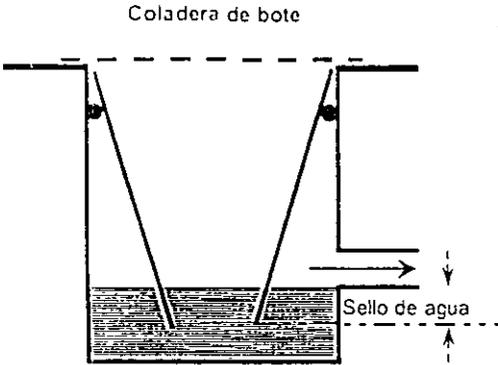
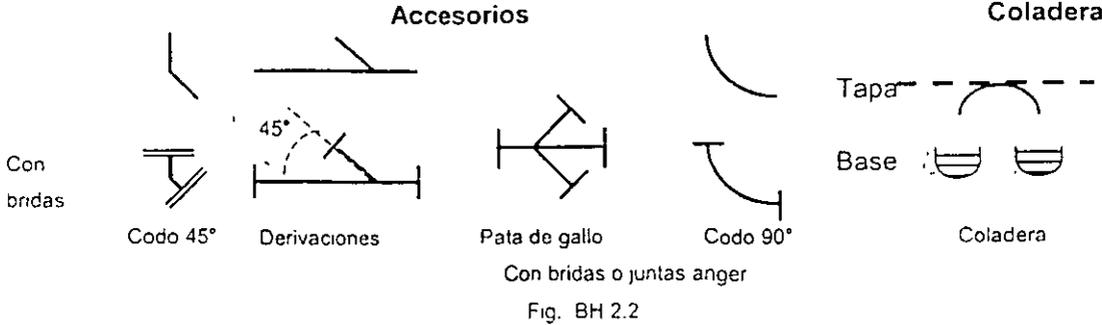


Fig BH 2.3

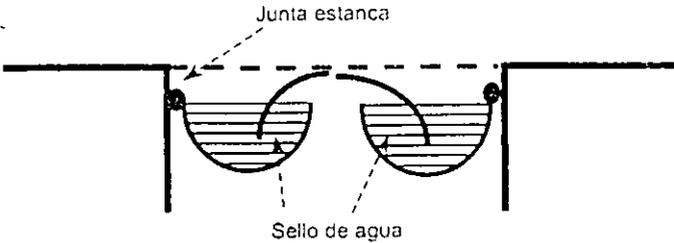
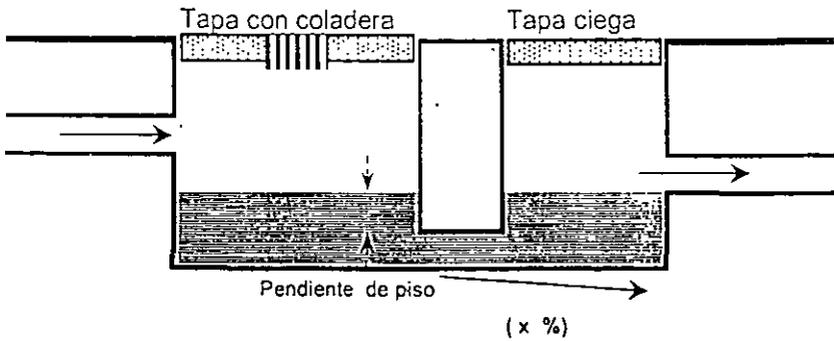


Fig BH 2.4



Trampa (sumidero)

Fig. BH 2.5

Incineradores.

P	S	Incineradores
1		Normalmente tiene una salida que sirve, tanto de tolva para la alimentación de los desperdicios al incinerar, como de tubo para la expulsión de los gases, producto de la combustión de los desperdicios.
	1	Prever las corrientes de aire en el techo de la construcción donde se instalará el incinerador, para evitar que estos olores desagradables sean arrastrados hacia las ventanas y ventilas de admisión de los sistemas de aire acondicionado o de calefacción del propio edificio

Condensados

En los drenajes industriales, de laboratorios y/o aquellos en los que fluye continuamente agua caliente (condensadores) pueden corroerse rápidamente, provocando condiciones que hacen que el local esté y huelga a humedad.

P	S	Condensados
1		Corrosión. Cuando el condensado caliente se mezcla con el agua en el dren, el aire disuelto en el agua de desperdicio es liberado y la mezcla aireada caliente puede provocar un rápido picado de la línea de drenaje (probablemente en unos pocos meses). Algunas veces es más fácil echar un poco de condensado al desperdicio que regresarlo a la caldera
	1	Regresar el condensado a la caldera o a alguna línea de retorno de condensados y no emplear el drenaje para disponer de los condensados. Para esto existen pequeños equipos comerciales que consisten de un tanque receptor, una bomba y un flotador que controla la bomba

OPERACIÓN EN MUEBLES

Desborde de los muebles de baño

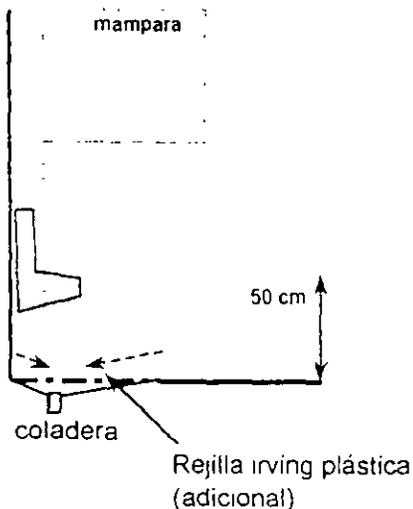
La causa más común para que esto suceda es:

P	S	Desborde de los muebles de baño
1		Mueble tapado, originado por: Objetos extraños arrojados al interior. Empleo excesivo de papel higiénico; uso de papel inadecuado (periódico, estraza, etc.)
	1	Limpiar por sondeo; el uso de sustancias representa el riesgo de ataque químico al mueble En ocasiones es necesario quitar el mueble y destapar
2		Tubería del drenaje tapado
	1	Limpiar por sondeo

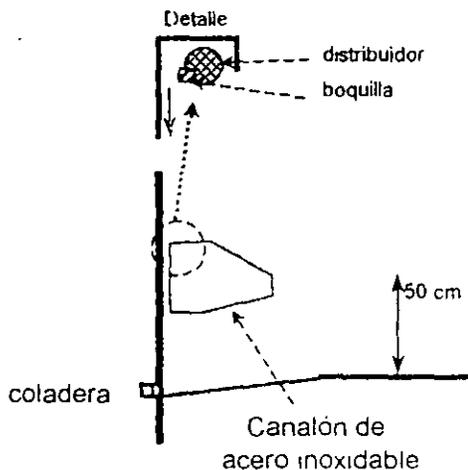
MINGITORIOS

Recomendaciones: No utilice fluxómetros.
 Emplee accionadores de pie.

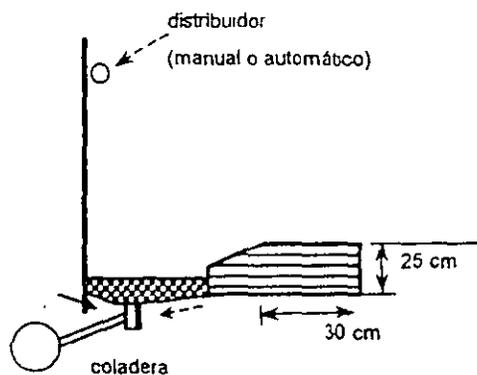
En grupo emplee válvulas inteligentes programadas por intervalos dentro del horario normal de operación



Opción 1
 Fig BH 2.6.1

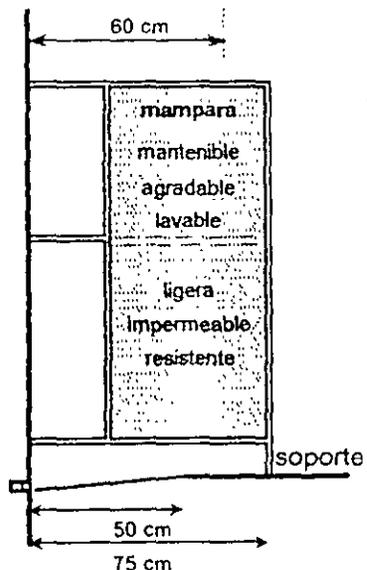


Opción 2
 Fig B H 2.6.2



Opción 3
 Fig. BH 2 6.3

 Relleno con: catsita, naftalina, hielo



Diseño de mampara
 Fig BH 2.6.4

Nivel inestable del agua en el excusado.

P	S	Nivel inestable del agua en el excusado
1		Cuando el nivel del agua del excusado es inestable
	1	El alcantarillado municipal es de diámetro insuficiente que origina sobrepresiones
2		Se presenta burbujeo en el espejo de agua
	1	Revisar la doble ventilación

Si estos efectos no son de tal magnitud que permitan el paso de los gases del alcantarillado a través de la trampa o sifonee el sello del agua, no se requiere corregirlo, pero es importante definir su causa para evitar problemas mas serios posteriormente.

