



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

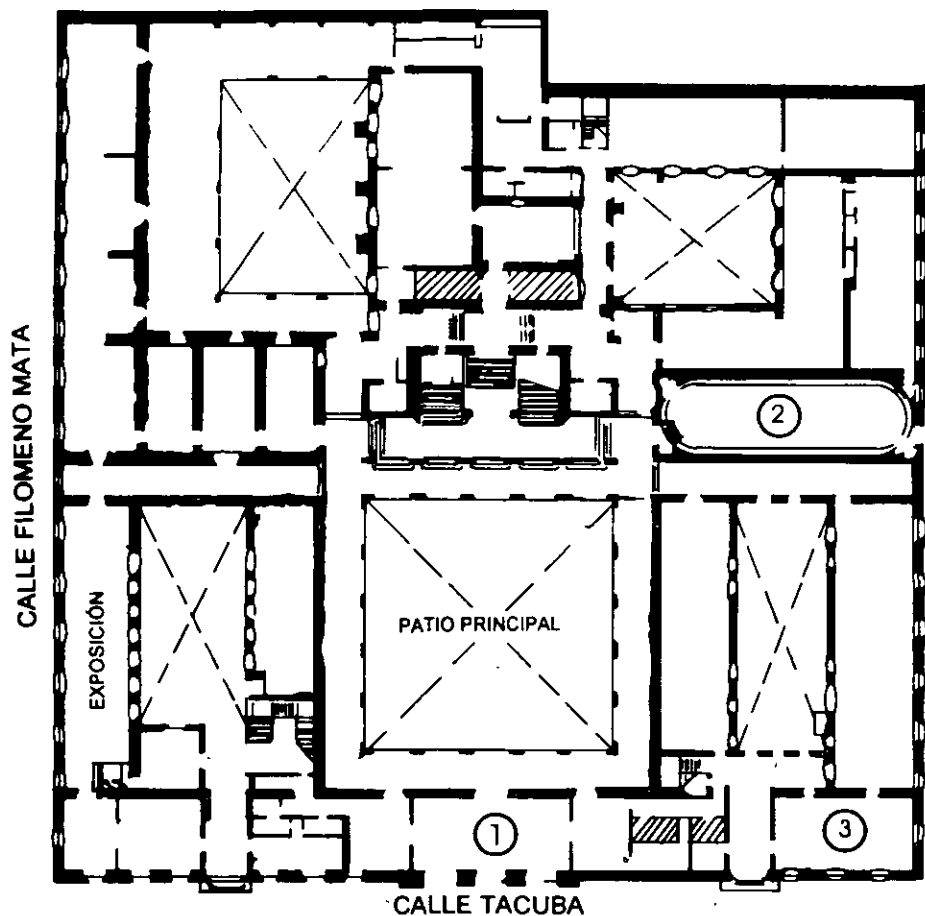
Con el objeto de mejorar los servicios que la División de Educación Continua ofrece, al final del curso deberán entregar la evaluación a través de un cuestionario diseñado para emitir juicios anónimos.

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.

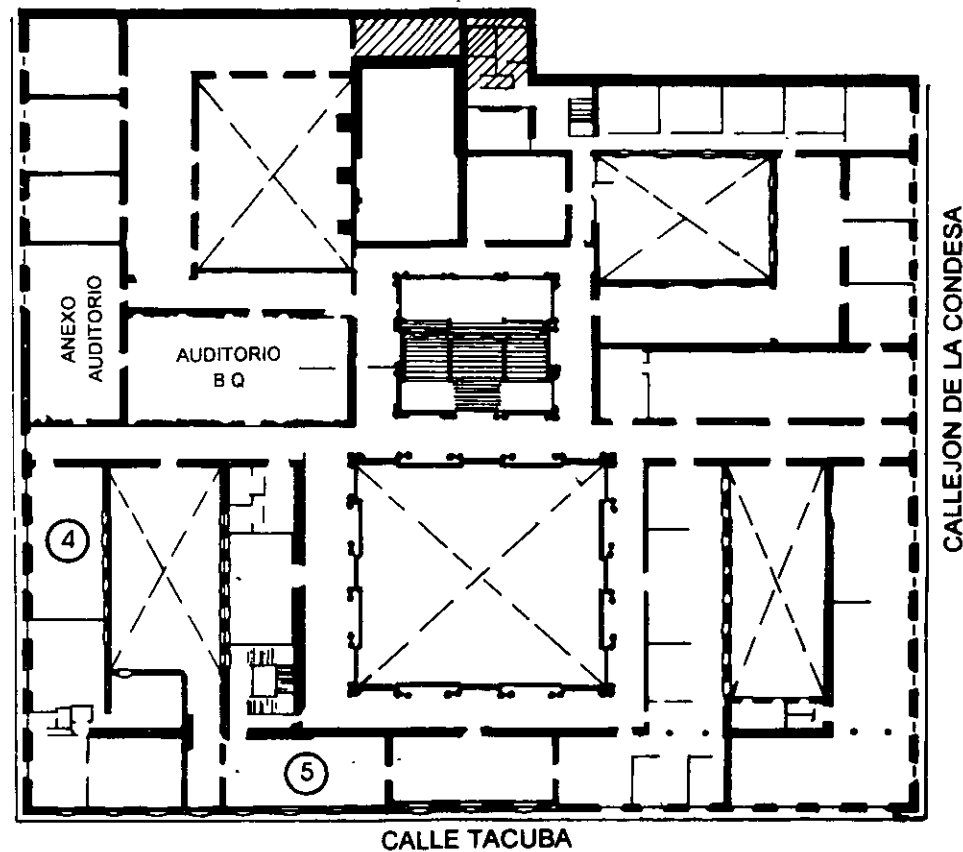
**Atentamente
División de Educación Continua.**



PALACIO DE MINERIA

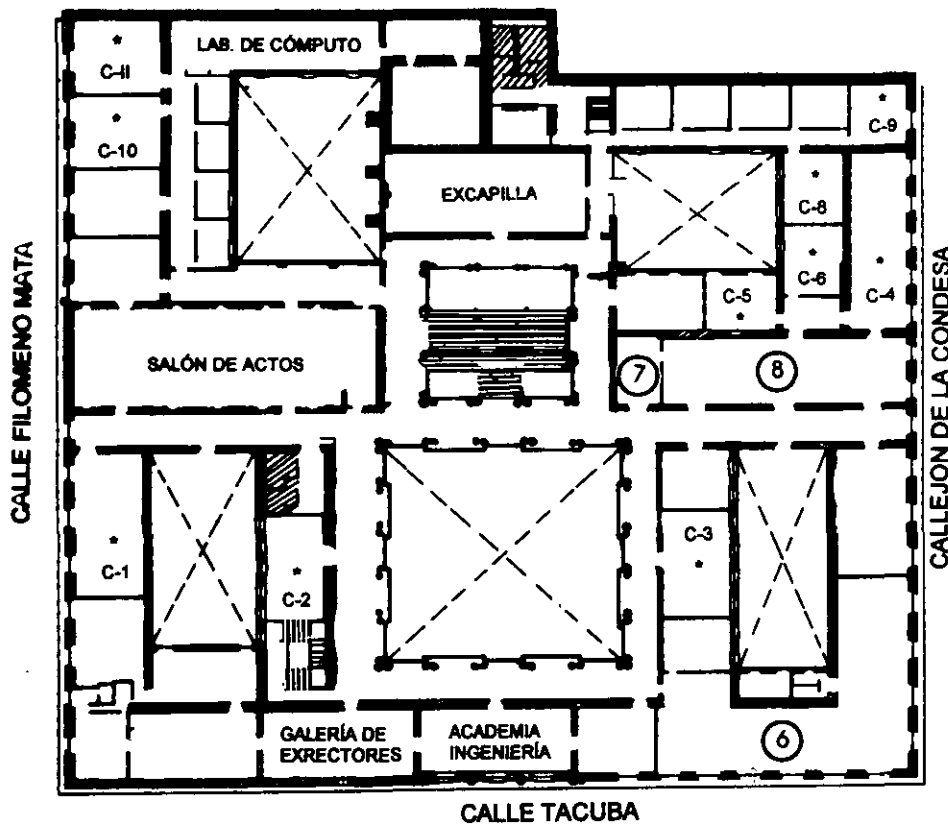


PLANTA BAJA



MEZZANINNE

PALACIO DE MINERÍA



1er. PISO

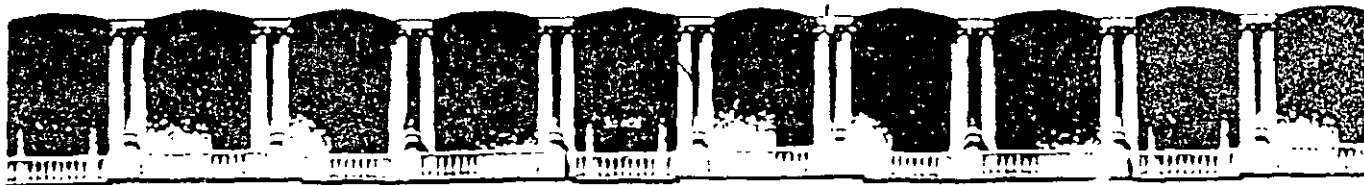
GUÍA DE LOCALIZACIÓN

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



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





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

CURSOS INSTITUCIONALES

**DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS URBANOS DEL
GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL**

MANEJO DE RESIDUOS HOSPITALARIOS PELIGROSOS
Del 16 al 20 de Octubre del 2000

APUNTES GENERALES

Ing. Martiniano Aguilar Rodríguez
Delegación Iztacálco
O c t u b r e / 2 0 0 0

RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICO INFECCIOSOS (RPBI)

El manejo de los RPBI, esta regulado por la NOM-087-ECOL-1995, que establece los requisitos para la separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos biológico infecciosos que se generan en establecimientos que prestan atención médica.

Residuo Peligroso Biológico Infeccioso (RPBI). El que contiene bacterias, virus u otros microorganismos con capacidad de causar infección o que contiene o puede contener toxinas producidas por microorganismos que causan efectos nocivos a seres vivos y al ambiente, que se generan en establecimientos de atención médica.

TIPOS DE RESIDUOS Y CLASIFICACION

Tipos de RPBI, de acuerdo a la tabla 2	Clasificación de RPBI de acuerdo al punto 4	Tipos de residuos específicos
Sangre	Productos derivados de la sangre incluyendo, plasma, suero y paquete globular. Materiales con sangre o sus derivados, aun cuando se hayan secado, así como los recipientes que los contienen o contuvieron.	Todo lo que conforma la sangre - - ⇒ heritrocitos (glóbulos rojos) - - ⇒ - Leucocitos (se encuentran en el organismo, las defensas). - - ⇒ Plaquetas (evitan que la sangre siga
Cultivos y cepas almacenadas de agentes infecciosos	Los cultivos generados en los procedimientos de diagnóstico e investigación, así como los generados en la producción de agentes biológicos. Los instrumentos y aparatos para transferir, inocular y mezclar cultivos	Cajas petri., generados principalmente en los laboratorios Frascos de muestra, de vidrio.
Residuos no anatómicos derivados de la atención a pacientes y los laboratorios	El equipo, material y objetos utilizados durante la atención a humanos o animales Equipos y dispositivos desechables utilizados para la exploración y toma de muestras biológicas.	Abatelenguas, Torundas, algodones, guantes, jeringas, férulas, batas, toallas, apósitos (gasas), toallas y batas desechables, cubrebocas, gorros, botas quirúrgicas, vendas. Cotonetes largos

Tipos de RPBI, de acuerdo a la

①
Clasificación de RPBI de

Tipos de residuos

Patológicos	<p>Los tejidos, órganos, partes y fluidos corporales que se remueven durante las necropsias, la cirugía o algún otro tipo de intervención quirúrgica.</p> <p>Las muestras biológicas para análisis químico, microbiológico, citológico o histológico.</p> <p>Los cadáveres de pequeñas especies provenientes de clínicas veterinarias, centros antirrábicos o los utilizados en los centros de investigación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - - - Tejidos (parte de piel, células que ya no forman parte del órgano como células cancerígenas,) - - - órganos (hígado, riñón, estomago, intestino grueso, intestino delgado, útero....) - - - partes (miembros, manos, pies) - - - fluidos corporales (sangre, orina, materia fecal, posible agua, cuando el paciente tenía cáncer pulmonar, grasa, ganglios ...) - - - Muestras biológicas para análisis químico - - - Microbiológico (cajas petri, portaobjetos, cubreobjetos) - - - Citológico (Células ya sea de cualquier órgano o cuerpo)
Objetos punzocortantes usados y sin usar	<p>Los que han estado en contacto con humanos o animales o sus muestras biológicas durante el diagnóstico y tratamiento, incluyendo:</p>	<ul style="list-style-type: none"> - - - Histológico (muestras de parte de cuerpo u órganos, que se mandan a analizar) - - - Navajas - - - lancetas, - - - jeringas, - - - pipetas - - - Pasteur, - - - agujas - - - hipodérmicas, - - - bisturís, - - - cajas de petri, - - - cristalería - - - entera o rota

Para los criterios de separación y envasado, se deberán basar en el punto 6.2. Identificación y envasado y tabla 2 de la norma:

Tipo de residuo	Estado físico	Envasado	Color de bolsa
Sangre	Sólidos	Bolsa de plástico	Rojo
Cultivos y cepas almacenadas de agentes infecciosos			
Residuos no anatómicos derivados de la atención a pacientes y los laboratorios	Líquidos		
Patológicos	Sólidos	Bolsa de plástico	Amarillo
	Líquidos	Recipientes herméticos	Amarillo
Objetos punzocortantes usados y sin usar	Sólidos	Recipientes herméticos	Rojo

Las características específicas de los contenedores y bolsas vienen definidos en los siguientes puntos de la NOM-087-ECOL-1997.

6.2.1.1 Las bolsas de plástico.

- Deben ser impermeables
- Calibre mínimo 200
- Deberán cumplir con los valores de la Tabla 3 de la norma

Parámetro	Unidades	Especificaciones
Resistencia a la tensión	Kg/cm ²	SL: 140 ST:120
Elongación	%	SL: 150 ST:400
Resistencia al rasgado	g.	SL: 90 ST:150

SL: Sistema longitudinal ST: Sistema transversal. Esto es aplicando los métodos de prueba ASTM correspondientes

- Los materiales utilizados deberán estar libres de metales pesados y cloro
- Los colorantes deberán ser fisiológicamente inocuos.
- Las bolsas se llenarán máximo al 80% de su capacidad
- Deberán ser cerradas antes de ser llevadas al sitio de almacenamiento.
- Deberán tener la leyenda que indique "PELIGRO RESIDUOS PELIGROSOS SOLIDOS BIOLÓGICO - INFECCIOSOS" Y ESTAR MARCADAS CON EL SÍMBOLO UNIVERSAL DE RIESGO BIOLÓGICO.

CARACTERÍSTICAS DE LOS RECIPIENTES RÍGIDOS PARA PUNZOCORTANTES

6.2.2. Los recipientes para los punzocortantes deben ser:

- Rígidos,
- De polipropileno,
- Resistentes a fracturas y pérdida del contenido al caerse,
- Destruibles por métodos físico-químicos,
- Resistencia mínima de penetración de 12.5 N en todas sus partes
- Tener tapa con o sin separador de agujas y abertura para depósito con dispositivos para cierre seguro.
- Color rojo
- Libres de metales pesados y cloro,
- Etiquetados con la leyenda de "peligro, residuos punzocortantes biológico - infeccioso" y marcados con el símbolo universal de riesgo biológico

6.2.2.2 Una vez llenos, los recipientes

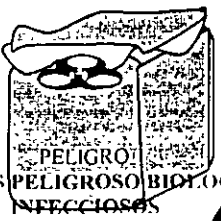
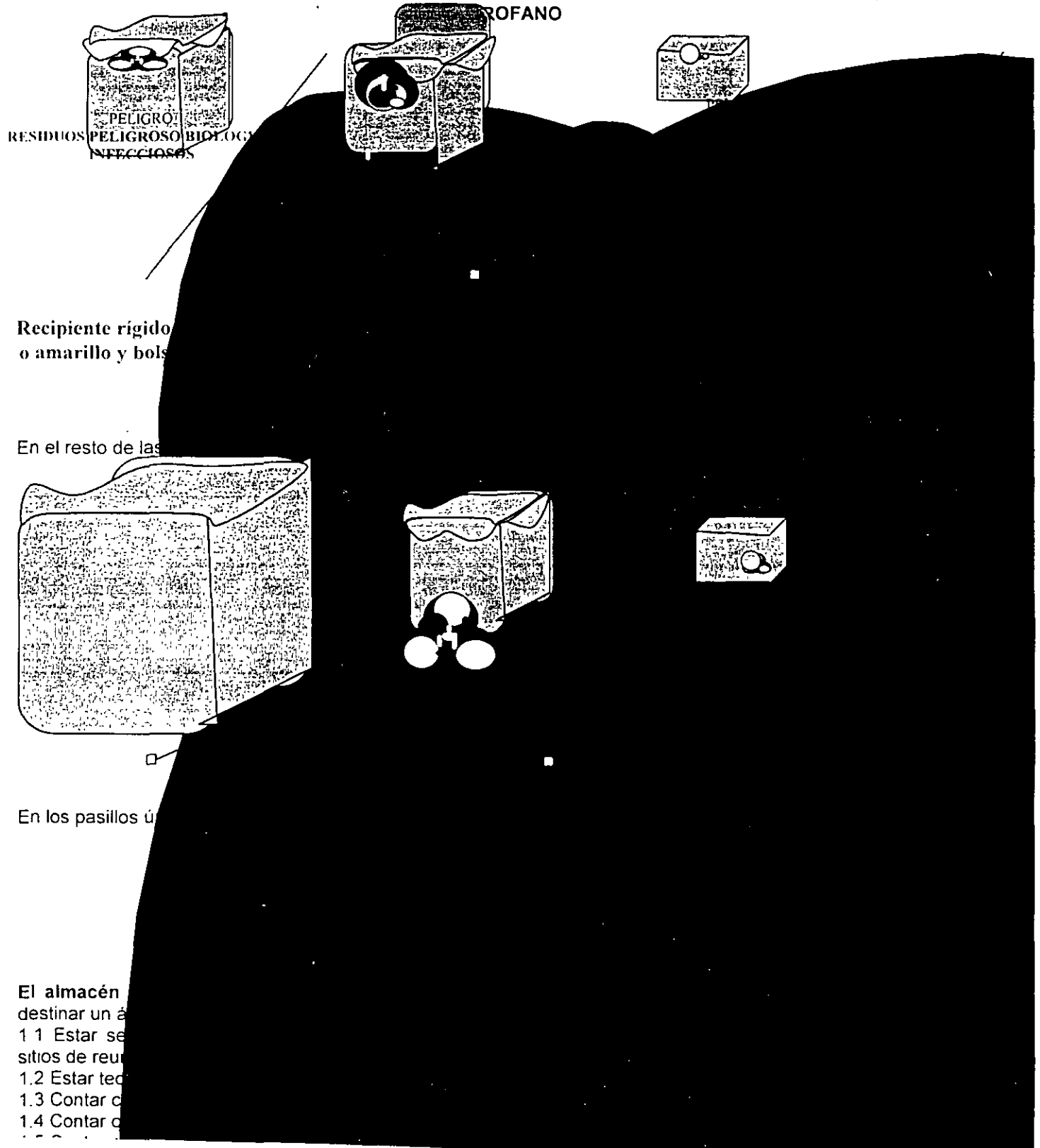
- No deben ser abiertos o vaciados.

6.2.3 Los recipientes de los residuos peligrosos líquidos:

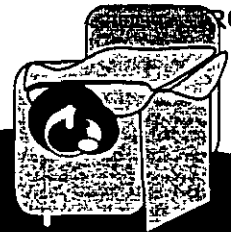
- Deben ser rígidos,
- Con una tapa hermética,
- Con la leyenda "PELIGRO RESIDUOS PELIGROSOS SOLIDOS BIOLÓGICO - INFECCIOSOS" Y ESTAR MARCADAS CON EL SÍMBOLO UNIVERSAL DE RIESGO BIOLÓGICO.

CRITERIOS DE SEPARACIÓN Y ENVASADO

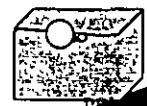
Para la separación y envasado, se recomienda colocar los siguientes recipientes, en las siguientes áreas:



RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICOS INFECCIOSOS

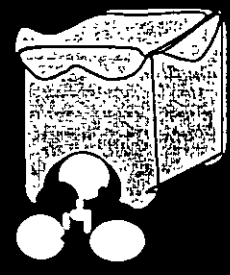
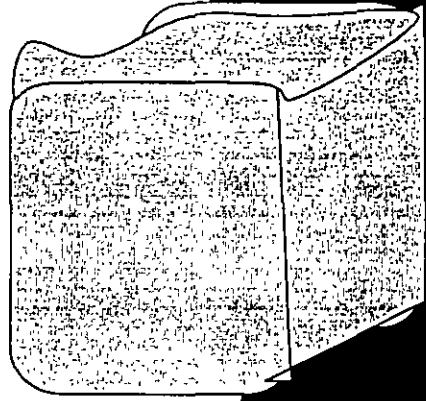


PROFANO



Recipiente rígido
o amarillo y bols

En el resto de las



En los pasillos ú

- El almacén
destinar un á
- 1.1 Estar se
 - sitos de reu
 - 1.2 Estar tec
 - 1.3 Contar c
 - 1.4 Contar c

- 1.6 Contar con una pendiente del 2% en sentido contrario a la entrada.
 - 1.7 No deben existir conexiones con drenaje en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de comunicación que pudiera permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida.
 - 1.8 Tener una capacidad mínima, de tres veces el volumen promedio de RPBI generados diariamente
 - 1.9 El acceso a esta área solo se permitirá al personal responsable de estas actividades y se deberá realizar las adecuaciones en las instalaciones para los señalamientos de acceso respectivos.
 - 1.10 El diseño, la construcción y la ubicación de las áreas de almacenamiento temporal destinados al manejo de RPBI deberán contar con la autorización correspondiente por parte de la SEMARNAP, a través del INE. Los establecimientos que corresponden al nivel I. (Clínicas de consulta externa y veterinarias en pequeñas especies y los laboratorios clínicos que realicen de 1 a 20 análisis al día), quedan exentos del cumplimiento de lo anterior, pudiendo ubicar los contenedores en un lugar más apropiado dentro de las instalaciones de manera tal que no obstruyan las vías de acceso y sean movidos sólo durante las operaciones de recolección
- Los RPBI, envasados deberán almacenarse en contenedores con tapa y rotulados con el símbolo universal de RPBI, así como con la leyenda "PELIGRO, RESIDUOS BIOLÓGICO - INFECCIOSOS".

Periodos de Almacenamiento

El periodo de almacenamiento temporal a temperatura ambiente estará sujeto al tipo de establecimiento, como sigue:

Tipo de establecimiento.	Tiempo de almacenamiento
NIVEL I	HASTA 7 DIAS
NIVEL II	HASTA 96 HORAS
NIVEL III	HASTA 48 HORAS

Los residuos patológicos, humanos o de animales, deberán conservarse a una temperatura no mayor de 4°C.

Documentos y registros que deben permanecer en el almacenamiento temporal.

- Bitácora de entradas y salidas de RPBI del almacén.
- Bitácora de mantenimiento (puede incluirse el mantenimiento en la misma bitácora)
- Señalamiento del área
- Señales de aviso al personal

DOCUMENTOS CON QUE DEBE CONTAR UN GENERADOR DE RPBI

- Bitácora mensual sobre generación de RPBI.
- Copia de la autorización por la SEMARNAP de la empresa que les transporta sus RPBI. (en caso de que disponga fuera de las instalaciones).
- Copia de la autorización expedida por la SEMARNAP, de la empresa de disposición final de RPBI (en caso de que disponga fuera de las instalaciones)
- Informe semestral, sobre los movimientos que hubiere efectuado con sus residuos. Este documento, generalmente va acompañado de copias de los Manifiesto de Residuos Peligrosos, que le dan al generador, tanto transportista como empresa de disposición final.

TRASLADO DE RPBI

Transporte Interno de RPBI

El encargado de limpieza o el personal asignado a la recolección de los RPBI, deberá cumplir con lo siguiente:

- Se destinarán carritos manuales de recolección exclusivamente para la recolección y depósito en el área de almacenamiento. (excepto los de nivel I)
- Los carritos del punto anterior, se desinfectarán diariamente con vapor o con algún producto químico que garantice sus condiciones higiénicas.
- Los carritos manuales de recolección deberán tener la leyenda "uso exclusivo para residuos peligrosos biológico infecciosos" y marcados con el símbolo universal de RPBI
- Verificar que los carritos manuales de recolección no rebasen su capacidad de carga durante su uso, si es posible recolectar dos o las veces que sean necesarias..
- No podrán utilizarse ductos neumáticos o de gravedad como medio de transporte interno de los RPBI, tratados o no tratados.
- Establecer rutas de recolección para su fácil movimiento hacia el área de almacenamiento. (excepto los de nivel I)
- Si se va a retirar una bolsa con RPBI de algún contenedor, cerrar previamente la bolsa y
- Verificar que esta no presente fugas.
- El personal deberá traer el siguiente equipo de protección personal: uniforme completo, guantes y mascarilla o cubreboca. Si se manejan RPBI líquidos, se deberán usar anteojos de protección

Transporte Externo de RPBI

- Contar con el Manifiesto de generación- Transporte - Disposición final de los RPBI. (El generador se debe quedar con el original). Este lo proporciona la empresa que va a dar el servicio. Este manifiesto debe conservarse uno por cada movimiento de volumen de RPBI.
- Conservar este documento por 10 años mínimo
- Verificar que el transportista cuente con la autorización expedida por la SEMARNAP
- El transportista por su parte deberá pedir al generador el original de manifiesto como generador de RPBI
- El transportista verificará que los RPBI que le entregue el generador, se encuentren correctamente envasados e identificados.
- El generador deberá pedir las autorizaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, actualizadas y de acuerdo al tipo de residuos a transportar, en este caso es la licencia tipo "E" de los chóferes, Tarjeta de circulación, Permiso federal para el transporte de Residuos.
- Queda prohibido el transporte de RPBI por vía aérea
- El generador deberá pedir revisar periódicamente, el programa de mantenimiento del transporte
- Que el personal cuente con el equipo de protección personal para los operarios de los vehículos y el equipo para actuar en caso de emergencia.
- El generador deberá pedir y de ser posible conservar una copia de la autorización de la empresa de disposición final de RPBI.

BIFENILOS POLICLORADOS (PCB'S)

OBJETIVO:

Etiquetar, manejar, transportar y almacenar los equipos que contienen PCBs, hasta el momento de su disposición final.

¿QUE SON LOS BIFENILOS POLICLORADOS?

Los bifenilos policlorados (PCB) son mezclas de hidrocarburos clorados que se han utilizado en abundancia desde 1930 en diversas aplicaciones industriales, por ejemplo

1. Como material aislante de transformadores y condensadores grandes
2. Fluidos de intercambio térmico
3. Aditivos de pinturas, papel autocopiante y plásticos.

Existen 209 PCB posibles, desde los tres isómeros monoclorados hasta el isómero decaclorobifenilo completamente clorado. Generalmente, la solubilidad en agua y la presión de vapor disminuyen con el aumento de las sustituciones y la liposolubilidad se eleva a medida que hay más sustituciones de cloro. En el medio ambiente es más probable encontrar los PCB unidos a componentes orgánicos del suelo, sedimentos y tejidos biológicos.

El interés de los PCB para aplicaciones industriales radica en:

1. La inercia química
2. La resistencia al calor,
3. La no inflamabilidad,
4. La baja presión de vapor y
5. La alta constante dieléctrica.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO Y QUÍMICAS DE LOS PCB'S

Los PCB's cuentan con las siguientes características:

1. Resisten la degradación fotolítica
2. Resisten la degradación biológica y química.
3. Tienen una hidrosolubilidad baja
4. Tienen una liposolubilidad elevada, que da lugar a su bioacumulación en el tejido adiposo
5. Son también semivolátiles, rasgo que les permite recorrer largas distancias en la atmósfera antes de su deposición
6. Debido a su persistencia en el medio ambiente, tienen capacidad de bioacumulación y bioamplificación.

7. Pueden persistir en el medio ambiente durante años y bioconcentrarse hasta 70 000 veces.
8. La semivida de los PCB sometidos a fotodegradación oscila entre 10 días para un monoclorobifenilo y 1,5 años para un heptaclorobifenilo

TOXICOLOGÍA DE LOS PCB'S

La toxicidad de los PCB depende del número y la posición de los átomos de cloro

1. Se ha notificado una asociación entre la exposición elevada a mezclas de PCB y alteraciones en las enzimas hepáticas, hepatomegalia y efectos dermatológicos como exantema y acné
2. PCB se clasifican como probables carcinógenos humanos
3. En investigaciones de laboratorio y estudios sobre sus efectos en la naturaleza silvestre se ha puesto de manifiesto su intervención en trastornos endocrinos, disfunciones reproductoras e inmunitarias, alteraciones del neurocomportamiento y desarrollo y cáncer.

COMO MANEJAR LOS PCB'S

Los PCB's son residuos peligrosos por lo tanto deben ser tratados como tal de acuerdo a la normatividad ambiental.

1. Primeramente debemos identificar si tenemos PCB's. Como ya hemos visto, estos se encuentran en los transformadores como material aislante y condensadores grandes, fluidos de intercambio térmico, aditivos de pinturas, papel autocopiante y plásticos.
2. Identificarlos. Si tenemos PCB's, estos deberán ser identificados físicamente en el lugar que se encuentran, de preferencia poner un aviso de que cuando se pretenda manipular estos, le avisen al personal encargado de medio ambiente, para que supervisen el manejo adecuado.
3. Evitar fugas.
4. Cuando se pretenda cambiar los PCB's, deberán hacerlo ya, por materiales que ya no contengan PCB's. Pedir las hojas de seguridad al proveedor y exigirle que el nuevo material ya no contenga PCB's.
5. El material que se retiré, deberá depositarse en un contenedores cerrados, que no permitan fugas.
6. Los contenedores deberán identificarse con el rombo de seguridad para residuos peligrosos.
7. Además deberá contar con fecha de retiro o almacenamiento del material, y cantidad retirada.
8. En caso de que la disposición por una empresa autorizada para el manejo y disposición final de PCB's, no sea en el momento, los contenedores deberán almacenarse en un lugar seguro, de acuerdo a los art. 15 a 18 de la LGEEPA.
9. Cuando se pretenda dar disposición final a los PCB's, asegurarse de:
 - 9.1 Que el transportista este autorizado por la SEMARNAP, para el transporte de Residuos peligrosos
 - 9.2 Que la empresa de disposición final, este autorizada para la disposición final de PCB's o en su defecto, si la empresa contratada, pretende sacarlos del país, el generador deberá exigirle, los datos de transporte hacia el país de recepción, así como los datos de la empresa y el método por el cual los va a disponer. Lo anterior se debe dar seguimiento mediante el manifiesto de generador - transporte -disposición final de residuos peligrosos.
10. Una vez que los PCB's han sido dispuestos en el extranjero, se deberá proporcionar al generador, el documento original de la fecha de tratamiento o confinamiento, así como la especificación de por que método fue dispuesto nuestros PCB's.