Escurrimiento alrededor de los muebles

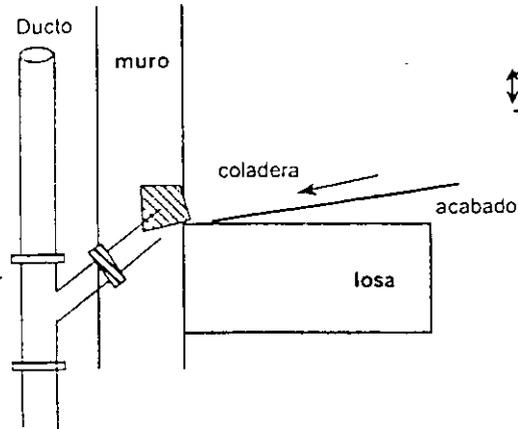
P	S	Escurrimiento alrededor de los muebles
1		Alrededor de los excusados Agua limpia. Sello inadecuado del flotador del tanque bajo que desborda por el orificio de la palanca
	1	Revisar válvula del flotador Agua servida. Junta deteriorada entre el mueble y el piso
	2	Remplazar la junta
2		Alrededor del lavabo Cuando las llaves no cierran perfectamente fluye el agua adherida a la tubería y chorrea
	1	Revisar el cierre de las válvulas
	2	Instalar botaguas en la nariz de las llaves De origen se instalan, pero frecuentemente se pierden

Duchas

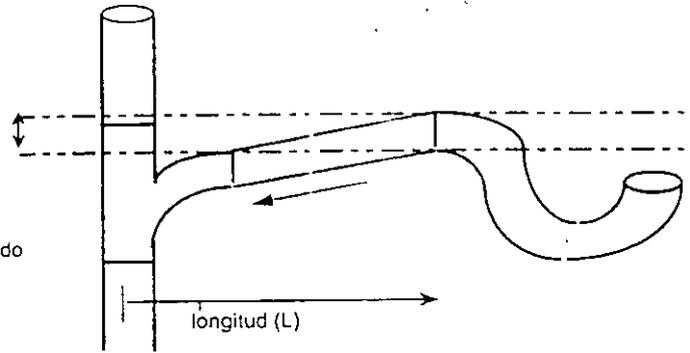
P	S	Duchas
1		En las coladeras de las duchas (regaderas) donde se instalan coladeras con sello de agua con paso estrecho (diámetro de 50 mm), se acumulan cabellos y jabón que forman un tapón
	1	Limpiar las coladeras en base a la siguiente frecuencia: $F = 2M + H$
		En donde: F es frecuencia en meses M número de mujeres que hacen uso de la ducha H número de hombres que hacen uso de la ducha

INSTALACIÓN SANITARIA.

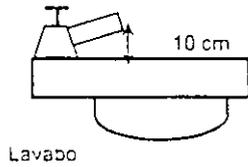
BH2-San



Detalle de drenaje de piso
Fig. BH 2 7



Pendiente de descarga del sifón
Fig. BH 2 8



Aislamiento entre agua potable y servida
Fig. BH 2 9 1

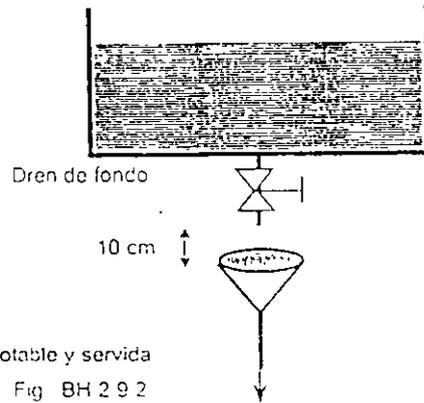
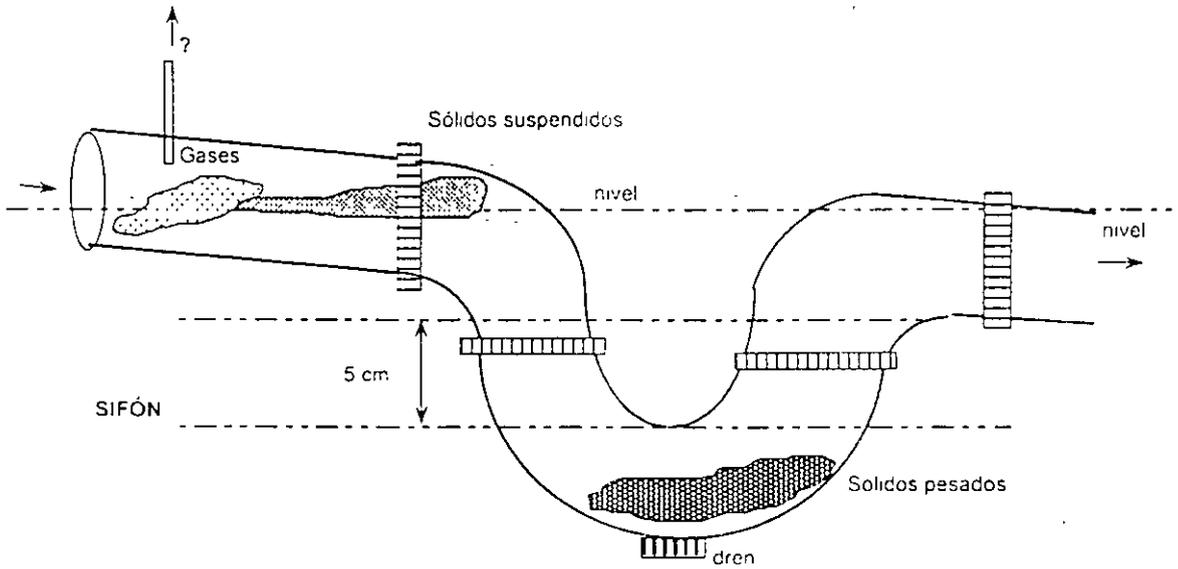


Fig. BH 2 9 2



Operación del sifón
Fig. BH 2 10

FUGAS

Las fugas en los drenajes de aguas servidas domésticas son poco frecuentes debido a que operan como canales. Las causas más comunes que originan las fugas son:

P	S	Fugas
1		Corrosión
	1	Emplear materiales con mayor resistencia a la corrosión
2		Temblores
	1	Rotura de tuberías. Reemplazar por materiales plásticos y en los casos que se justifique emplear juntas flexibles (industria, hospitales)

DRENAJE MUNICIPAL

P	S	Drenaje municipal
1		No fluye el drenaje de los edificios hacia la red municipal. En drenajes combinados, pluvial y sanitario, en épocas de lluvia se sobrecarga el drenaje y puede impedir la descarga de los edificios e incluso meter agua a éstos.
	1	Para evitar que el agua del albañal se regrese al edificio, se debe instalar una válvula de retención en el colector de descarga del edificio. En las ciudades con drenajes independientes, pluvial y sanitario, no es frecuente que se presente este problema.

Descarga por gravedad

Cuando el drenaje municipal está en un nivel más bajo que el colector del edificio, el flujo del agua servido es por gravedad:

P	S	Descarga por gravedad
1		El agua regresa por las coladeras
	1	El sifón del colector o la conexión al albañal deben limpiarse
2		El agua sale por las coladeras únicamente cuando hay una lluvia fuerte, por sobrepresión debido a: <ul style="list-style-type: none"> • Obstrucción en las bajantes • Diámetro reducido
	1	Limpiar Ramales horizontales de diámetro insuficiente
	2	Incrementar el diámetro de las bajantes
	3	Instalar tapones (tapas ciegas) removibles en sustitución de las coladeras; retirarlos cuando sea necesario lavar el piso.
	4	Instalar tapones sólo cuando se espera una fuerte lluvia; existe el riesgo de inundar el sótano, si se dejan colocados y se rompe algún tubo. El instalar tapones requiere del conocimiento y atención del personal de mantenimiento para su empleo adecuado.

DOBLE VENTILACIÓN.

BH2-San

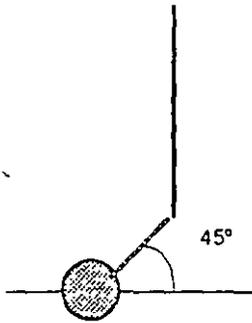


Fig. BH 2.11
Conexión al drenaje

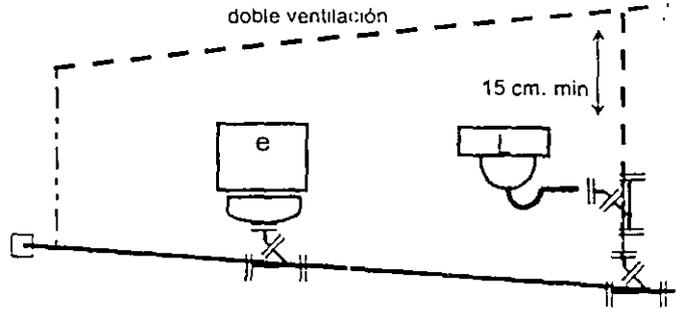


Fig BH 2.12

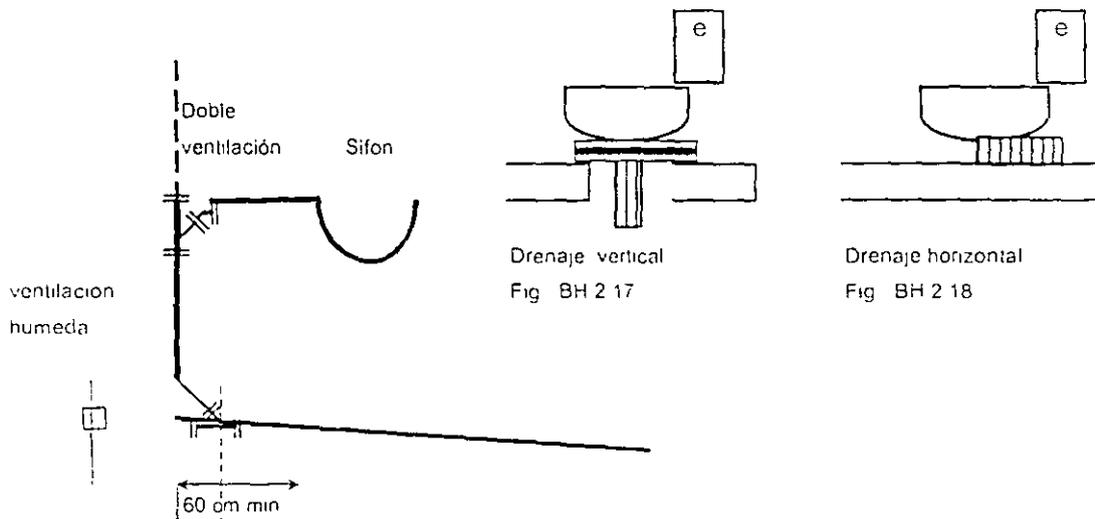
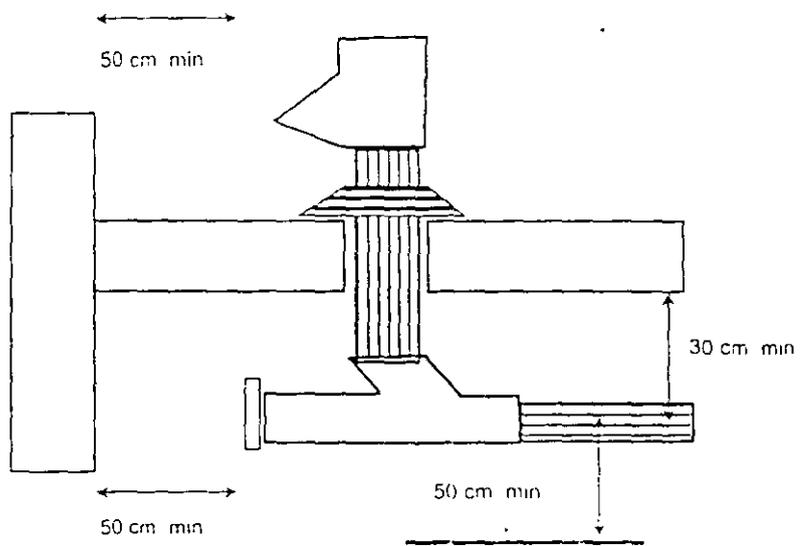