El generador deberá conservar todos los documentos relativos a la disposición de los residuos peligrosos hasta por 10 años.

NO OLVIDAR QUE.

No basta con llevar a cabo el manejo adecuado físicamente, sino también conservar todos los documentos que lo avalen, tales como:

- Manifiesto como generador de residuos (un manifiesto por cada tipo de residuo peligroso generado)
- Entregar al INE el reporte semestral de generación y disposición de residuos peligrosos.
- Llevar una bitácora de generación de residuos peligrosos.
- Conservar los manifiestos de generación - transporte - disposición final de los residuos peligrosos.
- Etiquetar los residuos peligrosos con el rombo de seguridad, así como con el nombre del residuo y proceso de donde proviene.
- Almacenar los residuos de acuerdo al art. 15-18 de la LGEEPA.
- Conservar copia de las autorizaciones de las empresas contratadas para el transporte y disposición final de los Residuos Peligrosos.
- Tener hojas de seguridad de los residuos peligrosos

INCINERADORES

INTRODUCCIÓN

En la Ley General de Salud, en el título decimocuarto, correspondiente al Control sanitario de la Disposición de órganos, tejidos y cadáveres de seres humanos, en su art. 314, se hace referencia a la disposición de RPBI, en las siguientes definiciones:

I. Disposición de órganos, tejidos y cadáveres de seres humanos: El conjunto de actividades relativas a la obtención, conservación, utilización, preparación suministro y destino final de órganos, tejidos y sus componentes y derivados, productos y cadáveres de seres humanos, incluyendo los de preembriones, embriones y fetos, con fines terapéuticos, de docencia o investigación;

X. Destino final La conservación permanente, inhumación o desintegración en condiciones sanitarias permitidas por la ley, de órganos, tejidos y sus derivados, productos y cadáveres de seres humanos, incluyendo los de preembriones y fetos.

Debido a este artículo, ya desde los inicios de operación de cada hospital se contaba con un incinerador, que generalmente era de una cámara de combustión, que muchas veces no alcanzaba temperaturas arriba de 850°C.

Sin embargo debido a que día con día tenemos una atmósfera mas contaminada y existe una mayor investigación, donde se ha encontrado que varios problemas respiratorios en los seres humanos es debido a la alta contaminación de nuestra atmósfera.

Es por ello que el INE-SEMARNAP, para controlar las emisiones a la atmósfera emitidas por los incineradores de RPBI, el 7 de noviembre de 1995, publica en el diario oficial de la federación la NOM-087-ECOL-1995, que establece los requisitos para la separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los RPBI que se generan en establecimientos que presten atención médica

Si bien en dicha norma no hace mención específica a las características del incinerador, hay que hacer énfasis en los siguientes puntos de la norma:

Punto 6.6 Tratamiento

6.6.1 Los RPBI deben ser tratados por métodos físicos o químicos.

6.6.2 Los métodos de tratamiento serán autorizados por la SEMARNAP, a través del INE y deberán cumplir los siguientes criterios generales

6.6.2.1 Deberá garantizar la eliminación de microorganismos patógenos, y

6.6.2.2 Deberán volver irreconocibles a los RPBI

6.6.3 Los residuos patológicos deben ser cremados, excepto aquellos que estén destinados a fines terapéuticos, de investigación y docencia.

6.6.4 Los métodos de tratamiento deberán cumplir previo a su autorización, un protocolo de pruebas que al efecto determine la SEMARNAP, a través del INE.

6.6.5 El tratamiento podrá realizarse dentro del establecimiento generador o en instalaciones específicas fuera del mismo. En ambos casos se requerirá la autorización de la SEMARNAP, a través del INE.

6.7 Los establecimientos que presten atención médica deberán presentar su programa de contingencias en caso de derrames, fugas o accidentes relacionados con el manejo de estos residuos.

TRAMITES A REALIZAR PARA QUE SEA AUTORIZADO UN INCINERADOR POR LA SEMARNAP, A TRAVÉS DEL INE

A través de los puntos anteriores la SEMARNAP, a través del INE, regula que tipos de equipos son autorizados para el tratamiento de RPBI, y para ello se realizan los siguientes trámites:

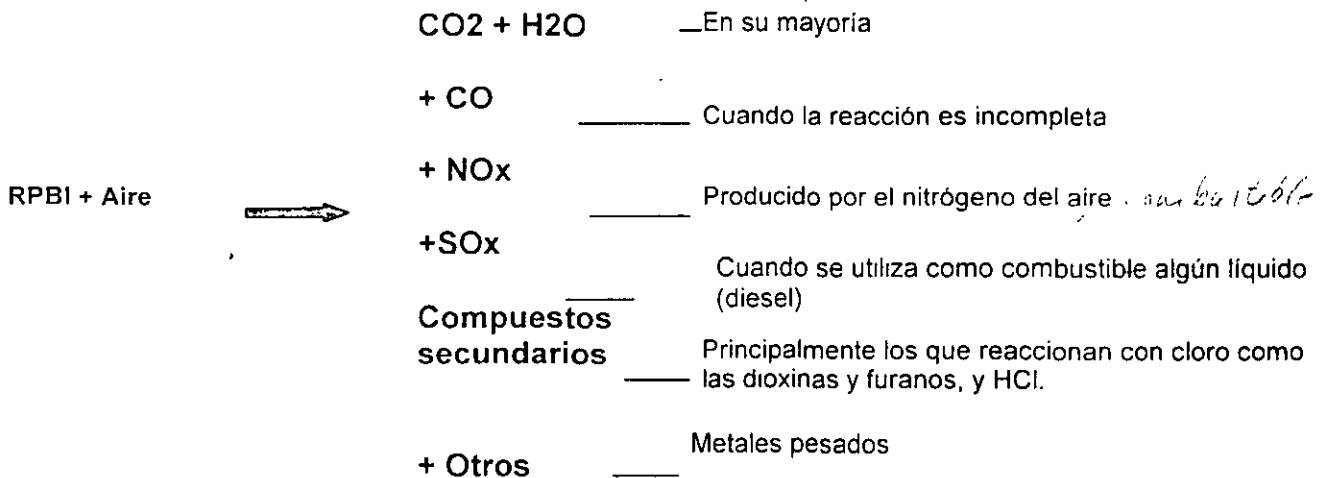
1. Presentación de carta intención, solicitando modalidad de Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) y tipo de estudio de riesgo a realizar.
2. Presentación de la MIA, en la modalidad que determine la SEMARNAP.
3. Presentación del Estudio de Riesgo en el tipo que determine la SEMARNAP Ambos estudios (MIA y riesgo), se presentan al mismo tiempo
4. En caso de que no falte información adicional, la SEMARNAP a través del INE, emite una autorización para la instalación del proyecto
5. Documento donde haga constar el cumplimiento de todas las condicionantes de la autorización anterior.
6. Plan de contingencias en caso de derrames, fugas o accidentes relacionados con el manejo de estos residuos.
7. Protocolo de pruebas
 - 7.1. Solicitud de llevar a cabo el protocolo de pruebas
 - 7.2 Una vez obtenido respuesta de la SEMARNAP, llevar a cabo el protocolo de pruebas.
 - 7.3 Presentar resultados del protocolo de pruebas

¿QUE ES LA INCINERACIÓN?

La incineración es un proceso de combustión controlada, es decir se trata de llevar a cabo una combustión completa, en donde los materiales combustibles se convierten en cenizas y gases de combustión, lo que reduce el volumen y la masa inicial en un 90% a 75% respectivamente, utilizando como combustible auxiliar gas natural o gas metano, o diesel; se le llama combustible auxiliar ya que es únicamente empleado para iniciar la combustión de los residuos y posteriormente se utiliza el poder calorífico de los mismos

REACCION DE COMBUSTION

Dentro del incinerador de RPBI, se lleva a cabo una reacción de combustión, como sigue:

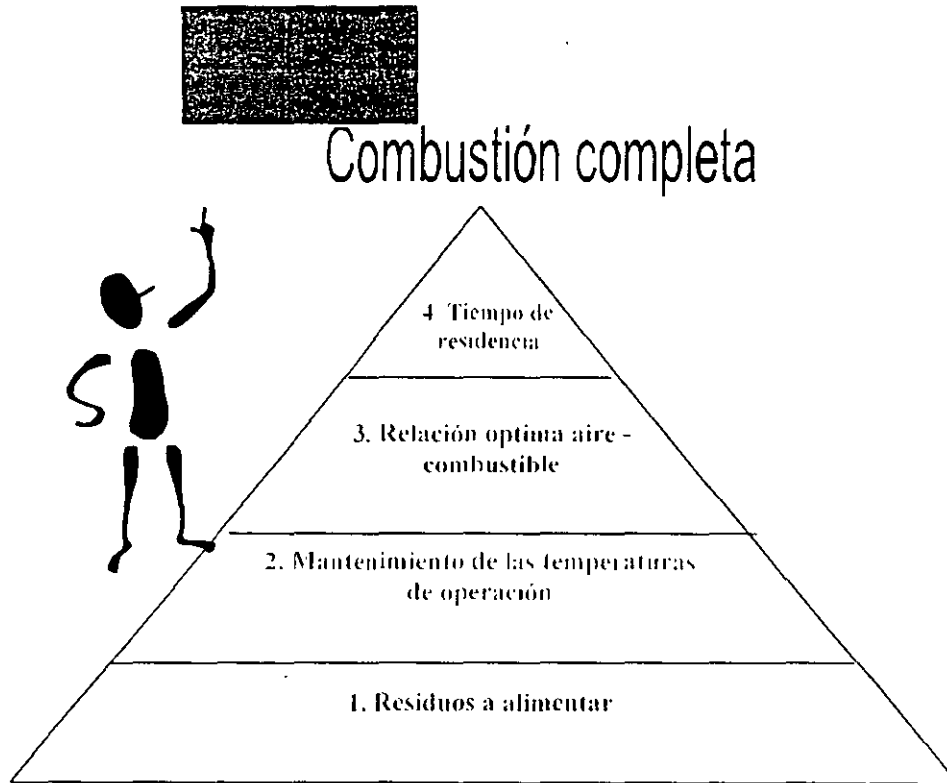


EMISIONES A LA ATMÓSFERA DE UN INCINERADOR DE RPBI

Como se puede apreciar y deducir de la ecuación anterior, las emisiones que se tienen son las siguientes. Hay que hacer notar que este tipo de emisiones depende en gran medida de los RPBI alimentados

1. Partículas Suspensas Totales (PST)
2. Monóxido de carbono (CO)
3. Acido clorhídrico (HCl)
4. Oxidos de nitrógeno (NOx)
5. Metales pesados, tales como:
 - 5.1 Plomo (Pb)
 - 5.2 Cromo (Cr)
 - 5.3 Arsénico (As)
 - 5.4 Cadmio (Cd)
 - 5.5 Mercurio (Hg)
6. Dioxinas
7. Furanos
8. Oxidos de azufre (SOx). Cuando el combustible auxiliar es líquido

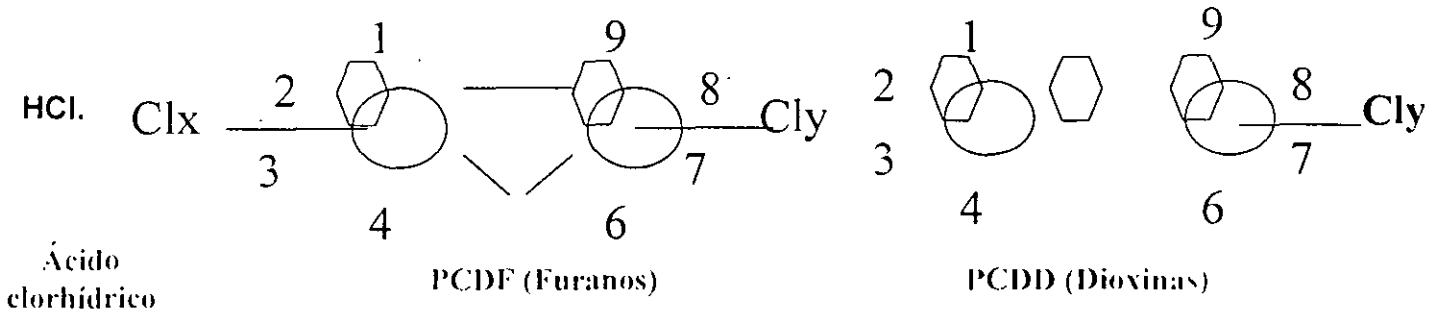
PARÁMETROS A CONTROLAR PARA UNA COMBUSTION COMPLETA



1. RESIDUOS A ALIMENTAR

- 1.1 Tipos de residuos a alimentar

Como se puede apreciar en la pirámide anterior, el tipo de emisiones de la incineración depende en gran medida del tipo de residuos a alimentar. Veamos porque:



El HCl, esta formado por Hidrogeno y cloro Este es un compuesto corrosivo, que produce corrosión en metales y al ser humano problemas respiratorios.

Las dioxinas y furanos están formados por carbonos, hidrógeno, oxígeno y cloros, estos cloros pueden estar sustituidos en las posiciones que se marcan. Algunos de estas combinaciones presentan una toxicidad altamente elevada y en algunos estudios se ha demostrado la capacidad de estos compuestos para producir cáncer, mutaciones y malformaciones fetales en diferentes especies animales.

Viendo como están compuestos las anteriores moléculas, se deduce que entre menos cloros alimentemos al sistema, menos probabilidad existe de que estos compuestos se formen. Muchos de los cloros los aportan los plásticos

1.2. Clasificación desde el origen de generación de los RPBI

Para una adecuada clasificación, es necesario que a todo el personal del hospital sea capacitado, indicándole el tipo de residuos a depositar en cada contenedor y darles la razón de porque.. Generalmente en los hospitales, ya se tiene un avance importante en la clasificación de los RPBI, así, se tienen para su clasificación desde el punto de generación, los siguientes contenedores:

1. En los quirófanos se tiene:
 - Contenedor de plástico rojo con bolsa amarilla para colocar todos los residuos anatómicos
 - Contenedor de plástico rojo, con bolsa color rojo para colocar los residuos no anatómicos y los misceláneos.
 - Contenedor rígido color rojo, especial para colocar los punzocortantes.
2. En todas las demás áreas de atención a pacientes del hospital, se colocan únicamente los dos últimos contenedores.
3. Contenedores para la basura municipal, estos son colocados en todas las mismas áreas del punto 2. Donde se depositan desechos de comida, envolturas, etc.

1.3. Cantidad de RPBI a alimentar

Es importante pedir al proveedor del equipo de incineración que nos proporcione la cantidad de residuos a alimentar. El proveedor nos debe proporcionar la capacidad calorífica del incinerador, en unidades de calor por peso de residuo, así como la cantidad de kilogramos a alimentar cada periodo de tiempo. Ejemplo:

Modelo	Capacidad horaria	Capacidad horaria
50XD	4700 cal/Kg	53 Kg/h

Lo anterior quiere decir que ese tipo de incinerador es capaz de incinerar 4700 kilocalorías por cada kilogramo de residuo alimentado. Y que cada kilo de residuos debe aportar esa cantidad de calor.

Lo anterior quiere decir, que si alimentamos puros residuos patológicos, el incinerador necesitará una mayor cantidad de combustible auxiliar para alcanzar el punto de combustión de los tejidos.

Si alimentamos puros contenedores rígidos con punzo cortantes, el combustible auxiliar será mínimo, únicamente en lo que se prende el plástico, sin embargo el o los quemadores de la cámara secundaria no tendrá tiempo de quemar todos los gases que provienen, y por consiguiente la combustión sería incompleta. Lo anterior se puede apreciar porque vemos mucho humo de gris a negro en la chimenea y este humo son partículas, las cuales no alcanzaron a convertirse en CO₂ y H₂O

Lo anterior nos ubica en un que debemos combinar las bolsas amarillas, con las bolsas rojas, así como con los contenedores de punzo cortantes.

Nota.: Es muy recomendable incinerar la menor cantidad de plásticos que se pueda, sobre todos los punzo cortantes son muy factibles de enviar a reciclar

2. MANTENIMIENTO DE LAS TEMPERATURAS DE OPERACIÓN

Es importante mantener las temperaturas de operación como sigue:

Temp. En la cámara prim. 650°C - 800°C

Temp. En la cámara sec 900°C - 1200°C.

Lo anterior nos va a permitir que exista una combustión constante, además de que nos permite destruir compuestos tóxicos como las dioxinas y furanos, ya que estos los podemos encontrar a temperaturas de entre 250°C a 450°C.

3. RELACIÓN OPTIMA AIRE COMBUSTIBLE

Generalmente en los incineradores están diseñados al 50% de exceso de aire. Aquí es importante mantener la relación que marque el proveedor, así como que sean ellos quien calibre este parámetro y en enseñarle al operador y al encargado del incinerador para que calibren esta condición, lo anterior es importante, ya que la emisión de óxidos de nitrógeno (NOx), esta directamente relacionado con la cantidad de aire empleada.

Mayor cantidad de aire empleado significa una producción mayor de NOx. Una ayuda muy importante es seleccionar quemadores de baja emisión de NOx.

Una cantidad menor de aire significa una combustión incompleta con la formación de monóxido de carbono.

4. TIEMPO DE RESIDENCIA

El tiempo de residencia de dos segundos de los gases de combustión se debe lograr en la cámara secundaria Ya que este valor lo recomiendan los mismos fabricantes y ha sido tomado por la EPA (Environmental Protection Agency) como referencia.

Lo anterior es debido a que en la cámara secundaria se lleva a cabo la combustión completa de los gases generados en la primer cámara. Si pudiéramos ver al interior del incinerador, veríamos que los gases que pasan a la segunda cámara son color negro, ello significa que es materia que todavía no pasa a convertirse en CO₂, que es el compuesto de la reacción de combustión completa.

Nota: Es importante hacer notar que sin lograr los tres parámetros anteriores (residuos a alimentar, temperaturas, relación aire - combustible), este tiempo no se lograría y por lo tanto la combustión sería incompleta.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES CON QUE DEBE CONTAR CON UN INCINERADOR

Una vez visto lo que es combustión y las emisiones contaminantes que se echan a la atmósfera, nos será más fácil ver las características con que debe contar un incinerador.

Los incineradores deben constar de:

Una cámara primaria. Donde se lleva a cabo la quema de los residuos a una temperatura de entre 650°C a 800°C

Esta cámara generalmente cuenta con quemadores de sistema encendido y apagado, ya que su objetivo principal es ayudar a los RPBI a que alcancen su punto de inflamación.

Una cámara secundaria Donde se lleva a cabo la combustión completa a temperaturas entre los 900°C a 1200°C. Esta cámara generalmente cuenta con quemadores de sistema modulable, que buscan la relación óptima aire - combustible para lograr la combustión completa. Este quemador generalmente esta encendido todo el tiempo de funcionamiento del incinerador

1. Temperaturas en las cámaras del incinerador, la cual deberá mantenerse como sigue:

1.1 Cámara primaria que opere entre 650°C a 800°C. El quemador de esta cámara generalmente es de sistema de prendido y apagado, ya que busca aprovechar el poder calorífico de los residuos.

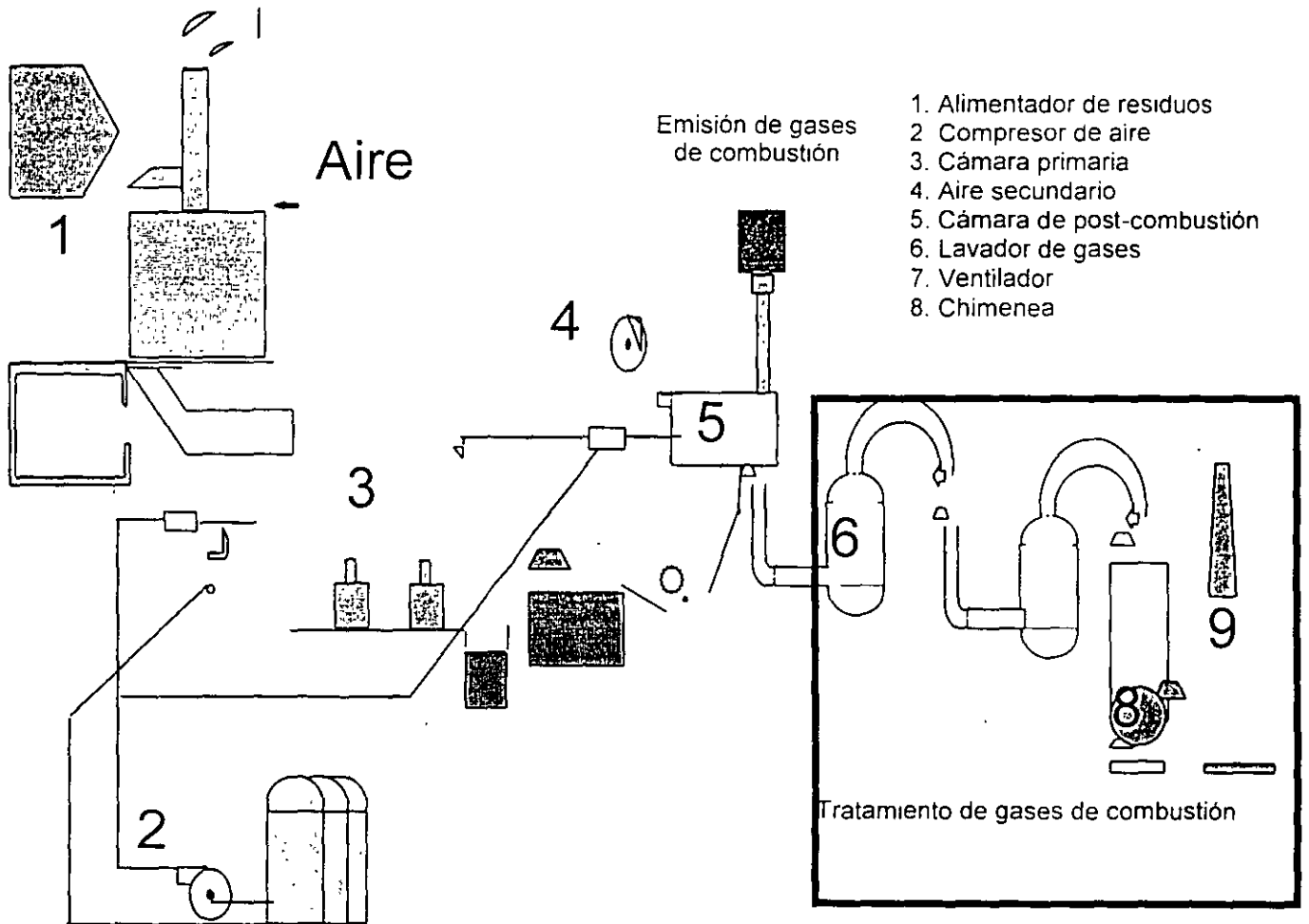
1.2 Cámara secundaria que opere entre 900°C a 1200°C. Este quemador generalmente debe ser de sistema modulable que permita un mezcla aire - combustible - gases de combustión óptimo para llevar a cabo una combustión completa.

2. Turbulencia del aire. El aire en la segunda cámara de sistema modular

3. Tiempo de residencia de los gases de combustión en la segunda cámara de 2 segundos

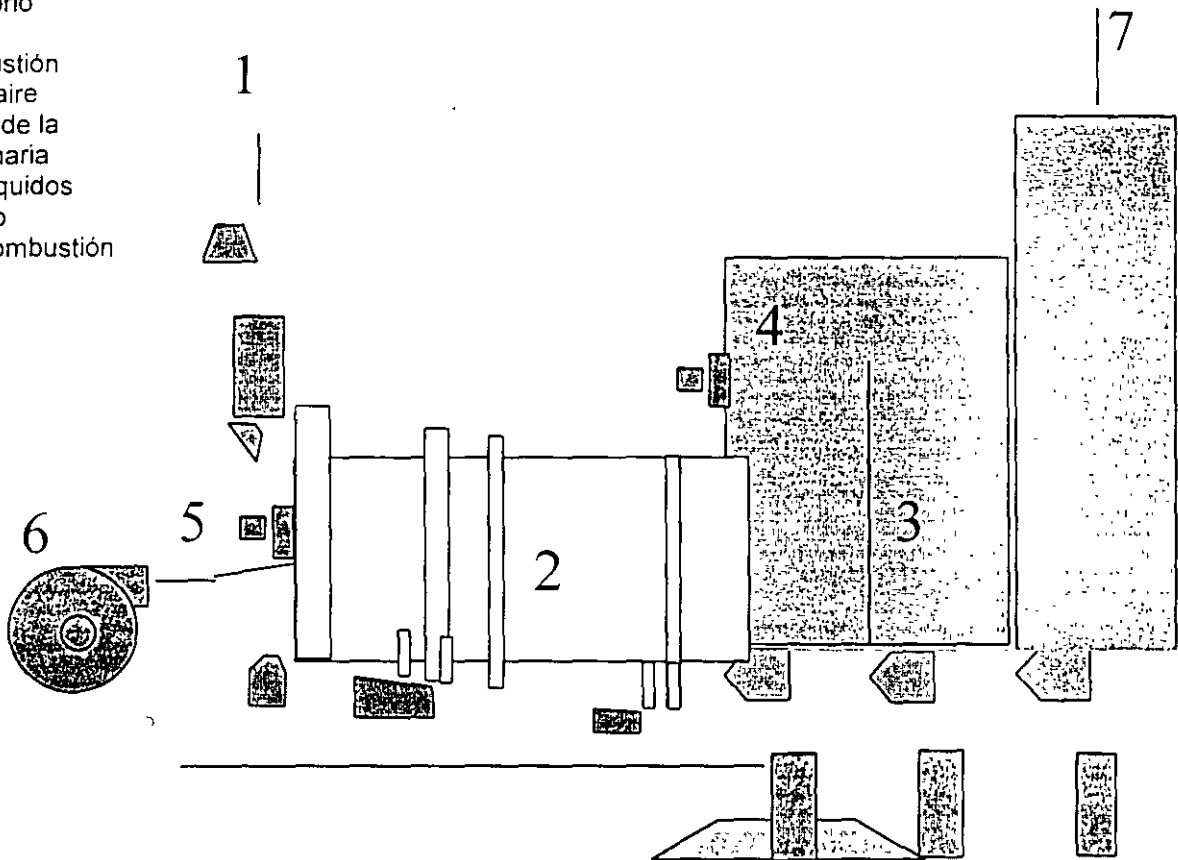
4. Alimentador automático. Este es muy recomendable ya que se disminuye considerablemente el riesgo de accidentes y a la salud de los operarios.

FUNCIONAMIENTO DE UN INCINERADOR CONVENCIONAL



INCINERADOR DE HORNO ROTATORIO

1. Desechos sólidos
2. Horno rotatorio
3. Cámara de post-combustión
4. Llegada de aire proveniente de la cámara primaria
5. Desechos líquidos
6. Aire primario
7. Gases de combustión



¿COMO SABER SI UN INCINERADOR HA SIDO O ESTA SIENDO OPERADO ADECUADAMENTE?

Como dato indiscutible de su buena o mala operación son los resultados de emisiones a la atmósfera que están obligados a llevar a cabo, mínimo cada año y que deberán presentarse a la SEMARNAP, en los meses de enero a abril.

Sin embargo esperar hasta el último momento para ver si los resultados van a salir bien o mal es mucho riesgo, ya que en caso de estar mal tendrán que llevar a cabo nuevamente el muestreo y análisis de los gases de combustión, siendo un desperdicio de tiempo y dinero, por lo que se recomienda cuidar los siguientes parámetros durante todo su tiempo de operación del incinerador.

- 1 Alimentar adecuadamente los RPBI, mediando la contribución de calor específico de los tres tipos de contenedores.
2. Verificar las temperaturas, las cuales deben estar entre: C.P. 650-800°C y C.S. Entre 900 - 1200°C
- 3 El color de la flama del gas auxiliar (gas LP, gas natural, diesel,) sea el que marca el proveedor. Por ej. El color de la flama de la mezcla aire - gas LP, es azul cielo. Esto nos indica que la mezcla aire combustible es la adecuada
- 4 Verificar el color de humo que sale por la chimenea, ya que generalmente una combustión que no es completa emite humo entre gris y negro. Generalmente cuando el incinerador esta siendo operado adecuadamente no se ve a simple vista que los gases que salen por la chimenea tengan algún color.

Algunos resultados típicos de emisiones de incineración que pide la SEMARNAP y EPA

Contaminante	Unidades	SEMARNAP	EPA*
PST	mg/ m3	180	180
CO	mg/ m3	100	1.8
NOx	ppm	250	---
HCl	mg/ m3	70	1.8
Pb	mg/ m3	5	0.21**
Hg + Cd	mg/ m3	0.2	0.27**
Cr	mg/ m3	0.5	0.27**
As	mg/ m3	0.5	0.21**
Dioxinas y furanos	ng/m3	£ 0 5	---
CRETI B	N P.	N. P.	N P

* Norma Federal

** Valores propuestos en 1994

Los valores son corregidos al 7% de oxígeno y condiciones estándar (25°C y a una atmósfera)

Nota. Los valores que pide la SEMARNAP, son de acuerdo a cada empresa.

CONCLUSIONES

1. En la incineración se lleva a cabo una reacción de combustión, y se busca que esta sea completa para evitar la formación de compuestos dañinos a la salud
2. Es importante capacitar al personal del hospital para que clasifique adecuadamente los RPBI
3. Los encargados del incinerador deberán ser capacitados, para que tomen conciencia y operen cada vez mejor el incinerador.
4. Las condiciones que hay que cuidar en la operación del incinerador son: Alimentación de los residuos, Temperaturas de ambas cámaras del incinerador, relación aire combustible, color de flama
5. Si sale humo de color entre gris y negro por la chimenea del incinerador podemos deducir, que la combustión no está siendo llevada adecuadamente.
6. Para las inspecciones que hace PROFEPA y para mismo control interno es necesario que se lleve el registro de operación del equipo, en su bitácora de operación. Y no olvidar llevar también la bitácora de mantenimiento del equipo
7. No olvidar llevar a cabo el análisis CRETIB a las cenizas producto de la incineración, ya que se tiene que entregar semestralmente este reporte a la SEMARNAP.
8. Cumplir con toda la normatividad ambiental que les aplique.