Fig BH 2 16
Conexión al drenaje

Fig 2.19
Dimensiones
recomendables
para mayor
mantenibilidad



Descarga por bombeo

Cuando el drenaje municipal está en un nivel más alto que el colector del edificio se requiere de un sumidero con bomba o eyector:

P	S	Descarga por bombeo
1		El agua sale por las coladeras
	1	Revisar los controles y/o tubería del sumidero al drenaje
	2	Revisar la válvula de retención en la descarga de la bomba

FILTRACIONES

Filtración por agua limpia

P	S	Filtración por agua limpia
1		El sótano del edificio se inunda por Una fuga en la línea municipal Una fuga en la línea de acceso de agua al edificio
	1	Localizar la fuga y eliminarla. Existen aparatos para detectar fugas mediante el sonido que produce el agua al escapar
2		Filtración por fugas en los drenajes bajo el piso
	1	Detectar y eliminar la fuga. Los aparatos de detección de fugas por sonido en estos casos no son aplicables debido a que el agua no tiene presión para hacer el ruido suficiente al escapar. En estos casos se aplican métodos de rastreo químico.

Filtraciones de agua del subsuelo

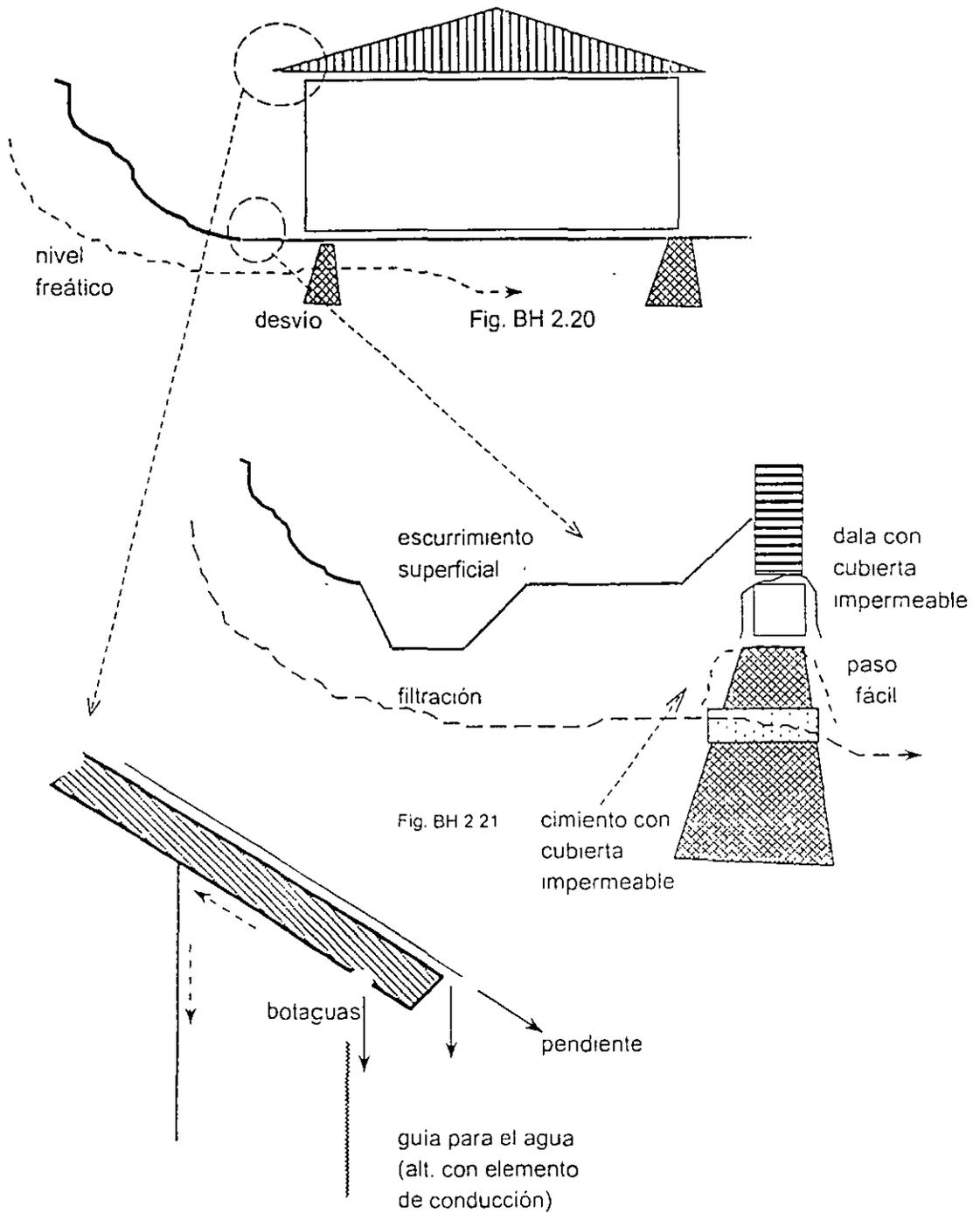
P	S	Filtraciones de agua del subsuelo
1		Estas se incrementan en la época de lluvias, cuando el nivel freático sube
	1	Emplear selladores y/o impermeabilizantes Su uso generalmente es decepcionante

Es muy difícil evitar la entrada del agua al sótano, si hay nivel de agua sobre él en los terrenos alrededor; la mejor solución es desviar y drenar esta agua. Un paliativo es regar una solución de agua con silicato de sodio en el terreno que rodea al edificio, el cual penetra en los pequeños espacios por donde el agua se está filtrando y tiende a taparlas; silicones de patente y materiales a base de resina epóxica.

Para identificar el agua del subsuelo y distinguirla del agua municipal, es necesario el análisis químico, por la presencia o ausencia de algunos componentes del agua.

DRENAJE PLUVIAL

BH2-San



FILTRACIONES DE CONDENSADOS

P	S	Filtraciones de condensados
1		Cuando hay una recuperación automática a la caldera, la cantidad de pérdida del condensado no será notoria
		Una pérdida excesiva de condensado será indicado por un incremento rápido en la concentración de cloruro en el agua de la caldera. Analice el tratamiento de agua de la caldera para que determine la magnitud de la pérdida de condensado
		Se recomienda localizar y corregir el problema de filtraciones de agua, pues puede conducir a problemas tales como: <ul style="list-style-type: none">- Debilitación del suelo bajo los cimientos para soportar el peso de la estructura- Minar el terreno bajo el piso
	1	Si el problema de filtraciones persiste, se sugiere construir un cárcamo de bombeo para el drenado. La cantidad de agua que está entrando en el piso, los cambios en el nivel del agua del cárcamo y la frecuencia de la operación de la bomba puede dar claves para encontrar la fuente de la que el agua proviene

Subsuelo contaminado

Desafortunadamente se tienen un gran número de empresas en las que no se ha efectuado un Mantenimiento adecuado, revisando el manejo de sus contaminantes, como es el caso de tanques de combustible u otros líquidos que han fugado durante mucho tiempo y que no fue detectado.

El procedimiento de descontaminación de este terreno y su afectación a las aguas subterráneas debe ser efectuado por empresas con experiencias y conocimientos, aprobado por las autoridades.

El retirar el material de un predio y reubicarlo, no es remediación, práctica absurda y empleado por algunas empresas.

Los procesos aplicados en general deberán de ser una combinación física, química y biología, ya que difícilmente es posible descontaminar mediante un solo procedimiento. En general debe ser "lavado" el material contaminado, con la opción de volver a ser empleado. De otra forma, es necesario confirmarlo como residuos peligrosos.

Para la dosificación y monitoreo del comportamiento del proceso de descontaminación es conveniente el tendido de una rejilla, mediante la aplicación de catdrenes (fig. BH 2.21), que permite un mejor drenado, menor costo y mayor acceso y control.

Tabla BH 2.1

CATSITA

RELACION DE VARIANTES Y SUS APLICACIONES

Clave	CATSITA	Aplicación	Efectos
A - 01	Catalizador	Vehículos Gasolina	Ecología
A - 02	Catalizador	Vehículos Diesel	Ecología
F - 01	Modificador de suelos	Agricultura	Ecología Productividad
H - 01	Adsorción	Fe Mn	Aprovechamiento del Agua
H - 02	Ablandamiento	Reducir en el agua la dureza	Calderas
H - 03	Denitrificante	Soluciones amoniacales	Amoniacaes
I - 01	Material filtrante	Reducción de cloro	Substituye carbón activado (carbón blanco)

Tabla Bh 2.2

CANASTITA

ANÁLISIS COMPARATIVO CON LAS RESINAS

Propiedad	Resina	Catsita
Composición química	Copolimero orgánico	Silicoaluminato
Costo	Muy alto	Bajo
Estabilidad a la radiación	Baja	Alta
Estabilidad en solución	Alta	Baja
Estabilidad térmica	Baja	Alta
Estructura	Amorfa	Cristalina
Porosidad	Aprox. 10 mm	Específica > 1 mm
Resistencia mecánica	Variable	Alta
Resistencia a la atrición	Alta	Variable
Tamaño de partícula	Variable	Variable

Una ventaja adicional con el tendido de estas rejillas es satisfacer el requerimiento (oficial) cada vez mayor de filtrar agua al subsuelo y no se dispone de superficie suficiente sin pavimentar para su filtrado.