EQUIPOS DE COMBUSTIÓN.

INTRODUCCION

Para poder prestar los servicios necesarios al paciente, en los hospitales generales del Sector Salud, se cuenta con equipos de calentamiento indirecto por combustión (Calderas), que generan vapor y agua caliente para las diferentes actividades del hospital. Otros equipos donde se tiene un proceso de combustión son las plantas de emergencia, éstas son útiles en los hospitales cuando la energía eléctrica es suspendida por Comisión Federal de Electricidad, en ese momento la planta de emergencia entra en funcionamiento, proporciona la energía eléctrica necesaria ya que algunos aparatos y equipos no pueden dejar de operar debido a que es vital para los pacientes.

I. EQUIPOS DE CALENTAMIENTO INDIRECTO POR COMBUSTIÓN.

I.1 TIPOS DE CALDERAS

Las calderas se clasifican generalmente en dos tipos:

De tubos de humo (pirotubulos)	Los gases de la chimenea pasan por los tubos y el agua circula alrededor de ellos.
Acuotubular	El agua es la que pasa por los tubos y los gases de la combustión circulan alrededor de los mismos.

I.2. FUNCIONAMIENTO DE CALDERAS.

Las calderas son también conocidas como generadores de vapor, estos caen en dos categorías:

- a). Generadores de vapor industrial (calderas industriales)
- b). Generadores de energía eléctrica

La función de los generadores de vapor o calderas industriales, es la generación de vapor de agua, a partir de la transferencia de calor en forma indirecta, el calor es consecuencia del proceso de combustión, de combustibles fósiles en estado líquido, sólido o gaseoso.

Las calderas que son construidas con tubos de humo horizontales, con tubos y placas de desviación instalados en tal forma que los productos de combustión tienen que pasar cuatro veces a todo lo largo de la caldera antes de salir. La combustión se inicia y se termina en el tubo principal de humo u horno. Los gases son forzados por un soplador centrífugo para que circulen progresivamente hacia arriba a través de pasos sucesivos hacia el escape. Un motor de registro controla la cantidad de aire para combustión que va al quemador. Este mismo motor, mediante un sistema de varillaje y levas, controla las válvulas de aceite o gas para regular el paso del combustible. En esta forma el combustible y el aire se mezclan proporcionalmente para producir la más eficiente combustión.

Las calderas están equipadas en tal forma que sus quemadores funcionen con el principio "encender-apagar" (on-off) o con el ciclo "fuego alto – fuego bajo".

Sea cual sea el combustible usado, el quemador solamente opera en dos regimenes de fogueo, fuego alto o fuego bajo. En cualquiera de los dos casos cuenta con otros dispositivos de seguridad que hacen que el quemador vuelva siempre a la posición de fogueo mínimo para el encendido.

Preparación general para el arranque de la caldera.

1. Llenar la caldera con agua hasta el apropiado nivel de operación
2. Verifique, y si es necesario, reposicione (ajuste) el motor de arranque (2), el control de programación (10), la bomba de alimentación y el control de bajo nivel (51), si los hay.
3. Verifique la dirección de rotación del motor del soplador (7).
4. Ajuste el control de temperatura o del límite de alta presión (53)
5. Ajuste el control de presión Alta-Baja o de temperatura (55)
6. Ponga en bajo el interruptor de fijación del registro (20)
7. Cierre la llave manual principal del aceite (78), y las llavecitas de gas piloto (101) y (102)
8. Apague todos los interruptores de entrada de fuerza.

Criterios que deben tomarse en cuenta para la operación de calderas.

- ♦ Ajuste del quemador- Los ajustes finales del quemador deben ser determinados mediante un análisis de gases en chimenea. Es deseable que el porcentaje de CO₂ esté entre el 9.5 y el 11 %. Haga los ajustes necesarios del gas en la válvula de aleta para obtener el deseado porcentaje de CO₂. Al hacer tales ajustes tenga cuidado de no dejarlo graduado en un punto que produzca una hoguera rica en combustible. El porcentaje de O₂ en los gases de combustión deberá marcar del 1 al 4 por ciento.
- ♦ Si los porcentajes de O₂ y CO₂ en los gases de combustión, se encuentran fuera de los rangos antes mencionados, deberá de ajustar el tornillo de tope de fogueo alto (68), para obtener el flujo exacto de gas requerido, se podrá ajustar el aire secundario, por medio de los tornillos de ajuste (71) y (72)
- ♦ El régimen de suministro de aire de combustión puede cambiarse acelerando la entrada o la salida al soplador lo cual se efectúa abriendo o cerrando el registro del aire secundario (120)
- ♦ La apariencia de la llama frecuentemente engaña; Una llama de gas eficiente puede variar entre un azul transparente y un amarillo transluciente. Un fuego excesivamente amarillo rápidamente llena los tubos de hollín dando por resultado una pérdida de eficiencia. Resulta muchísimo más eficiente un fuego claro con un porcentaje de CO ligeramente más bajo.

Controles y Componentes.

Componente	Función
Control de Programación (10)	Este control de programación establece la secuencia siguiendo un horario fijo y preasignando para cada fase de la operación del quemador.
Escudriñador (410)	Esta célula ve la llama e interrumpe electrónicamente el abastecimiento de combustible en caso de que la llama se apague
Válvula solenoide del aceite Fuego bajo (38), Fuego medio (389), Fuego alto (39)	Estas válvulas operadas automáticamente, de prender y apagar (on-off), controlan el flujo del combustible a la boquilla del quemador.
Llave según_n_l del aceite (78)	Esta válvula sirve para cerrar manualmente al abastecimiento de aceite al quemador.
Manómetro de la presión del vapor o de la temperatura y altitud (114)	Este manómetro indica la presión interna de la caldera o las condiciones de temperatura.
Manómetro de la presión del aceite combustible en el quemador (112)	Este manómetro indica la presión de descargue de la bomba de aceite a la boca del quemador
Control de la presión de fogueo alto-bajo o de la temperatura (55)	Este control del fogueo alto-bajo hace que el quemador opere en el según_n de fogueo alto o bajo según sea necesario para mantener la presión del vapor o la temperatura del agua.

Unidad del aceite combustible (202)	Esta unidad bombea el aceite combustible hacia la boca del quemador. Es operada por medio de correa por el motor del soplador. Como parte integrante tiene un regulador de presión.
Transformador para la ignición (31)	Esta unidad aumenta al voltaje y suministra el alto voltaje necesario para producir la chispa de ignición para el piloto de gas o aceite.
Aislador de paso para la ignición (558)	Estos aisladores ofrecen un medio seguro de conducir el alto voltaje a través de la cubierta de metal, a los electrodos de ignición.
Interruptor del quemador (19)	Este es el interruptor usado para arrancar y apagar directamente el quemador
Válvula de prueba (88)	Esta válvula se suministra no solo para facilitar al inspector las pruebas de rutina de la caldera, sino que sirve también para reducir el vacío creado por la condensación del vapor cuando se apaga la caldera. Durante el funcionamiento normal de la caldera la válvula permanece cerrada.
Válvula o válvulas de seguridad (86)	Esta válvula se suministra tal como lo exigen todos los códigos de calderas. Sirve para proteger la caldera contra aumentos peligrosos de presión
Accesorios de la columna de agua Indicador del Nivel del Agua (116) Grifos del indicador (106) Grifos de prueba de la columna (129)	Sirve para conocer el nivel del agua.
Control de la bomba y del bajo nivel del agua (15)	Este control, operado por medio de un flotador, responde al nivel de agua de la caldera que muestre el correspondiente indicador. Tiene dos funciones: la primera, interrumpir el fogueo de la caldera cuando el agua desciende al nivel mínimo de operación; y la segunda, poner en marcha o para la bomba de alimentación (si se usa) para mantener constante el nivel apropiado del agua en las calderas de vapor.
Válvula de purga de la columna de agua (97)	Esta válvula se suministra para poder purgar periódicamente la columna de agua y sus tubos y así mantenerlos limpios.
Control de temperatura o del límite de alta presión (53)	Cuando la temperatura o la presión de la caldera llega a un valor ya determinado, este control interrumpe un circuito y apaga la caldera. Esta ajustado para ser y romper el circuito a la presión o temperatura seleccionada.
Válvula del gas (43)	Esta es un válvula de gas con posiciones on-off. Cuando el motor arranca abre la línea principal de suministro del quemador. Opera automáticamente de acuerdo con el control de programación.
Válvula de mariposa del gas (99)	Esta válvula, que está bajo el control del motor de registro, regula el régimen de flujo de gas al quemador para todas las cargas de la caldera. Los valores limitadores se fijan con el tornillo de tope de fogueo bajo (67) y el tornillo de tope de fogueo alto (68).
Bloque terminal del aceite (602) y bloque múltiple (516)	Estos son accesorios convenientes que sirven para conectar el abastecimiento de aceite a la tubería del quemador
Motor del registro (188)	Este control opera el registro del aire y las válvulas del combustible por medio de un sistema de varillaje y levas.

Interruptor auxiliar (29)	El interruptor auxiliar es operado por medio de una extensión del eje del motor de registro y provee mecánicamente una característica adicional de seguridad la cual evita el encendido del quemador a menos que el motor registro, las válvulas de registro y combustible, se encuentren en la posición de fogueo bajo. Los interruptores operados por levas que controlan las válvulas solenoides de fogueo alto también se consideran como interruptores auxiliares.
Interruptor de entrelace del aire-gas (312)	Este interruptor activado por la presión del aire producida por el abanico del soplador, esta conectado en el circuito que controla la válvula de gas (43) Sus contactos deben ser cerrados por la presión del aire pues de lo contrario la válvula del combustible no abre.
Válvula solenoide del piloto del gas (41)	Esta válvula controla el combustible del piloto de gas. Abre cuando recibe corriente eléctrica y permanece cerrada excepto durante el periodo de ignición.
Regulador de la presión del piloto de gas (107)	Se usa para ajustar la presión del gas a una válvula que mantiene una llama satisfactoria en la llama piloto. El manómetro de la presión del gas del piloto(113) indica la presión en el piloto cuando éste está encendido.
Llave principal del gas (102)	Este es el grifo de operación manual que se usa para abrir o cerrar la línea de suministro de combustible al quemador
Llave del piloto de gas (101)	Se usa para abrir o cerrar la línea independiente de suministro de combustible al piloto.

1.3 CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS GENERADOS DE ACUERDO AL TIPO DE COMBUSTIBLE UTILIZADO EN LA CALDERA

Los combustibles más comunes para el encendido y operación de las calderas son:

- ◆ Gas Natural
- ◆ Gas L.P.
- ◆ Diesel industrial
- ◆ Combustible industrial pesado.
- ◆ Gasóleo industrial.
- ◆ Combustóleo pesado.
- ◆ Carbón pulverizado.

Quando se emplean otros combustibles como **metanol** o **gas L.P.**, existen riesgos de incendio que exigen precauciones especiales para garantizar el funcionamiento seguro de la caldera.

Combustible	Contaminantes
Gaseosos (Gas Natural ó Gas L.P.)	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Gases de combustión (CO₂, CO, O₂, N₂) ◆ Oxidos de Nitrógeno (NO_x)
Líquidos (Diesel, combustóleo, gasóleo, combustibles industriales).	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Gases de combustión (CO₂, CO, O₂, N₂) ◆ Partículas suspendidas totales. ◆ Oxidos de Nitrógeno (NO_x) ◆ Dióxidos de azufre (SO₂)
Sólidos (carbón pulverizado)	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Gases de combustión (CO₂, CO, O₂, N₂) ◆ Partículas suspendidas totales. ◆ Oxidos de Nitrógeno (NO_x) ◆ Dióxidos de azufre (SO₂)

Nota: Si se utiliza otro tipo de combustible los contaminantes que se generan están en función de la composición de los componentes del combustible.

NORMATIVIDAD AMBIENTAL APLICADA A EQUIPOS DE COMBUSTIÓN

La industria en México, se ha ido desarrollando conforme a la tecnología existente, para lograr obtener materias primas y productos terminados necesita de una diversidad de equipos y maquinaria, que de alguna manera generan contaminación, a la atmósfera, al agua y al suelo.

La contaminación a la atmósfera es provocada principalmente por diversas fuentes que debido a sus procesos emiten partículas, humos, vapores o alguna sustancia química que se desprende de su proceso.

Las fuentes contaminantes de partículas dentro de una planta industrial son las siguientes:

1. Calderas mayores de 5250 MJ/H, y que utilicen combustibles líquidos
2. Hornos
3. Equipos que generan desprendimiento de partículas

Conceptos básicos.

Aerosol:	Es la suspensión estable de partículas líquidas o gaseosas en el aire u otro gas. El diámetro de las partículas puede variar de 100 μm a 0.1 μm . Ejemplo: Polvo, niebla, humo, etc
Aire estándar:	En nuestro País se le llama de ese modo al aire a 25°C, 760 mm de Hg y sin contenido de humedad. Tiene una densidad de 0.4lb/ft ³ y un calor específico de 0.24 Btu/lb/°R .
Base seca:	Es la exclusión del contenido de humedad de los gases
Boquilla de muestreo:	Instrumento con el cual se extrae una muestra de los gases que fluyen por los ductos ó chimenea
Condiciones actuales:	Se refiere a la temperatura y presión que tiene el gas en el ducto ó chimenea. También Se como "condicione reales".
Condiciones normales:	Para efecto de aplicación de las Normas Mexicanas son aquéllas en que los gases se encuentran a una temperatura de 25°C (298.15 °K), la presión de 760 mm Hg y base seca
Corrida	Serie de lecturas obtenidas a lo largo de una línea de prueba
Concentración:	Volumen que ocupa la masa de aerosoles, se expresa en m-gr/N m ³ (miligramos por normal metro cúbico).
Densidad:	Es el volumen que ocupa la masa de una substancia.
Emisión:	Masa de contaminante, que es arrojado por la chimenea en la unidad de tiempo, se expresa en Kg/Hr (Kilogramo por hora).
Estación de prueba:	Localización de la sección transversal de un conducto escogida para hacer la medición.
Fuente fija:	Fuente de emisión de contaminantes comúnmente llamada chimenea. Las fuentes móviles son los vehículos.

Fumes:	Partículas sólidas pequeñas formadas por la condensación del vapor de los materiales sólidos. Éste término no tiene traducción al Castellano, se pronuncia como "fi-ums".
Gas:	Fluido que tiende a ocupar el espacio completo del recipiente que lo contiene, de manera uniforme en temperatura y presión.
Humo:	Suspensión de partículas, no necesariamente sólidas, generadas en una combustión.
Límite máximo permisible:	El valor máximo de emisión de un contaminante que permiten las Normas Oficiales
Manómetro:	Instrumento para medir la presión. En la determinación de velocidades de ductos ó chimeneas, normalmente se emplea del tipo de columna de agua ó algún otro líquido, como aceite o mercurio.
Medio filtrante:	Elemento poroso que permite el paso de un fluido gaseoso y retiene las partículas suspendidas en él.

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

1. INTRODUCCIÓN.

El uso del agua a través del tiempo ha venido causando problemas de contaminación de poca magnitud y por ende imperceptible, sin embargo es hasta el presente siglo que la explosión demográfica, las grandes concentraciones humanas, el uso irracional del vital líquido y las distintas actividades del hombre para su supervivencia, desarrollo y confort, ha causado grandes concentraciones de sustancias de contaminantes naturales y artificiales.

El problema es tan grave, que la contaminación está afectando por lo tanto los "ciclos biogeoquímicos" y las "cadenas tróficas" (que son los mecanismos que la naturaleza ha creado, para poner en contacto al agua con los seres vivos y purificarla mediante un incesante y dinámico movimiento denominado ciclo hidrológico), rebasando la capacidad natural de autodepuración de los escurrimientos y cuerpos de agua

Dado que la calidad del agua, está íntimamente ligada con la salud de la flora, fauna y la especie humana, así como los usos que se le puedan dar, es de capital importancia evitar su contaminación, aplicar métodos de control y de tratamiento para su depuración.

En este contexto, las unidades hospitalarias son paradójicamente un sitio de cuidado y promoción de la salud, así como también una fuente de agua residual altamente contaminada, principalmente por sustancias que la hacen un foco de infección y/o de intoxicación.

Los avances tecnológicos permiten en la actualidad, aplicar métodos de tratamiento del agua residual que coadyuvan al control de la contaminación del agua y al cumplimiento de la normatividad vigente en ésta materia, sin embargo seleccionar un sistema adecuado al problema que se enfrenta, es de alto grado de dificultad, por lo que a continuación se explica el funcionamiento de algunos dispositivos de tratamiento de agua residual, se recomiendan criterios de selección y se proponen los posibles trenes de tratamiento de agua para unidades hospitalarias

2. AREAS GENERADORAS DE AGUA RESIDUAL EN LAS UNIDADES HOSPITALARIAS.

El agua residual proveniente de hospitales y clínicas, presentan diferentes calidades, debido a que las actividades que en cada uno de ellos se realizan, requieren distintas sustancias, medicamentos y materiales, por lo que resulta necesario conocer todas y cada una de las áreas que conforman dicho sitio.

Los centros de salud dependientes de la Secretaría de Salud (SSA), de acuerdo a su función, capacidad y equipamiento, se clasifican en:

Primer Nivel.

Desde uno hasta varios consultorios (en las áreas urbanas se incluye servicio de parto)

Segundo Nivel

Hospital desde 30 a 280 camas. Se brinda servicio de cuatro especialidades básicas, Medicina interna, Ginecología, Pediatría y Cirugía General. Sin embargo de acuerdo a las necesidades, se pueden incluir más especialidades.

Tercer nivel.

Institutos, donde se hace investigación.

Unidades de especialidades, donde se usa alta tecnología.

Dependiendo de lo anterior, los centros de salud se integran por diversas áreas e instalaciones, que influyen en la calidad del agua residual que se genera, de las cuales se listan las principales, en la TABLA 1.

TABLA 1 AREAS QUE CONFORMAN LOS CENTROS DE SALUD.

Area administrativa.

Dirección médica.
Subdirección médica.
Subdirección administrativa
Departamento de personal.
Archivo clínico.
Trabajo social.
Delegación jurídica.

Area de servicios generales.

Biblioteca.
Almacén.
Comedor.
Cocina.
Cafetería.
Sanitarios.
Lavandería y ropería.
CEYE.
Vestidores.
Casetas de vigilancia.
Cuarto de máquinas.
Estacionamientos.
Salas de espera
Residencia médica.
Aulas.
Auditorios.

Area médica.

Consulta externa.
Hospitalización.
Urgencias.
Quirófanos.

Area de diagnóstico y tratamiento.

Laboratorios
Rayos x.
Bancos de leche, sangre y tejidos.
Medicina nuclear.
Farmacias.
Electrocardiografía.
Cuartos sépticos.

El área administrativa solo produce agua residual doméstica por uso de baños y sanitarios. El área médica genera algunas sustancias tóxicas, fluidos biológicos e infecciosos, el área de diagnóstico incluye además, en sus descargas algunos químicos y el área de servicios produce principalmente; residuos de alimentos, proteínas, detergentes y grasas.

De acuerdo a las diferentes áreas y actividades, la variedad de los residuos que se producen en los centros de salud es amplia, impactando severamente la calidad del agua usada, lo que causa que sus descargas, difícilmente se ajusten a la normatividad vigente en materia de agua residual.

1. CALIDAD DEL AGUA QUE SE GENERA EN LOS CENTROS DE SALUD.

La calidad del agua residual tratada y cruda, depende de sus características físicas, químicas y biológicas, lo se determina a partir de la concentración de elementos y/o sustancias, que al ser usada en las diferentes actividades que se desarrollan en los centros de salud, se incorporan a dicho recurso alterando sus propiedades originales. De esto dependen los efectos sobre la salud pública, ambientales y económicos. Algunas de las características que determinan la calidad del agua residual se describen a continuación:

3.1 Característica físicas.

- *Materia flotante.* Son residuos que flotan en la superficie del agua, tales como papel, plástico, cabellos, hojas vegetales, animales muertos, entre otros y que son capaces de obstruir tuberías, bombas, canales, etc., impiden el paso de la luz e imparten aspecto desagradable al agua.
- *Sólidos.* Estos pueden estar presentes en suspensión, en solución o ambas y están compuestos por materia orgánica y materia inorgánica. Los *sólidos disueltos totales (SDT)*, se deben a materiales solubles, mientras que los *sólidos en suspensión (SS)*, son partículas que por su carga eléctrica y su tamaño se mantienen en forma coloidal en el agua. Los *sólidos sedimentables* son partículas finas que por su tamaño y peso precipitan en su mayoría en un lapso de 45 minutos
- *Temperatura.* Básicamente importante por su efecto sobre otras propiedades, tales como: aceleración de reacciones químicas, reducción en la solubilidad de los gases, intensificación de sabores y olores, influye sobre el desarrollo de microorganismos, etc.
- *Turbidez* Es la apariencia nebulosa del agua, provocada por la presencia de sólidos coloidales, partículas de arcilla y limo, descargas de agua residual, desechos industriales o la presencia de microorganismos. Hace que los rayos luminosos se dispersen y absorban en lugar de que se transmitan en línea recta a través de ella.

3.2 Característica químicas.

- *Cianuros - cromo.* El cianuro se encuentra sobre todo en forma libre: (CN⁻), o bien, formando sales de sodio. En medio ácido, éste compuesto puede dar origen al ácido cianídrico (HCN), que es sumamente tóxico. En las aguas, el cianuro generalmente va acompañado de cromo (Cr).
- *Demanda de oxígeno* Los compuestos orgánicos por lo regular son inestables y pueden oxidarse biológicamente o químicamente para obtener productos estables, relativamente inertes tales como CO₂, NO₃⁻ y H₂O. La indicación del contenido orgánico de un desecho se obtiene al medir la cantidad de oxígeno que se requiere para su estabilización. Hay básicamente dos formas de medirla:
 - a). *Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)₅* Mide la cantidad de oxígeno que requieren los

microorganismos a lo largo de cinco días, para degradar la materia orgánica presente

b). *Demanda química de oxígeno (DQO)*. Mide la cantidad de oxígeno necesario para oxidar químicamente la materia orgánica presente.

Fenoles Estos compuestos son derivados de los hidrocarburos aromáticos, están formados por un anillo de seis átomos de carbono y uno más de oxidolos (-OH). Son sumamente tóxicos

Grasas y aceites Son sustancias menos densas que el agua, por lo que tienden a acumularse en el espejo del agua estancada o en remanso. Las grasas pueden ser de origen animal, vegetal o derivada del petróleo. Algunas grasas se pueden emulsificar y dificultar su remoción del agua.

Sustancias activas al Azul de Metileno (detergentes). Los productos comerciales son mezclas de compuestos químicos que contienen surfactantes, aditivos (fosfatos), colorantes, aromatizantes, conservadores, blanqueadores (hipoclorito de sodio o peróxidos)

Metales pesados. Pertenecen a una familia de elementos metálicos que se caracterizan por su alta densidad, en algunos casos 10 veces más alta que la del agua. Son metales tóxicos y entre ellos están: Plomo (Pb), Cadmio (Cd), Mercurio (Hg), Níquel (Ni), Bario (Ba), Zinc (Zn), Cobre (Cu) y Plata (Pt).

pH. La intensidad de acidez o alcalinidad de una muestra se mide en la escala pH, que determina la concentración de iones de hidrógeno presentes. El pH controla muchas reacciones químicas y la actividad biológica normalmente se restringe a una escala básicamente estrecha de pH entre 6 y 8. Las aguas muy ácidas o muy alcalinas son indeseables debido a que son corrosivas o presentan dificultades en su tratamiento.

a) *Alcalinidad*. Es debida a la presencia de bicarbonato HCO_3^- , carbonato CO_3^{2-} o hidróxido OH^- . La alcalinidad es útil en el agua natural y en las aguas residuales porque proporciona un amortiguamiento para resistir los cambios en el pH. Normalmente se divide en alcalinidad cáustica, por arriba de pH 8.2 y alcalinidad total, por arriba del pH 4.5.

b) *Dureza*. Es debida principalmente a los iones metálicos Ca^{++} y Mg^{++} aunque también son responsables el Fe^{++} y Sr^{++} , los cuales normalmente están asociados con HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- y NO_3^- . No representan riesgos para la salud pero las desventajas económicas del agua dura incluyen un consumo excesivo de jabón y gastos más altos de combustible debido a que las aguas duras provocan incrustaciones en las tuberías de agua caliente, calderas, evaporadores, intercambiadores de calor, entre otros.

3.3 Características Biológicas.

Bacterias coliformes y estreptococos. Son muy útiles para determinar los niveles de contaminación y la patogenicidad potencial del agua, debido a que son habitantes comunes del intestino de animales de sangre caliente incluyendo al humano. Estos organismos coexisten en la materia fecal con los patógenos causantes de enfermedades intestinales tales como ciertas bacterias, virus y protozoarios.

Clostridium botulinum. Agente etiológico del botulismo, produce una exotoxina (neurotoxina), de gran actividad, su efecto nocivo supera todas las toxinas biológicas conocidas hasta el momento. A pesar de que se desarrolla en alimentos largamente almacenados y/o enlatados, existe bibliografía que reporta su existencia en sistemas de alcantarillado y recientemente la Secretaría del Medio

CUIDADO DEL ENTORNO ESCOLAR DE UNIDADES EDUCATIVAS

Ambiente del D. F. (septiembre de 1999), registró muerte de aves acuáticas por botulismo, en los canales de Tlahuac.

Huevos de Helminths. Es un parámetro que sólo en fechas recientes ha tomado relevancia debido al alto índice registrado de enfermedades helmínticas, asociadas al uso de las aguas residuales en riego y la agricultura.

Salmonella. Incluye 65 grupos (aproximadamente 65 serovares), que representan parásitos del organismo de los animales domésticos o salvajes, aves, peces y reptiles, siendo algunos de éstos patógenos incluso para el hombre.

Vibrio cholerae. Agente etiológico del cólera, produce una exotoxina (colerógeno) que posee acción enterotóxica y desempeña un importante papel en la patogénesis del cólera.

Según el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y ciencias del Ambiente (CEPIS), un enfermo de cólera, causado por *vibrio cholerae*, serotipo 1, biotipo el Tor, es capaz de eliminar entre 1 y 100 millones de vibrios por gramo de heces y un convaleciente puede eliminar entre 100 y 100 000 por gramo de heces, siendo la dosis infectiva o cantidad de microorganismos que deben ingerirse para causar el daño, de 1000 únicamente, pero existen evidencias de que pueden ser 100 o menos

De ésta manera, en un caso extremo, un portador lleva tantos microorganismos, como para infectar a un millón de personas, vía aparato digestivo.

En cada centro de salud se generan determinados contaminantes que alteran la calidad del agua que se usa en las distintas actividades que se desarrollan (TABLA 2), así como para eliminar algunos residuos y las deyecciones de los trabajadores y usuarios. Estos Contaminante para un buen manejo pueden clasificarse como biológicos, infecciosos, químicos tóxicos y ordinarios (TABLAS 3 Y 4).

TABLA 2. CONTAMINANTES QUE SE GENERAN EN CADA AREA O ACTIVIDAD DE LOS CENTROS DE SALUD.

ACTIVIDAD O AREA	CONTAMINANTE
SANITARIOS Y BAÑOS.	Microorganismos, sólidos totales, ácidos, desinfectantes, aromatizantes, antibióticos, jabones, materia flotante y materia orgánica.
LAVANDERIAS.	Detergentes y cloro, álcalis, grasas y aceites, blanqueadores, desinfectantes, sólidos totales, microorganismos.
COCINAS.	Grasas y aceites, sólidos totales, detergentes, materia orgánica
LABORATORIOS.	Productos químicos, orgánicos e inorgánicos, desechos de origen orgánico.
CASSETAS DE MAQUINAS.	Diesel, petróleo, grasas y aceites, fosfatos, carbonatos, temperatura, sosa cáustica, ácidos y otros productos químicos.
CALDERAS.	Purgas y aguas de rechazo con alta concentración salina.
TORRES DE ENFRIAMIENTO.	Cromatos, fosfatos y otros productos químicos.
RAYOS X, REVELADO Y MEDICINA.	Alcalis, sales de plata, isótopos radiactivos y otros metales.

ESTACIONAMIENTOS	Arena y otras partículas, diesel, petróleo, grasas y aceites.
------------------	---

Es importante aclarar que como los contaminantes infecciosos (TABLA 3), provienen de fluidos corporales y son capaces de causar enfermedades severas en individuos susceptibles, al ser incorporados a las descargas de hospitales, dicho líquido requiere un manejo responsable. Estos contaminantes ingresan primeramente a los muebles sanitarios, por deyecciones directas y por vertido de agua producto de lavado y enjuague de instrumentos y materiales y se desalojan a través del alcantarillado.

TABLA 3. CONTAMINANTES INFECCIOSOS QUE SE GENERAN EN LOS CENTROS DE SALUD.

DEYECCIONES Y SANGRADO	LAVADOS Y CULTIVOS.
<ul style="list-style-type: none"> • Salivas. • Mocosidad • Vómitos. • Orina. • Heces fecales. • Sangre. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lavado de material de curación empleado en pacientes aislados. • Lavado de residuos anatómicos y cadáveres • Cultivos de microorganismos.

TABLA 4. OTROS CONTAMINANTES QUE SE GENERAN EN LOS CENTROS DE SALUD.

EN GENERAL	QUIMICOS TOXICOS	BIOLOGICOS
<ul style="list-style-type: none"> • Grasa y aceites • Jabón • Papel • Cabellos • Residuos de alimentos, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cloro. • Desinfectantes y desodorantes. • Acidos orgánicos e inorgánicos • Alcoholes • Revelador y fijador de fotografía empleado en el proceso de rayos "X". 	<ul style="list-style-type: none"> • Vacunas caducas y atenuadas.

NOTA LOS CONTAMINANTES QUIMICOS TOXICOS, ALTERAN EL FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS BIOLOGICOS DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL.

- Efectos que causan los contaminantes presentes en el agua residual proveniente de hospitales, especificados en las tablas 2,3 y 4.

Por sus características físicas, química y biológicas, las aguas residuales ejercen efectos negativos que se manifiestan como:

Afectación del Entorno Ecológico y del Medio Ambiente.

Diseminación de enfermedades y pérdida de horas hombre.

Daños a las instalaciones hidrosanitarias.

Alteración del funcionamiento de las plantas de tratamiento de agua residual.

Estos efectos se pueden prevenir y evitar, teniendo las debidas precauciones y los suficientes conocimientos en materia de calidad del agua y de tratamiento de agua residual.