Rastreo

Químico. Se emplea para detectar filtraciones de importancia, como pueden ser la del agua de la torre de enfriamiento de un edificio; en caso de tener tratamiento químico, se detectará en el agua que se filtra, si este es el origen. Emplear el mismo producto químico del tratamiento del agua de enfriamiento como rastreador dificulta la detección, debido a la posibilidad de estar muy diluido o modificado por su contacto con el suelo.

Tintas industriales adecuadas. Pueden ser añadidos al sistema que parezca ser la fuente del agua que filtra al sótano.

Uso de polvos. Estos se colocan en el piso en el que se esperan filtraciones; se puede utilizar varios colores al mismo tiempo y el que aparezca en el agua filtrada indicará por donde proviene el problema.

MANTENIMIENTO

Los propietarios de los edificios, independientes de lo que sobre el particular establezcan los contratos que lleven a cabo con los inquilinos, serán los responsables ante las autoridades sanitarias, de la conservación, buen estado y mantenimiento de las instalaciones y servicios sanitarios, muros, piso, techos, y en general de los propios edificios, con el fin de que éstos se encuentren ajustados a lo dispuesto en el reglamento (art. 126).

En los edificios destinados a departamentos, los propietarios están obligados a mantener aseados los patios generales, los de servicio, excusados, mingitorios, baños y dispositivos de agua que sean de uso común para los inquilinos, así como todas aquellas partes del edificio que no pertenezcan a las habitaciones o departamentos (art. 128). La limpieza de patios excusados, tinacos, pisos y muros de uso exclusivo para cada departamento, será por cuenta de los inquilinos ocupantes de los edificios (art. 129). Tanto los propietarios como los inquilinos, están obligados a que los obturadores hidráulicos establecidos en los patios generales de servicio o especiales de los departamentos tengan agua evitar malos olores (art. 132).

Cuando las dependencias de un edificio se destinen a usos comerciales o industriales, las obras de acondicionamiento sanitario que se requieran quedan a cargo de los inquilinos, así como su conservación y mantenimiento (art. 133). Las obras de acondicionamiento no deberán alterar las condiciones sanitarias del edificio y para ejecutarlas se requiere la autorización del propietario.



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS 2006

DEL 15 AL 19 DE MAYO



CURSOS ABIERTOS

DIPLOMADO DE ADMINISTRACIÓN
DE MANTENIMIENTO

MANTENIMIENTO A INSTALACIONES
ESPECIALES
CA 273

TEMA

TRATAMIENTO DE AGUA

**EXPOSITOR: ING. JAIME MELÉNDEZ BORJA
ING. JORGE ARLANZON RIVERA
ING. FRANCISCO ARLANZON VILLEDA
DEL 15 AL 19 DE MAYO DE 2006
PALACIO DE MINERÍA**

TRATAMIENTO DE AGUA.

El agua tiene primordial importancia en la operación de calderas de aquí la necesidad de establecer bases de conocimiento que nos permitan su utilización en la forma más eficiente y segura.

El agua es el compuesto mas abundante en la superficie del planeta, el mas utilizado y por consiguiente el mas necesario.

El cuidado del agua de una caldera es de suma importancia y deberá coadyudar al comportamiento y buen servicio de la caldera.

La utilización y tratamiento del agua es bastante complicado, por lo que requiere estudios amplios y profundos, que requieren utilizar al técnico, consultor o profesional experto en el diseño e instalación de un sistema de tratamiento del agua, nos concretaremos solo en la parte básica.

El equipo de alimentación de agua de nuestra caldera debe de ser checado de tal forma que siempre este listo para su utilización.

Deberemos de tener especial cuidado en revisar tuberías, válvulas, bombas de alimentación para que su instalación este de acuerdo a las normas y reglamentos vigentes.

El cumplir con los requerimientos de la calidad del agua nos aseguran una larga y económica vida de la operación de nuestra caldera. Con objeto de poder tratar el agua a utilizar deberemos de tener el conocimiento de los factores e impurezas que tiene influencia sobre la calidad del agua.

P.H. DEL AGUA

Al potencial del hidrógeno se le llama pH y corresponde al logaritmo del inverso de la concentración de iones de hidrógeno.

Se mide en la escala de 0 al 14.

Cuando la concentración de iones (H^+) es igual a la concentración de iones (OH^-) se tiene un pH igual a 7.

Valores menores de pH menores a 7 significa que la concentración de iones (H^+) es mayor que la concentración de iones (OH^-) tendremos una solución ácida si la solución de pH es mayor que 7 se denomina solución alcalina.

ALCALINIDAD

Para determinar la alcalinidad en el agua se utilizan soluciones patrón ácida estándar. Fenoftaleina y anaranjado de metilo.

Los resultados de la titulación con anaranjado de metilo se expresa como "alcalinidad anaranjado de metilo" y comúnmente se representa por "M" si utilizamos fenoftaleina se expresará como "alcalinidad fenoftaleina" y es común representarlo con la letra "P".

La alcalinidad total corresponde a la suma de $M + P$ expresada como carbonato de calcio.

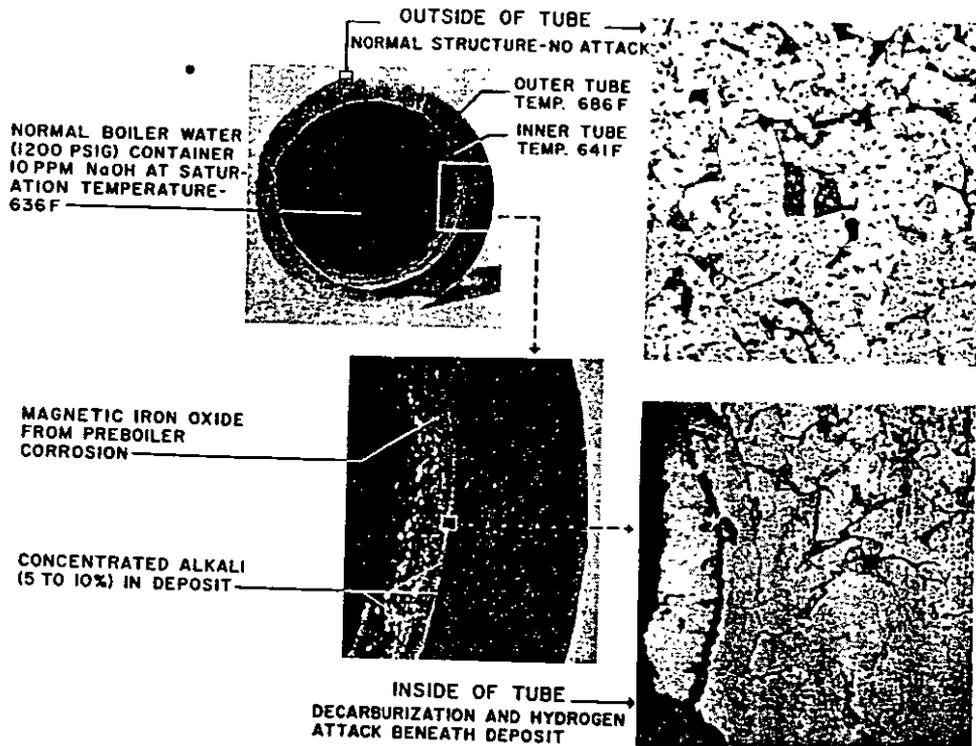
En forma práctica para mantener la mínima corrosión deberemos de tener un pH entre 9 y 11.

CALDERAS - GENERADORES DE VAPOR

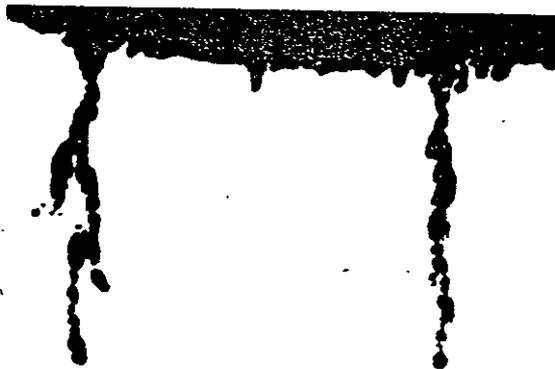
TEORIA - MANTENIMIENTO

8.1.-

DAÑOS OCACIONADOS POR OXIDACION. DEPOSITO DE OXIDO.
CORROSION.



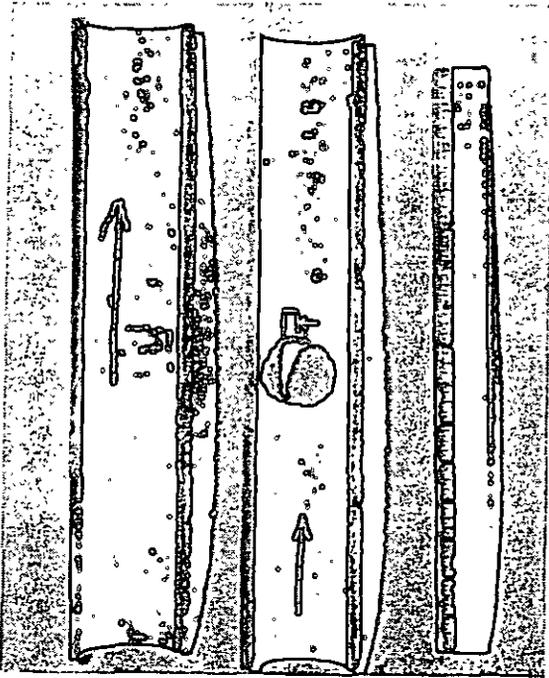
Effect of attack upon metal lying beneath an oxide deposit