4. MÉTODOS DE MUESTREO DE AGUA RESIDUAL.

Determinar la calidad del agua residual es una etapa necesaria para comprender la magnitud y grado de contaminación, además de que permite obtener información y ejecutar medidas de diferente índole. Pero no cualquier muestra es útil para el análisis de campo y laboratorio, ya que la precisión de los resultados de su caracterización y la interpretación que se haga de ellos, depende de la representatividad de dicha muestra.

Es muy importante que la muestra refleje las características reales del sitio donde fue tomada, sobre todo de los tipos de contaminantes presentes en el agua residual y su concentración, ya que las muestras obtenidas son el prototipo que será utilizado para diferentes objetivos, entre los cuales se incluyen:

- Cumplimiento de la normatividad vigente en materia de agua residual.
- Selección de un sistema de tratamiento de agua residual y su diseño.
- Operación óptima de un sistema de tratamiento de agua residual.
- Selección y dosificación adecuada de los reactivos, para el tratamiento de agua residual.
- Detección de fallas en la operación de un sistema de tratamiento de agua residual
- Control de los contaminantes que ingresan al alcantarillado municipal y a las plantas de tratamiento.
- Determinación del riesgo ambiental y a la salud, por descargas de agua residual.
- Detección y rastreo de contaminantes que afectan a los cuerpos de agua.
- Selección del método de saneamiento de cuerpos de agua.

El muestreo del agua residual en centros de salud, es una actividad muy delicada por dos razones, la primera se refiere a la seguridad y salud del personal de muestreo y la segunda a la representatividad que se requiere de la muestra compuesta, por lo que debe desarrollarse por técnicos especialistas en la materia

- Seguridad del personal que haga un muestreo.

Al iniciar todo muestreo se deben tomar las respectivas medidas de precaución para evitar accidentes, infecciones e intoxicaciones. Es importante tener en cuenta que los sistemas de alcantarillado acumulan a en su interior, gases producto de la descomposición de la materia orgánica y de reacciones químicas, además los registros y pozos de visita suelen ser nidos de fauna nociva (rata, cucaracha, mosca *Psychoda Alternata*, también conocida como mosca de letrina y ocasionalmente mosquito) Las precauciones que deben tenerse son:

- Conviene exigir credencial al ingresar a las instalaciones de la SSA, credencial del IMSS.
- El personal de muestreo deberá presentarse con ropa y equipo de protección.

CUIDADO DEL ENTORNO ECOLÓGICO DE SITIOS RESIDUALES

- Se deben ventilar los registros donde se trabaje.
- Es recomendable medir la explosividad.
- En las inspecciones, solo debe iluminarse el interior con linterna sorda.
- Usar guantes de carnaza para abrir los registros
- Utilizar guantes de hule latex para la toma de muestras.
- Emplear cubre bocas para la toma de muestras.
- También conviene usar goggles.
- Introducir a los registros, recipiente de muestreo con extensión.
- Cuando se muestrea en sitios donde hay circulación vehicular, deben colocarse señalamientos

Representatividad de la muestra.

El muestreo es sistemático y se sustenta en la Norma Oficial Mexicana NOM – AA – 3 – 1980, Aguas residuales –Muestreo Los trabajos, deben ser realizados por un laboratorio especializado, que esté certificado por el Sistema Nacional de Acreditación de Laboratorios (SINALP), el cual será substituido el próximo año por la Entidad Mexicana de Acreditamiento (EMA). Además el laboratorio deberá estar registrado en el padrón de la SEMARNAP o del gobierno estatal respectivo. Las condiciones que deben cumplirse en campo durante el muestreo, para que las muestras que se obtengan sean representativas son:

Presentar la lista de material, herramienta y equipo de muestreo (TABLA 5).

Satisfacer la necesidad de equipo, de acuerdo a la lista anteriormente mencionada y conforme al método de aforo que se desarrollará, lo que depende de las condiciones del sistema de drenaje o alcantarillado donde se muestreará, así como del grado de dificultad que se presente.

Mostrar los registros de campo, que deben incluir los formatos para muestreo (FIGURA 1) y conformación de muestra compuesta (FIGURA 2).

Incluir la cadena de custodia y un manual de procedimientos de aforo, muestreo, preservación y transporte de muestras.

Norma que aplica para las descargas en estudio.

La cantidad necesaria de frascos para las muestras simples y la muestra compuesta, de acuerdo a la tabla 6.

Los reactivos necesarios para la conservación de las muestras (TABLA 6).

El hielo suficiente para la conservación de las muestras

El aforo del gasto, debe hacerse simultáneamente a la toma de las muestras simples, para que las porciones que integrarán la muestra compuesta, sean proporcionales a los gastos instantáneos respectivos. Esto debido a que de no hacerlo así, se pierde representatividad de la muestra compuesta.

Previamente al muestreo, los frascos deberán etiquetarse conforme a lo establecido por la NOM – AA – 3 – 1980, Aguas residuales –Muestreo y de acuerdo a lo que solicite el SINALP, o bien, la EMA. El tipo se especifica en la tabla en la tabla 6, la cantidad se determinará por el tamaño de muestra requerida, parámetros por analizar y número de registros a muestrear.

TABLA 5. LISTA DE MATERIAL, HERRAMIENTA Y EQUIPO DE MUESTREO.

UNIFORME Y	MUESTREO	AFORO	ANALISIS DE	REGISTRO DE
------------	----------	-------	-------------	-------------

PROTECCION				CAMPO	CAMPO
OVEROL		MUESTREADOR CON EXTENSIÓN	CRONOMETRO	MEDIDOR DE pH	FORMATOS
GUANTES DE CARNAZA	DE	CUBETA	PROBETA	PAPEL TORNASOL	TABLA
GUANTES DE HULE LATEX		FRASCOS	FLOTADORES	SOLUCION BUFFER	HOJAS
ZAPATOS DE SEGURIDAD	DE		RODAMINA ANILINA	TERMOMETRO	CALCULADORA
BOTAS DE HULE			FLEXOMETRO	CONOS IMHOFF	BOLIGRAFO
CUBREBOCAS			MOLINETE	PORTA CONOS	MASKING TAPE
MASCARILLA				HIELERA	NAVAJA CUTTER
FRANELA				HIELO	MANUAL CON FORMULARIO
				MEDIDOR DE C. E.	
				EXPLOSIMETRO	

FIGURA 1. DETERMINACION DE PARAMETROS DE CAMPO.

DESCARGA N°		GASTO (lts/s)	p H.	T°C	SOL. SED. (ml/l)	MAT F. (P o A)	C. E. (µmohs/cm)	OBS
M S. N°	HORA							
1								
2								
3								
4								
5								
6								

Es conveniente que la unidad hospitalaria, desazolve su sistema de alcantarillado por lo menos una semana antes del muestreo, debido a que los sedimentos acumulados alteran la calidad de la muestra, aumentando la concentración de determinados parámetros, además de que la materia orgánica se oxida y las sustancias químicas reaccionan, formando complejos más contaminantes y más difíciles de remover, lo que seguramente provocará que los resultados de la caracterización indiquen que la unidad hospitalaria no cumple con la normatividad, aunque en realidad se esté dentro de norma.

La conformación de muestra compuesta se rige por la NOM - 002- ECOL - 1996, la cual establece la ecuación $VMSi = VMC (Qi/Qt)$, donde:

- VMSi = Volumen de muestra simple.
- VMC = Volumen de muestra compuesta.
- Qi = gastos instantáneos.
- Qt = Gasto total.

De la ecuación anterior se desprende la tabla de la figura 2, la cual es útil para procesar los datos de campo y calcular la porción de muestra simple (correspondiente a cada gasto instantáneo), con la que se conformará la muestra compuesta

Figura 2. CONFORMACION DE MUESTRA COMPUESTA.

DESCARGA N°.		GASTO (lts/s)	PORCION DE MUESTRA SIMPLE						
M. S. N°.	HORA		(%)	F. Q. (ml)	G y A (ml)	M. P. (ml)	BIOLOGI CO (ml)	(ml)	(ml)
1									
2									
3									
4									
5									
6									
SUMA			100	4000	1000	1000	300		

PARAMETROS: FISICOQUÍMICOS (FQ), GRASAS Y ACEITES (G y A), METALES PESADOS (M. P).

En la información que se genera en campo, debe incluirse un croquis de localización de la fuente y otro del sistema de alcantarillado o drenaje que incluya los registros o pozos de visita donde se tomarán las muestras.

La cadena de custodia es un documento de control del manejo de la muestra, en el cual se incluye la información del laboratorio y del cliente, los parámetros que se analizarán, las fechas de muestreo, recepción en el laboratorio y caracterización, así como y los nombres y firmas de quienes tomaron, manejaron y analizaron la muestra.

Todas las muestras simples debe conservarse a 4°C en hielo, y dependiendo de los parámetros por analizar, también se aplicarán algunos conservadores (TABLA 6).

TABLA 6. CANTIDAD DE MUESTRA COMPUESTA RECOMENDADA Y CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS SIMPLES.

MUESTRA PARA ANALISIS:	CANTIDAD RECOMENDADA	FRASCO	PRESERVATIVO
FISICOQUIMICO	4.00 Litros	PLASTICO	REFRIGERACIÓN A 4°C

BACTERIOLOGICO	300 ml.	VIDRIO ESTERILIZADO	REFRIGERACIÓN A 4°C
PLAGUICIDAS	1.00 Litro	VIDRIO AMBAR	----
METALES PESADOS	1.00 Litro	PLASTICO O VIDRIO	HNO ₃ A pH DE 2
GRASAS Y ACEITES	1.00 Litro	VIDRIO VOCA ANCHA	H ₂ SO ₄ A pH DE 2
FENOLES	1.00 Litro	VIDRIO AMBAR	H ₂ SO ₄ A pH DE 2
CIANUROS	1.00 Litro	VIDRIO AMBAR	NaOH A pH DE 12

La importancia de conservar las muestras radica en que el tiempo que transcurre entre el muestreo y el análisis, la temperatura del agua, del medio ambiente y del laboratorio, influyen sobremanera en: la descomposición de la materia orgánica y transformación de la misma; la absorción y/o precipitación de algunos contaminantes en las paredes de los recipientes; la aglutinación de diferentes compuestos que forman natas sobre la superficie o se depositan en el fondo, alterando consecuentemente las características originales de la muestra.

Dicho de otra manera, la acción bacteriana o solar, las reacciones químicas o físicas, interfieren y desvirtúan los resultados del análisis que se practica en el laboratorio.

Los resultados del análisis y los datos de campo se reportan en un documento denominado informe técnico, el cual es muy importante porque tanto las autoridades en materia de medio ambiente, como los proyectistas se basan en él para la toma de decisiones.

o afecta fuertemente a los responsables de la fuente generadora del agua residual, ya que por una muestra sobrada se puede propiciar una sanción que puede ir desde una simple multa, pasando por una suspensión parcial y temporal, hasta una clausura definitiva, lo que puede costar grandes cantidades de dinero.

También puede ser causa de la compra de un sistema de tratamiento de agua residual sobrado, insuficiente, obsoleto o inadecuado para las necesidades de la fuente, además de que un mal resultado podría ser causa de daños frecuentes a las instalaciones y equipos de tratamiento.

El responsable del área ambiental o de seleccionar equipo de tratamiento de agua residual, debe tener la capacidad de interpretar los reportes técnicos, así como de supervisar los muestreos de agua residual, para exigir una buena aplicación de los procedimientos y normas en la materia, por lo que es importante saber los criterios de calificación de las autoridades, así como los de los proyectistas.

En el caso de las evaluaciones que se realizan en la Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal, estas son motivo de frecuentes apercibimientos a la fuente generadora de agua residual por errores del laboratorio que realizó el muestreo y la caracterización, e incluso se han dado casos de rechazo del documento, lo que equivale a incumplimiento con la normatividad, derivándose en sanciones.

Por ésta razón se incluye una guía de evaluación de los informes de muestreo y caracterización de agua residual, bajo los criterios de la Dirección de Hidrología y Suelo, dependiente de la Secretaría del Medio Ambiente del D. F., así como las fallas más frecuentes en que incurren los laboratorios.

Guía para la evaluación de aforo y muestreo, en fuentes fijas del d. F.

Evaluación de la documentación.

Datos generales del establecimiento.

CONDICIONES DE ENTREGA DE MUESTRAS DE SÓLIDOS DISUELTOS

2. Croquis de la(s) descarga(s) muestreada(s)
3. Registro de campo
4. Memoria de cálculo.
5. Cadena de custodia.
6. Resultados obtenidos en laboratorio

Evaluación de la caracterización.

1. Cumplimiento de los límites máximos permisibles, de la NOM – 002 – ECOL – 1996
 - 1.1 Parámetros de campo.
 - 1.2 Grasas y aceites
 - 1.3 Parámetros determinados en laboratorio.

2. CUMPLIMIENTO DE PARÁMETROS ADICIONALES

- Aluminio.
- Conductividad Eléctrica.
- Cromo Total.
- Demanda Química de Oxígeno.
- Fenoles.
- Sólidos Disueltos Totales.
- Sólidos Totales.
- Sustancia Activas al Azul de Metileno

Evaluación del muestreo.

1. DETERMINACION DEL PROMEDIO PONDERADO DE GRASAS Y ACEITES.

ECUACION	DATOS NECESARIOS
----------	------------------

$PP = (Q_1 C_1 + Q_2 C_2 + Q_3 C_3 + \dots + Q_n C_n) / Q_t$	<ul style="list-style-type: none"> • Concentración de G y A, en la Muestra Simple (determinado en laboratorio) • Gastos determinados a la toma de las muestras.
--	---

FUENTE: LABORATORIO DE FISICOQUÍMICA (GDF).

2. CONFORMACION DE MUESTRAS COMPUESTAS.

ECUACION	DATOS NECESARIOS
$VMSi = VMC (Qi/Qt)$	<ul style="list-style-type: none"> • Gastos determinados a la toma de las muestras simples • Volumen requerido de muestra compuesta.

FUENTE: NORMA NOM-002-ECOL -1996.

3. CUMPLIMIENTO DEL PUNTO 4.1 (TABLA 2), DE LA NORMA NOM-002-ECOL -1996.

OBLIGACION	DATOS NECESARIOS
<p style="text-align: center;">TABLA2</p>	<ul style="list-style-type: none"> • JORNADAS O TURNOS DE TRABAJO. • HORAS LABORALES POR TURNO. • O BIEN, TOTAL DE HORAS LABORALES. • HORAS DE MUESTREO.

4. DETERMINACION DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (C. E.)

ECUACION	DATOS NECESARIOS
<p style="text-align: center;">EQUIVALENCIA DE mS y μmohs</p>	<ul style="list-style-type: none"> • CONCENTRACION EN mS. • CONCENTRACION EN μmohs.

5. Firma de los responsables de: el **establecimiento**, el muestreo, el transporte y **recepción en el laboratorio**.

Evaluación del aforo.

METODO	ECUACION	DATOS NECESARIOS

Volumen – Tiempo	$Q = \text{Volumen} / \text{Tiempo}$	<ul style="list-style-type: none"> • Volumen. • Tiempo de llenado de un recipiente aforado.
Sección – Velocidad	$Q = V (A)$ $V = L / T$ $A = (d / D) / D^2$	<ul style="list-style-type: none"> • Tirante hidráulico. • Diámetro de conducto • Distancia o longitud. • Tiempo de recorrido
Sección – Pendiente	$Q = V (A)$ $V = (1 / n) S^{1/2} R^{2/3}$ $A = (d / D) / D^2$	<ul style="list-style-type: none"> • Tirante hidráulico. • Diámetro de conducto • Material del conducto. • Coeficiente de rugosidad. • Pendiente del conducto. • Radio Hidráulico.