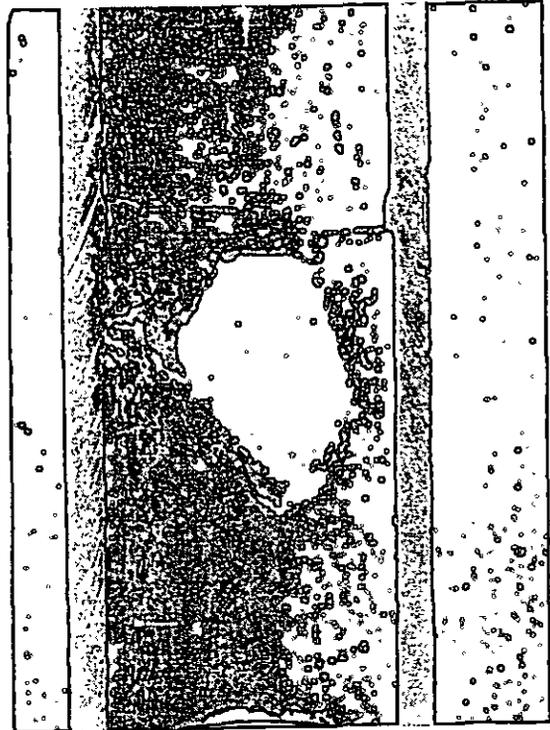
CALDERAS - GENERADORES DE VAPOR

TEORIA - MANTENIMIENTO

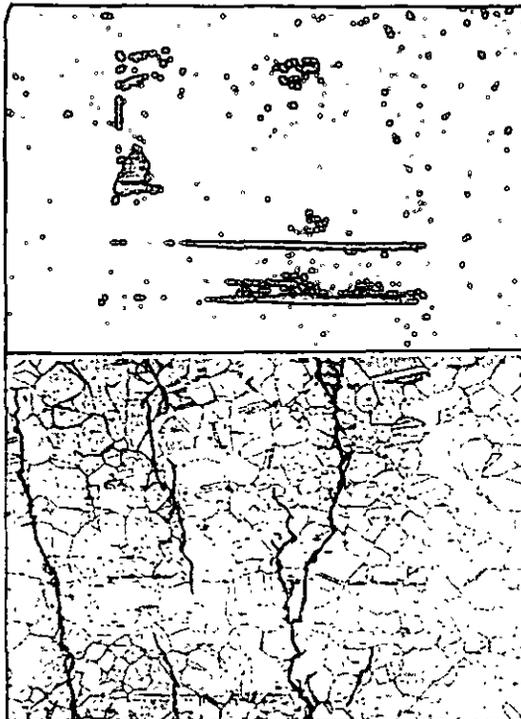
DAÑOS PRODUCIDOS POR LA CORROSION.



Corroded area away from shop weld



Corrosion of shop flash weld



Very rapid failure of Type 316 austenitic steel through stress corrosion on exposure to water containing excessive halogen and oxygen content.



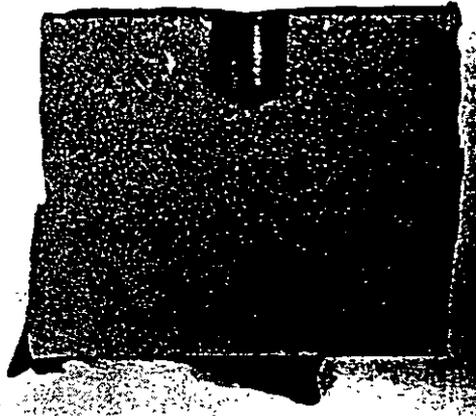
Oxygen pitting of a carbon boiler tube.

CALDERAS - GENERADORES DE VAPOR

TEORIA - MANTENIMIENTO

8.3.-

GRIETA OCACIONADA POR CALENTAMIENTO _ ENFRIAMIENTO.



LA FOTOGRAFIA MUESTRA UNA GRIETA OCACIONADA EN EL ESPESOR DE 1 1/4" DE UN DOMO DE UNA CALDERA TUBOS DE AGUA, LA CAUSA FUE UNA SERIE DE ESFUERZOS TERMICOS EN EL INTERIOR DEL DOMO COMO CONSECUENCIA DE UN CICLO DE CALENTAMIENTO Y ENFRIAMIENTO POR VARIOS AÑOS.



INCRUSTACIONES

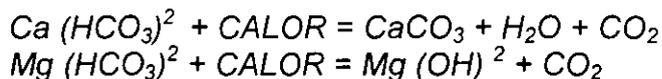
Existen sustancias disueltas en el agua que al calentarse y convertirse en vapor de depositan acumulándose dentro de la caldera, estas primero separan el oxígeno y el anhídrido carbónico, luego se depositan las impurezas y finalmente las sustancias difícilmente solubles quedan en forma de "incrustaciones".

Estas incrustaciones actúan como aislantes térmicos, lo cual dificulta la operación eficiente de la caldera.

En tales condiciones al pasar los gases por el interior de los tubos, el agua no puede absorber eficientemente el calor, además el tubo se clienta anormalmente dando como consecuencia la dilatación de los tubos y posteriormente casi siempre ocasiona fugas de agua.

La incrustación tiene su origen al decrecer la solubilidad de algunas sales principalmente las de magnesio y las de calcio, las cuales son las que producen la "dureza" del agua.

El sulfato de calcio, es muy poco soluble a altas temperaturas produce la formación de capas incrustantes bastante difíciles de remover. Cuando aumente la temperatura del agua se tiene la descomposición de los bicarbonatos, los cuales en presencia de calcio y magnesio nos dan:



Si el agua contiene carbonatos de calcio y magnesio se dice que tiene una dureza temporal, dado que estas impurezas pueden ser precipitadas como lodos.

Si el agua tiene sulfatos de calcio y magnesio se dice que tiene una dureza permanente, dado que estas impurezas no se precipitan como sólidos hasta que el agua es calentada a una temperatura superior a 300°F.

ESPUMEO Y ARRASTRE

Por espumeo se entiende la condición en la operación de una caldera en la que la espuma estable es producida, puede ser acompañada o no por el arrastre de agua, lo cual es muy destructivo.

La causa del espumeo es la condición del agua misma de la caldera, una muy alta concentración de sales disueltas es una frecuente causa de espumeo.

El espumeo también resulta a veces por la saponificación del agua de la caldera a través de una mezcla de aceites o grasas con los álcalis.

La materia orgánica que se encuentre dentro de la caldera puede ser otra fuente de espumeo.

Los factores que afectan el arrastre de sólidos y por consiguiente espumeo.

- 1.- Condiciones Mecánicas.- Diseño, circulación, características de los domos*
- 2.- Condiciones del Agua.- Alcalinidad, concentración, materia orgánica*
- 3.- Condiciones de Operación.- Capacidad, presión, nivel de agua, purgas.*

CORROSIÓN

Los gases no condensables a la temperatura normal, encontrada en el agua cruda, son agentes corrosivos los cuales siempre son arrastrados por el agua, siendo el más peligroso y dañino el oxígeno y en segundo lugar el bióxido de carbono.

El oxígeno ataca el fierro formando hidróxido férrico, dando "ampulas" en el material y dependiendo del tiempo puede a llegar a perforar al metal.

El bióxido de carbono corroe al material, muy especialmente en presencia de oxígeno.

Ahora bien este bióxido de carbono combinado con el agua forma ácido carbónico, el cual es corrosivo.

En algunas otras circunstancias se presenta otro gas llamado hidróxido de amonio o alcali, el cual si bien no corroe las partes metálicas, ataca las partes de cobre empleadas en válvulas y conexiones.

FRAGILIZACIÓN CÁUSTICA.

Esta se presenta cuando se somete el metal de la caldera a esfuerzos más altos del límite elástico y ponerse en contacto con soluciones cáusticas calientes y de alta concentración.

Esta fragilización desarrolla fallas inter cristalinas comúnmente llamadas "fragilidad cáustica", la cual es altamente peligrosa, dado que no es detectable ni se presenta en forma aparente.

IMPUREZAS QUÍMICAS MÁS COMUNES EN EL AGUA.

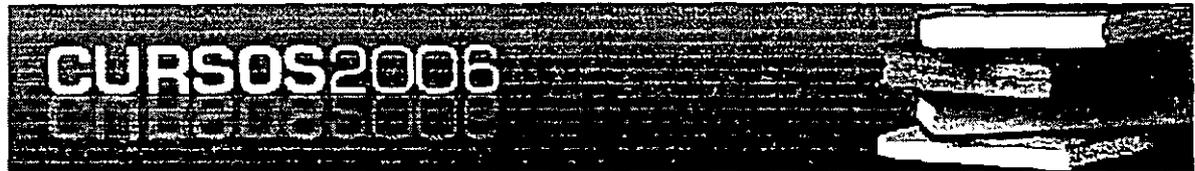
NOMBRE	FÓRMULA	NOMBRE COMÚN	EFECTO
Dióxido de silicio	SiO ₂	Sílice	Incrustación
Carbonato de calcio	CaCO ₃	Caliza, calcita	Incrustación
Bicarbonato de calcio	Ca(HCO ₃) ₂		Incrustación
Sulfato de calcio	CaSO ₄	Yeso de Paris	Incrustación
Sulfato de magnesio	MgSO ₄	Sales EPSOM	Incrustación
Bicarbonato de magnesio	Mg(HCO ₃) ₂		Incrustación
Hidróxido de magnesio	Mg(OH) ₂		incrustación
Dióxido de carbón	CO ₂		Corrosión
Cloruro de calcio	CaCl ₂		Corrosión
Cloruro de magnesio	MgCl ₂		Corrosión
Carbonato de sodio	Na ₂ CO ₃	Soda ASH, Sosa	Alcalinidad
Hidróxido de sodio	NaOH	sosa cáustica	Cristalización
Hierro	Fe	Fierro Hierro	Precipitación
Manganeso	Mn		Precipitación

Siempre es necesario reponer el agua que se va perdiendo en un sistema de calderas.

A esta se le llama "agua de alimentación", esta agua nunca esta pura di no que contiene en mayor o menor cantidad algunas de las impurezas antes mencionadas aun el agua de lluvia, la cual es casi pura, contiene oxígeno disuelto y dióxido de carbono lo cual la hace corrosiva, de aquí la imperiosa necesidad de tratar el agua que se alimenta a la caldera.



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA



CURSOS ABIERTOS

DIPLOMADO DE ADMINISTRACIÓN
DE MANTENIMIENTO

MANTENIMIENTO A INSTALACIONES
ESPECIALES
CA 273

TEMA

PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

EXPOSITOR: ING. JAIME MELÉNDEZ BORJA
DEL 15 AL 19 DE MAYO DE 2006
PALACIO DE MINERÍA

SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

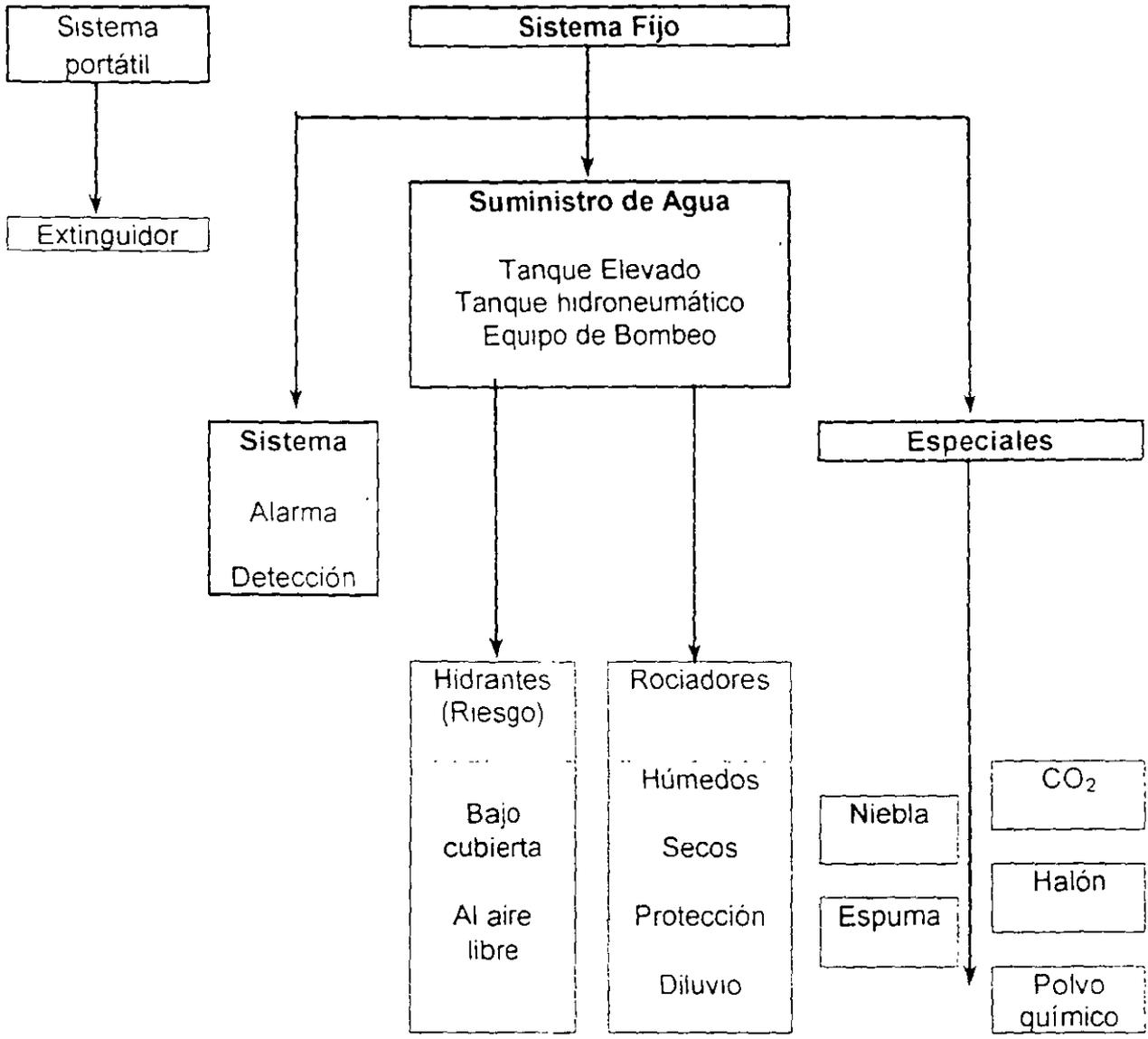
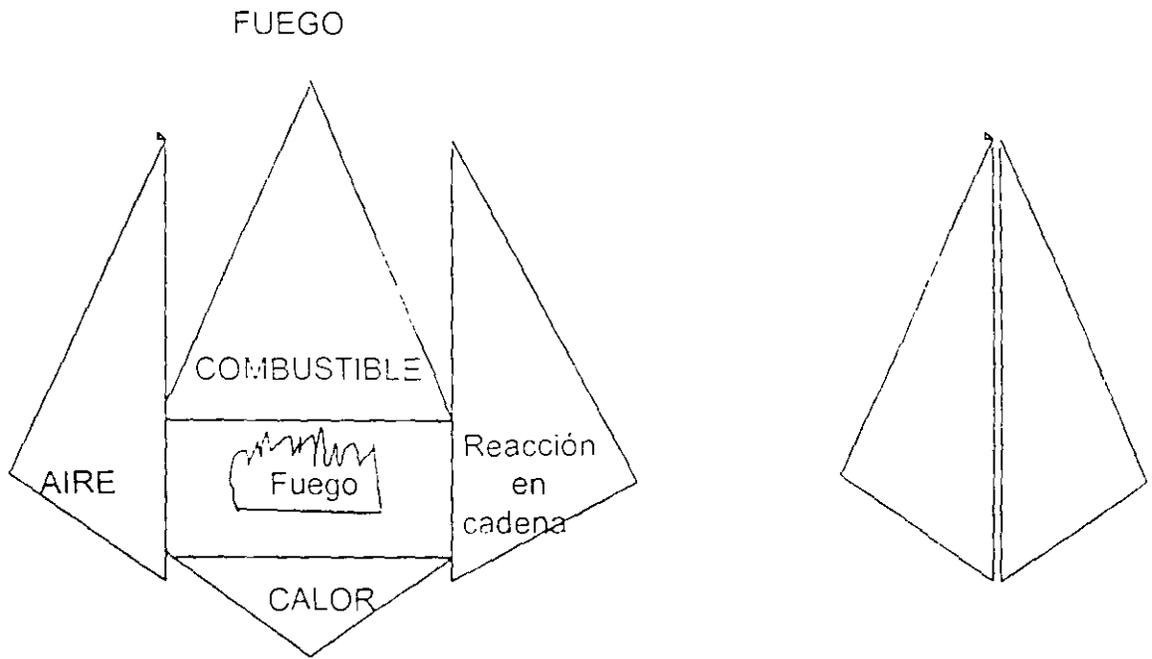


Fig BH 5.1



TRIÁNGULO DE FUEGO

Fig BH 5.2



PIRÁMIDE DEL FUEGO

Fig BH 5.3

MANTENIMIENTO DE EXTINGUIDORES.

Extinguidor de agua.
<ul style="list-style-type: none"> - Verificar la presión del aire dos veces por año. - Prueba hidrostática al tanque cada 5 años.
Extinguidor de soda y ácido.
<ul style="list-style-type: none"> - Recargar cada año. - Prueba hidrostática al tanque cada 5 años.
Extinguidor de espuma química.
<ul style="list-style-type: none"> - Recargar cada año. - Prueba hidrostática al tanque cada 5 años.
Extinguidor de espuma mecánica.
<ul style="list-style-type: none"> - Verificar la presión cada 4 meses, en el tipo de tanque a presión permanente. - Pesar el cartucho una vez al año, en el tipo de cartucho a alta presión.
Extinguidor de polvo químico.
<ul style="list-style-type: none"> - Comprobar la presión cada 4 meses, en el tipo de tanque a presión permanente - Pesar el cartucho una vez al año, en el tipo de cartucho a alta presión. - Prueba hidrostática al tanque cada 10 años.
Extinguidor de bióxido de carbono.
<ul style="list-style-type: none"> - Llenar una vez al año. <li style="padding-left: 20px;">Si el peso ha disminuido en un 15% deberá recargarse de inmediato - Prueba hidrostática al tanque cada 12 años
Extinguidor de halón.
<p>Dado que el halón agota el ozono estratosférico, se determinaron sus controles en el protocolo de Montreal 1990, conforme a.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reducción del 50 % (referido a 1986) en la producción y consumo para el año 1995. - Desaparición paulatina entre los años 2000 y 2005, a excepción de usos esenciales. - Agentes aprobados por Underwriters Laboratories (UL) y Factory Mutual (FM): - Energen - Fire Master 200 (FM200)
Tanque a presión permanente.
<ul style="list-style-type: none"> - Funciona por medio de la liberación súbita de la presión contenida en el interior del aparato al accionar una válvula.

Tabla BH 5.2

MANTENIMIENTO A FUENTES DIRECTAS.

1. Tanques elevados.
Mantener la limpieza del tanque (cubrera) y sus accesorios (cárcamo de la válvula de pie de la alimentación y el entorno de la base del tanque).
Inspeccionar periódicamente el estado físico del tanque.
Mantener el tanque elevado lleno de agua, para asegurar el combate contra incendio y su funcionamiento eficaz. Además evita la contracción en los tanques de madera y la corrosión innecesaria en los tanques de acero.
Mantener la tapa del tanque cerrada herméticamente y en buen estado de conservación.
Conservar en buen estado las escotillas
En zonas extremas de frío conservar la camisa anticongelante de la tubería de alimentación.
Inspeccionar los aparatos de calefacción en su debido orden y compruébese el mantenimiento de la temperatura adecuada en tiempo de heladas.
Inspeccionar detenidamente todo el equipo del tanque, la tubería, las válvulas de control, las válvulas de retención, los sistemas de calefacción, los manómetros, las juntas de expansión y demás accesorios.
2. Depósitos a presión.
Inspeccionar con regularidad los tanques de presión a fin de comprobar el nivel de agua y la presión del aire.
Consultar los reglamentos locales de seguridad, respecto al mantenimiento y prueba de tanque de presión
Inspeccionar periódicamente todo el equipo del tanque, la tubería, las válvulas de control, las válvulas de retención y los manómetros.
3. Equipo de bombeo.
Manténgase la casa de bombas limpia, accesible en todo momento y a la temperatura debida para evitar la congelación.
Usar el equipo de bombeo solo para dar protección en casos de incendio más no para el servicio de la planta
Cada bomba debe operarse a máxima capacidad con descarga de mangueras en forma regular cada 3 meses y por lo menos una vez al año
Examinar con frecuencia las tuberías de succión, las válvulas de pie y las coladeras de bombas a fin de evitar que cueros extraños dañen las bombas y obstruyan la tubería de los sistemas de protección
Revisar con regularidad el estado y seguridad del suministro de energía eléctrica, cuando la bomba sea operada con motor eléctrico

ROCIADORES.

Tabla BH 5.3.1

REGLAS DE ESPACIAMIENTO

DISTANCIA MÁXIMA ENTRE EL DEFLECTOR Y LA PARTE BAJA DEL TECHO mm (in).

Tipo de construcción	En bahías				Bajo vigas			
	Combustible		Incombustible		Combustible		Incombustible	
Techo liso	254	10	305	12	356	14	406	16
Vigas y traves	406	16	406	16	508	20	457	18
Páneles hasta 27.9 m ² (300ft ²)	457	18	457	18	559	22	559	22
Armaduras	254	10	305	12	0		0	

Tabla BH 5.3.2

DISTANCIA PRINCIPALES mm (in).

Ubicación	mm	(in)	Observaciones
Abajo del techo	25	1	mínima
Abajo de vigas	25	1	mínima
Abajo de vigas	102	4	máxima

Nota No se deberá exceder la distancia máxima abajo del techo.

Tabla B H5.3.3

CIBERTURA MÁXIMA POR ROCIADOR

RIESGO	m ²	(ft ²)	Observaciones
Ligero	19	200	Techos planos, vigas y traves
Ligero	16	168	Para todos los otros tipos de construcción
Ordinario	12	130	Para todos los tipos de construcción
Ordinario	9	100	Para almacenamiento de pilas altas
Extra	8	90	Para todos los tipos de construcción

Tabla BH 5.3.4

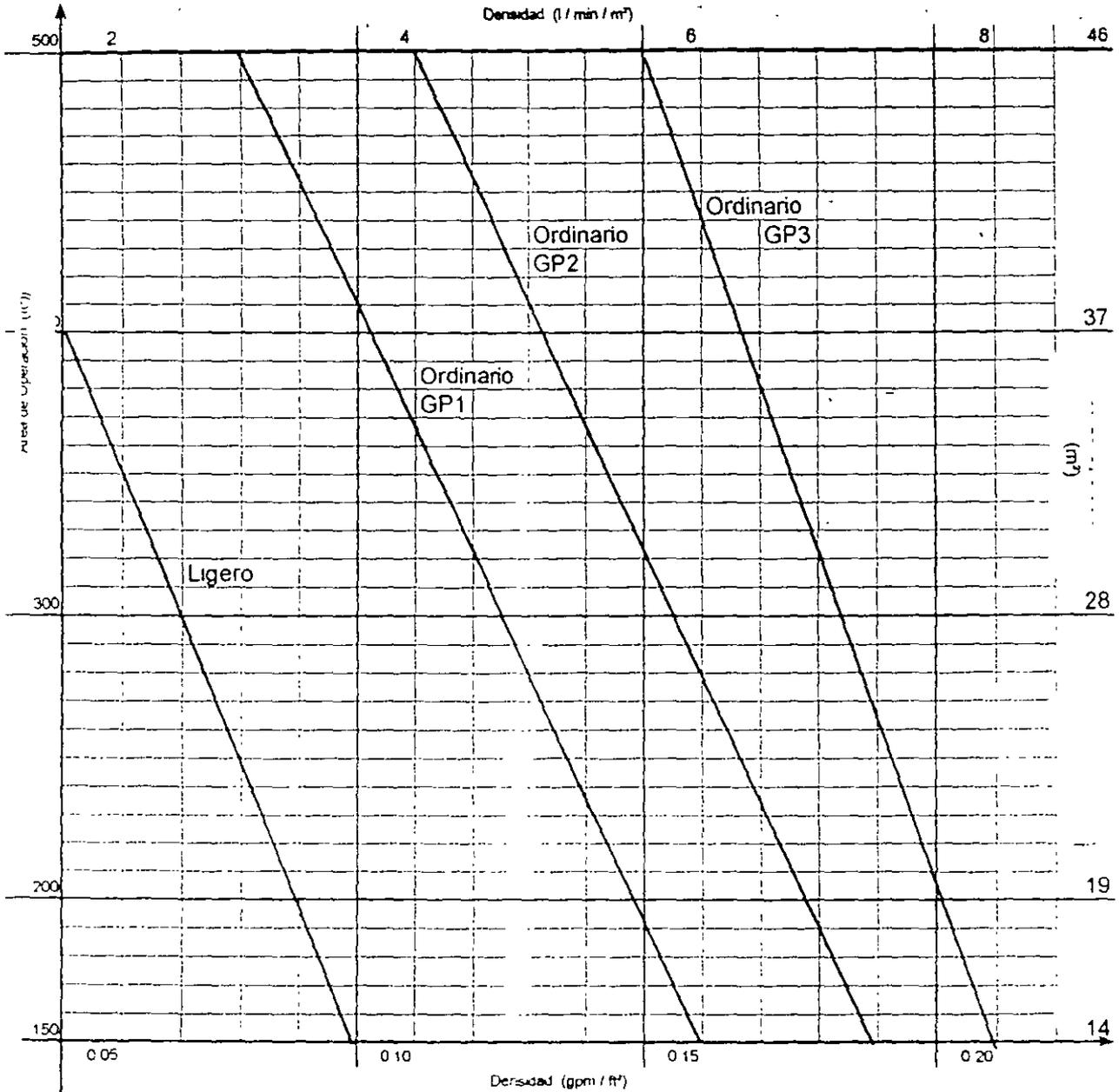
ESPACIAMIENTO MÁXIMO
ENTRE LÍNEAS DE ROCIADORES Y ENTRE ROCIADORES EN LA LÍNEA.

RIESGO	m	(ft)	Observaciones
Ligero	5	15	
Ordinario	5	15	
Ordinario	4	12	Para almacenamiento de pilas altas
Extra	4	12	

BASES PARA DISEÑO EN SISTEMAS DE ROCIADORES

RIESGO LIGERO Y ORDINARIO

Fig. BH 5.4



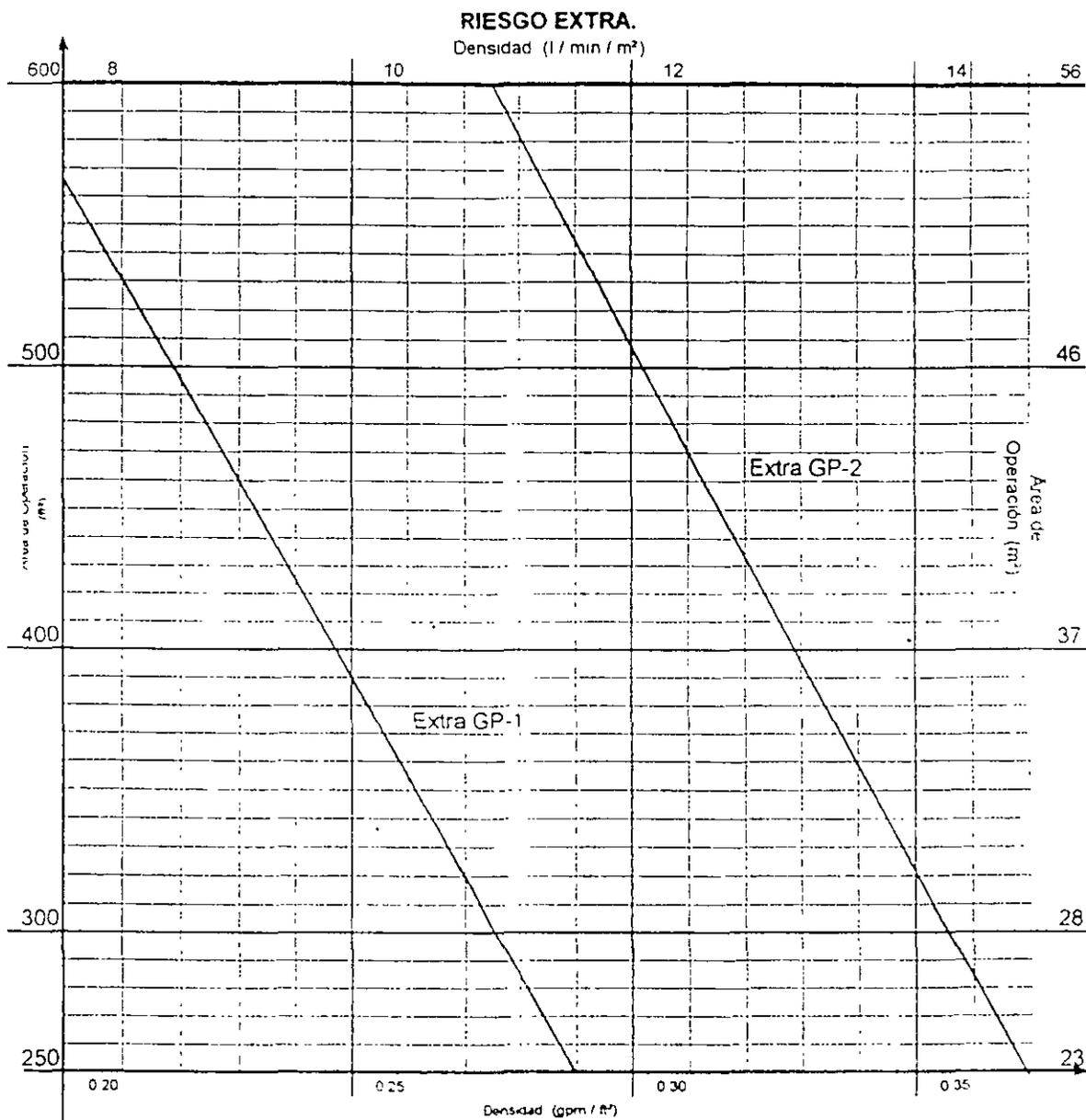
SUMINISTRO DE AGUA CON MANGUERAS.

RIESGO	Interiores		Combinadas		Duración min
	l/min	(gpm)	l/min	(gpm)	
Ligero	189.25	378.5	50	100	30
Ordinario GP 1	189.25	378.5	50	100	60 a 90
Ordinario GP 2	189.25	378.5	50	100	60 a 90
Ordinario GP 3	189.25	378.5	50	100	60 a 120

Notas

La tabla y gráfica se han simplificado.
Se apoyó en la información de Ing. J.F. Lugo J.

Fig. BH 55



SUMINISTRO DE AGUA CON MANGUERAS.

RIESGO	Interiores				Combinadas		Duración min.
	l/min	379	50	100	l/min	(gpm)	
Extra GP 1	189	379	50	100	1,893	500	90 a 120
Extra GP 2	189	379	50	100	3,785	1000	120

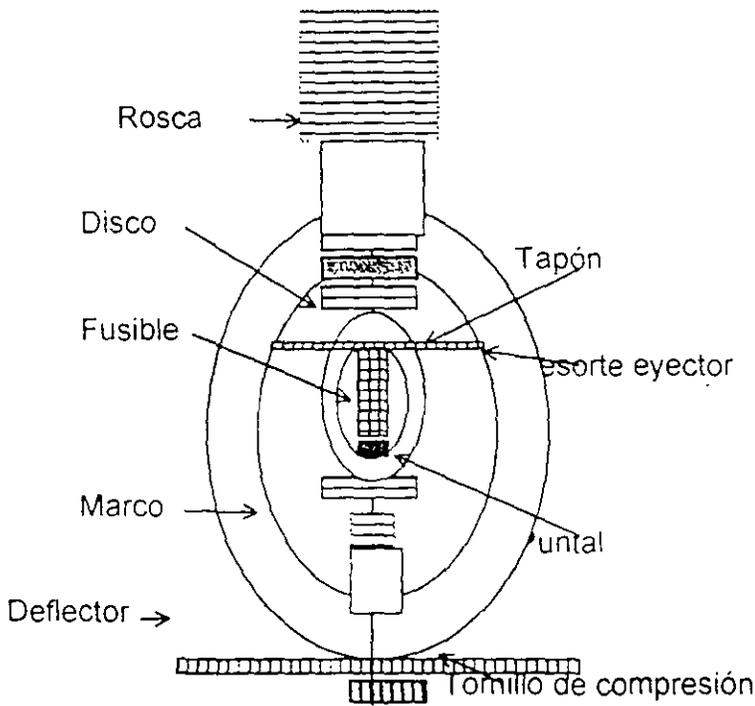
Notas La tabla y gráfica se han simplificado.
Se apoyó en la información del Ing. J. F. Lugo J.

ROCIADORES.

Tabla BH 5 4

CAPACIDAD DE DESCARGA.

Diámetro Nominal del Orificio		Factor "K"		Descarga Nominal (%)	Identificación	
mm	(in)				mm	(in)
6	1/4	1.3	1.5	25	13	1/2
8	5/16	1.8	2.0	33	13	1/2
10	3/8	2.6	2.9	50	13	1/2
11	7/16	4.0	4.4	75	13	1/2
13	1/2	5.3	5.8	100	13	1/2
8	5/16	7.8	8.4	140	13	1/2
8	5/16	7.8	8.4	140	13	1/2



ROCIADOR (sprinkler)

Fig BH 5

ESPECIFICACIONES DE MATERIALES.

Tabla BH 5.5

TUBERÍA.

MATERIALES.	NORMAS	
		NMX *
Tubería de hierro (con y sin costura)		
Tubería de acero, negra o galvanizada (con y sin costura)	ANSI / ASTM A - 120	
Tubería de acero (con y sin costura)	ANSI / ASTM A - 53	B - 177
Tubería de cobre (fundida sin costura)	ASTM B - 75	
Tubería de cobre, para agua (sin costura)	ASTM B - 88	

* Están en proceso de revisión y edición (1994)

Tabla BH 5.6

CONEXIONES.

MATERIALES.	NORMAS	
		NMX *
Tubos y conexiones bridadas (fierro fundido)	ANSI B - 16.1	
Conexiones roscadas de fierro maleable 10.6 kg/cm ² (150 psi), 21.2 kg/cm ² (300 psi)	ANSI B - 16.3	
Conexiones de acero al carbón (temperaturas moderadas y altas)	ASTM A - 234	H - 43
Conexiones de acero forjado (soldadas y roscadas)	ANSI B - 16.11	
Conexiones soldables (cobre y bronce)	ANSI B - 16.22	
Conexiones de bronce fundido (para estañado)	ANSI B - 16.18	

* Están en proceso de revisión y edición (1994)

Ejemplo

Determinar el volumen de agua en el sistema de rociadores automáticos en una planta procesadora de papel.

Datos:

. Tipo de riesgo	Planta procesadora de papel (riesgo ordinario grupo 3).
. Tipo de edificio	No combustible.
. Tipo de almacenaje	Maquinaria y papel.
. Altura de almacenaje	8 ft máximo.

Con el tipo de riesgo se encuentra la densidad y el área de aplicación en la fig. B5.4.

$$D = 0.20 \text{ gpm} / \text{ft}^2 \quad 2000 \text{ ft}^2$$

El área por rociador se encuentra con el tipo de riesgo en la tabla B5.3.3.

$$A_R = 130 \text{ ft}^2$$

Gasto por rociador: $Q_R = D \times A_R = 0.20 \times 130 = 26 \text{ gpm}$.

Orificio del rociador (tabla 5.4) Se utiliza el orificio estándar

$$\text{diam } 1/2" \quad K = 5.6$$

Presión requerida en el rociador.

$$Q = K \sqrt{p} \quad (Q / K)^2 = \dot{p} = (26 / 5.6)^2 \quad p = 21.6 \text{ psi}$$

Cantidad de rociadores en operación en el área de aplicación:

$$\# \text{ roc.} = A_A / A_R = 2000 / 130 = 15.38 = 16 \text{ rociadores.}$$

Gastos de agua necesaria en el sistema:

$$Q_T = \# \text{ roc.} \times Q_R = 16 \times 26 = 416 \text{ gpm}$$

Volumen de agua mínima en el sistema, se encuentra con el tipo de riesgo en la fig B5.4

$$V_A = Q_T \times t = 416 \times 60 = 24\,960 \text{ galones}$$

FUEGOS CLASE "C".

Tabla BH 5.7

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD.**ENTRE CHIFLONES * Y EL EQUIPO ELÉCTRICO**

TENSIÓN A TIERRA V		Distancia	
		m	ft
	7,500	1.83	6
7,500	15,000	3.66	12
15,000	25,000	5.18	17
25,000	37,000	7.32	24
37,000	50,000	9.75	32
50,000	73,000	13.41	44
73,000	88,000	15.85	52
88,000	110,000	19.51	64
110,000	132,000	23.41	77
132,000	154,000	27.13	89
154,000	187,000	32.31	106
187,000	220,000	37.80	124

* Tipo neblina o atomización

Tabla BH 5.8

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD.**ENTRE CHIFLONES & Y EL EQUIPO ELÉCTRICO**

TENSIÓN V	Tamaño		
	6.4 mm	7.9 a 19 mm	20.6 a 32 mm
115	0.51	0.99	2.01
400	0.76	3.00	5.00
3,000	2.01	3.00	9.60
6,000	2.49	6.00	11.99
12,000	3.00	6.50	15.01
60,000	4.50	11.99	22.00
150,000	6.00	15.01	24.99

& Otros tipos diferentes a neblina o atomización



Sociedad Mexicana de Mantenimiento, A.C.

San Francisco # 65 - 102 Del. Iztacalco, CP 08230, México, D.F.

Tel 55 - 90 - 20 - 58 / 55 - 90 - 20 - 68 ; Fax 55 - 90 - 21 - 50

E-mail sommac@prodigy.net.mx, mantenimiento_20@yahoo.com, mantenimiento_1@hotmail.com

Web: www.prodigyweb.net.mx/sommac/mantenimientomundial

México D.F. a de junio del

Ing.

Gerente de Mantenimiento (seguridad)

Fábrica , S.A.

A continuación nos permitimos presentar a su consideración nuestra propuesta para impartir el curso de **Protección contra incendio** en su "planta", conforme a las siguientes características:

– **Objetivo:**

Las empresas están sujetas a un alto riesgo de incendio, el cual puede ser reducidos notablemente sus efectos a través del conocimiento del personal del fuego y su capacitación de la forma básica de actuar en su presencia, mediante el entendimiento de la forma de combatirlo.

En este curso se proporcionarán los fundamentos del fuego y su combate en forma teórica y práctica de fácil comprensión.

– **A quien va dirigido:**

A todo el personal de la empresa, con énfasis en particular a los Electricistas, mantenentes, supervisores e ingenieros y fundamental a los responsables de la seguridad.

Se consideran grupos de un máximo de 15 participantes al curso.

– **Expositores:**

En este curso participarán profesionales (bombero, ingenieros) con amplia experiencia en el desarrollo práctico de los temas que tratan y la continua actualización de sus conocimientos como miembros de SOMMAC.

– **Reconocimiento:**

SOMMAC entregará un certificado a los asistentes al curso.

– **Programa:**

• Fechas de sesiones del curso:

Se determinarán de común acuerdo, con 15 días de anticipación.

• Horario del curso:

7:00 a 13:00 h (4 horas)

- **Apoyo:**

La empresa deberá proporcionar los siguientes materiales para cada sesión:

- . Hidrante
- . Tanque de gas LP, lleno 20 kg
- . Alcohol etílico 5 l
- . Guantes de carnaza 6 pares
- . Videocassetera Beta
- . Monitor a color de 51 cm (20")
- . Franela (0.5 x 0.5 m) 6 pzas.
- . Extintor lleno de:
 - Polvo químico 3
 - Bióxido de carbono 3
 - Agua ligera 3
- . Equipo de:
 - Casco
 - Botas
 - Chaquetón

- **Precio:**

El precio por sesión, considerando un grupo de tres sesiones como mínimo, en un lapso máximo de 45 días, es de:

\$ 15 000.00

(quince mil pesos, 00/100 M.N.)

Adicionalmente se deberá considerar el pago del Impuesto al valor agregado.

- **Temario:**

Se anexa.

Agradeciendo las atenciones a la presente y al pendiente de cualquier aclaración e información complementaria

Atentamente

Lic. Graciela Ojeda Guevara
Gerente

Nota: Ejemplo. Consultar a SOMMAC.

ccp. Archivo