Principales fallas que presentan los informes presentados por los laboratorios de muestreo y caracterización de agua residual.

Con relación al aforo, muestreo y análisis que realizan los laboratorios, al agua residual de diversos establecimientos, con frecuencia se observa en la evaluación de los Informes Técnicos, que ingresan a las dependencias gubernamentales, que se presentan los errores y anomalías que a continuación se especifican, restando confiabilidad a los datos y resultados emitidos por el laboratorio.

Evaluación de documentos

- No incluye croquis del sistema de drenaje y sitio de muestreo.
- No presenta registro de campo.
- No presenta original del registro de campo (solo fotocopia).
- No es legible la escritura en el registro de campo.
- Presenta reporte incompleto.
- No anexa la tabla matemática que aplica para la determinación del área hidráulica

Evaluación de datos generales.

- El registro de campo presenta datos y/o valores modificados.
- El laboratorio no define nomenclatura.
- En el informe se omiten datos de campo.
- Presenta código de muestra incompleto
- En el registro de campo, se omiten firmas
- En el croquis del sistema de drenaje, no se indican los sitios de muestreo.
- En el registro de campo se omite la fecha de muestreo.
- No hay concordancia entre la fecha de muestreo anotada en el registro de campo y la que se reporta en el informe técnico

Evaluación del muestreo y la aplicación de la Norma NOM – 002 – ECOL – 1996.

- No hay correspondencia entre los valores de los parámetros determinados en campo y los que se transcribieron en el informe.
- Se omiten valores de los parámetros de campo, correspondiente a la descarga _____
- Se infringen la tabla 2, del punto 4.1 de la NOM-002-ECOL-1996.
- No se especifica el tiempo que labora el establecimiento.

Evaluación del aforo.

- Se omite la ecuación que el laboratorio aplica para la determinación de velocidades.
- Se omite la ecuación que el laboratorio aplica para la determinación del área hidráulica
- No se describe el método que se aplica, para determinar la pendiente del conducto, en el cual se realizó el aforo, para la colección de muestras simples.
- El laboratorio solo reporta los resultados determinados matemáticamente, de las variables hidráulicas y no desarrolla ni especifica el método que aplicó.
- No hay concordancia entre los datos obtenidos en campo y los aplicados en las ecuaciones para el cálculo hidráulico.
- El laboratorio reporta un volumen de muestra compuesta diferente al correspondiente a la suma de las fracciones de la muestra simples determinadas en función del gasto, para conformar la muestra compuesta.

Asimismo, al realizar una evaluación minuciosa de la metodología y criterios matemáticos, hidráulicos y de campo, que el laboratorio aplica durante el aforo y muestreo, se observa que la muestra compuesta no es representativa, por lo que los resultados obtenidos en laboratorio no son válidos. Lo anterior en virtud de que:

Evaluación de los datos generales.

- Los datos obtenidos en campo no corresponden a los requeridos por el método matemático que se aplica para la determinación del gasto.
- Los datos obtenidos en campo no corresponden a los requeridos por el método matemático que se aplica para la conformación de muestra compuesta.

Evaluación del muestreo y de la aplicación de la Norma NOM-002-ECOL-1996.

- Hay error en la determinación de las fracciones de muestra simple, que conforman la muestra compuesta.
- La ecuación que se aplica no es apta para determinación de las fracciones de muestra simple, con la que se conforma la muestra compuesta.
- Se recurre a abrir llaves y/o válvulas de sanitarios y otros servicios, para provocar flujo en el albañal.
- Infringe la tabla 2, punto 4 1, NOM-002-ECOL-1996.
- Por falta de flujo y debido a que no se elabora un programa de muestreo, no se toman las suficientes muestras simples.

ANÁLISIS DEL ENTORNO ECOLÓGICO DE UNIDADES HOSPITALARIAS

- Cada muestra simple se toma en periodos muy prolongados.

Evaluación del aforo.

- Es incorrecta la determinación de gastos por error en el cálculo.
- Es incorrecta la determinación de gastos por la aplicación de criterios inadecuados.

Además, al evaluar grasas y aceites, se detectan las anomalías que a continuación se especifican

- No reporta muestras simples.
- Cada muestra simple de grasas y aceites, se toma cinco minutos antes de cada proporción respectiva al resto de los parámetros.
- Aplicación de ecuación no apta para la determinación del promedio ponderado de grasas y aceites
- Existe error en el cálculo del promedio ponderado de grasas y aceites.

5. MÉTODOS DE TRATAMIENTO DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL.

En un país donde la distribución natural del agua es desigual, la explosión demográfica y la migración provocan grandes concentraciones humanas en las urbes, destaca como problema prioritario, la contaminación ambiental: derivada de las actividades humanas cada día más tecnificadas, en las cuales la materia prima y el recurso agua juegan un papel importante. Considerando que las características físico – químicas del agua la hacen el disolvente universal, es fácil comprender que cada uso le transfiere características que modifican su calidad y que por ende crean condiciones desagradables e incluso peligrosas para su reuso y/o reincorporación a la naturaleza.

Afortunadamente el hombre desde la antigüedad observó la contaminación del agua y padeció los respectivos efectos adversos, lo que lo llevó a preocuparse por remediar la situación y comenzó a desarrollar sistemas simples de potabilización y tratamiento de agua.

Actualmente la tecnología en materia de tratamiento de aguas residuales, está muy desarrollada, por lo que existen alternativas de tratamiento para casi todos los problemas de contaminación. México desde la década de los 70's se incorporó al grupo de los países que dan tratamiento al agua residual municipal que se produce. Esto ha generado una importante acumulación de experiencias y la adquisición de nuevos conocimientos, lo que coloca a nuestro país, entre las naciones vanguardistas en materia de tratamiento de agua residual, principalmente por el desarrollo y aplicación de sistemas económicos y de alta eficiencia.

Esto no ha terminado con la dependencia tecnológica que en un principio se dio, pues aún se requieren sistemas convencionales, que combinados con aquellos de reciente desarrollo, generan beneficios importantes para quienes tienen la necesidad de tratar sus aguas residuales. La tecnología de tratamiento de aguas residuales, según algunos autores se clasifica como: primario, secundario y terciario. Cada una de estas etapas de tratamiento, agrupa una serie de operaciones y procesos unitarios, lo que es importante definir.

Operación unitaria. Es una acción física en la cual se eliminan residuos y contaminantes del agua, pero sin modificar su composición o estructura química.

Proceso unitario. Es un procedimiento para el tratamiento de agua residual, en el cual al eliminar contaminantes presentes, se modifica la composición química del agua, debido a reacciones bioquímicas, físico químicas o químicas.

5.1 Tratamiento primario.

Es también conocido como pretratamiento. Consiste en acondicionar el agua residual para ingresarla a los tratamientos subsecuentes (secundario y terciario). En este acondicionamiento se remueven del agua residual los contaminantes gruesos como arenas, hojas de vegetales, algunas ramas, plásticos, neutralización de pH, homogenización de materia orgánica, etc.

Las ventajas que ofrece el tratamiento primario son:

Evita las obstrucciones en canales, tuberías y conducciones en general, impidiendo dificultades en el funcionamiento de la planta.

Retira al máximo materia flotante, partículas sedimentables, grasas, aceites, natas y partículas abrasivas, para protección del equipo e instalaciones.

Aumenta la eficacia de los tratamientos subsecuentes.

Las operaciones unitarias que se clasifican en este nivel, se realizan mediante los siguientes dispositivos y equipos:

Cribas.

Se utilizan para remover materia flotante como plásticos, ramas, hojas de vegetales, trozos de madera, papel higiénico, toallas femeninas, cabellos y todo objeto que flote o bien que sea arrastrado en el seno del agua o en el fondo de los conductos. Estos dispositivos pueden ser tamices como mayas o láminas ranuradas o perforadas. Aunque existe en el mercado una variedad suficiente para escoger, no son recomendables por su dificultad para limpiar.

Las rejillas son el dispositivo más recomendado para eliminar del agua residual, la materia flotante y de arrastre. Estas rejillas se componen de barras verticales de solera unidas a un marco que las rigidiza. Las rejillas por la separación de barras, pueden ser finas (0.5 a 5.0 cm), medianas (de 5.0 a 15 cm) y gruesas (de 10 a 30 cm). La forma de darles limpieza es manual o mecánica.

Desarenadores.

El agua residual frecuentemente arrastra partículas discretas (que precipitan con facilidad por su propio peso en un lapso pequeño de tiempo), debido al arrastre de arenas y residuos que presentes en los pisos cuando son lavados o trapeados y en superficies que reciben la precipitación pluvial que descarga al alcantarillado.

Estas partículas suelen sedimentar en conductos y causar azolves, o bien desgaste a las instalaciones y equipo. Para resolver este problema se han desarrollado métodos de remoción de sólidos sedimentables muy eficaces, los cuales consisten en desarenadores de dos tipos: canal desarenador y desarenador de vórtice.

Para el caso de canales, deben construirse dos o tres paralelos, para darle mantenimiento a uno, mientras el otro o los otros operan. La sedimentación se da en un desnivel que aumenta gradualmente de profundidad, al cual se le denomina cámara de sedimentación y es el sitio donde las partículas más pasadas sedimentan por diferencia de velocidad. Es decir, en la cámara se alcanza una velocidad horizontal menor a la velocidad de sedimentación de las partículas. El diseño debe considerar un **tiempo de residencia hidráulico** que para éstos casos es de 5 minutos.

Los desarenadores de vórtice son dispositivos ampliamente usados en la minería y en los sistemas de extracción de agua del subsuelo con alto contenido de arenas, sin embargo en recientes fechas se está utilizando en plantas de tratamiento de agua residual, como es el caso de la "Macroplanta Toluca Norte". Estos desarenadores son equipos pequeños que se conectan a la tubería que por bombeo envía el agua residual a la planta de tratamiento.

Cámaras de remoción de grasas y aceites.

Las grasas y aceites son sustancias que además de inhibir algunos procesos biológicos y químicos, provocan el aumento de consumo de reactivos y dificulta los tratamientos. Las grasas y aceites usadas como lubricantes y desechadas (que son residuos peligrosos), si se incorporan al agua, le agregan metales pesados que son tóxicos, con la consecuente adsorción de dichos metales por los sedimentos y otros sólidos, volviéndolos un residuo peligroso.

Las grasas y aceites son eliminados por diferencia de densidad, por lo que se acumulan en la superficie o espejo de agua. La velocidad del flujo de agua residual en un conducto puede provocar arrastre de las grasas y los aceites y un flujo turbulento causa que dichos contaminantes se emulsionen, lo que dificultará su remoción.

La tecnología desarrollada para remoción de grasas y aceites incluye los siguientes equipos u obras civiles:

Trampa de grasas y aceites Es un tanque que se diseña y construye con una velocidad horizontal menor que la velocidad ascensional, la cual depende de la densidad de la grasa o aceite por remover y del tamaño de partícula y la temperatura del agua. El tiempo de residencia hidráulico es de 20 minutos.

Estos tanques se construyen en concreto o se compran fabricados en asbesto, fibra de vidrio, polietileno de alta densidad o de acero inoxidable y pueden ser de limpieza manual o mecánica, con una eficiencia que puede ser de hasta el 85 o 90%

Para hacer más eficiente el sistema, se puede construir o fabricar con dos cámaras separadas por una mampara (cada mampara debe ser de 20 minutos de tiempo de residencia hidráulico). Existen trampas de grasas de alta tasa, las cuales están provistas en su interior de placas paralelas. También hay en el mercado cámaras equipadas con sopladores de burbuja fina, para arrastrar desde el fondo las grasas y aceites presentes en el agua. Cuando las grasas se presentan formando emulsiones, se puede aplicar una sustancia rompedora de éstas, o bien inocular una cepa específica de microorganismos que degrade dicha materia.

Cámara de Neutralización.

El agua residual que presenta pH's altos o bajos, debe neutralizarse para evitar que los tratamientos biológicos se inhiban y sean interferidos los tratamientos químicos, además de evitar corrosión e incrustaciones en las instalaciones y equipos.

La neutralización consiste en acidificar con ácido sulfúrico y nítrico o alcalinizar con cal o sosa cáustica el agua residual problema, lo que se realiza en un tanque dotado de agitador. El tiempo de residencia y la velocidad de mezcla se puede conocer al realizar previamente una prueba de jarras.

Trituradores

Cuando la materia orgánica se presenta en fragmentos que los microorganismos no puede metabolizar, es necesario reducir su tamaño, triturándolos o molliéndolos, para acelerar el tratamiento. Esta práctica provoca el aumento de la DBO y de la DQO, lo que en los tratamientos secundarios aeróbicos, demanda mayor consumo de oxígeno. Esto se transforma en un excesivo consumo de energía eléctrica y necesidad de equipo de mayor capacidad, reflejándose también en aumento de generación de lodo residual.

Tanques de Sedimentación.

El tanque de sedimentación simple es el método más empleado para remoción de partículas sedimentables, ya sea orgánicas o inorgánicas. El tanque puede ser circular o rectangular y está provisto en el fondo de una tolva donde se acumula el lodo residual, de donde es extraído a intervalos, ya sea por bombeo o por presión hidrostática.

Los sedimentadores se conectan en serie con los reactores biológicos aeróbicos, de tal forma que por cada tanque de aireación se instalan dos sedimentadores: el primario (antes del reactor), y el secundario (después de dicho tanque aireador).

En los sedimentadores primarios se remueve la materia orgánica e inorgánica que no fue eliminada en los desarenadores, por lo que el lodo que se produce se conforma principalmente por microorganismos vivos y muertos, materia inorgánica fina y orgánica (residuos de alimentos y detritos fecales). Los tanques de

sedimentación secundaria se instalan después del reactor aeróbico y en él se remueven lodos compuestos por microorganismos vivos y muertos.

Los tanques de sedimentación se diseñan con un tiempo de residencia hidráulica de 2 horas, a pesar de que los sólidos sedimentan en un lapso de 1 hora aproximadamente, lo que los hace más eficientes. Están provistos de unas rastras en el fondo para concentración de los lodos y en la superficie, un brazo giratorio limpia el espejo de agua, llevando las grasas y aceites hasta una caja para su eliminación

Los sedimentadores rectangulares, prácticamente en desuso, concentran sus lodos en la tolva, mediante una banda que en la superficie concentra las grasas y aceites. Este método es complejo y caro

Existen sedimentadores de alta tasa, los cuales están provistos de un sistema de placas paralelas, el ingreso del agua residual es por abajo, distribuyendo el líquido uniformemente en el tanque y produciendo un flujo ascendente con velocidad menor a la velocidad de sedimentación. Como el funcionamiento es hidráulico, se abaten costos, sin embargo la extracción de los lodos también puede hacerse por bombeo.

Tanques Homogenizadores.

Frecuentemente la variación del tipo de contaminantes y de su concentración, alteran los sistemas de tratamiento biológico e incluso a los tratamientos químicos. Para evitar este problema, se procede a realizar la mezcla del agua residual que se recibe en un tanque diseñado *ex profeso*. El tanque debe tener la capacidad suficiente para almacenar el agua que se mezclará para homogenizar la carga orgánica y/o del tipo de contaminante que se pretenda tratar y cuyas variaciones sean capaces de alterar los tratamientos.

Estos tanques están provistos de un mezclador de paletas, para mantener en un rango de concentración los contaminantes. Este método es aplicable en rastros y la industria alimenticia, donde la variación de materia orgánica es muy grande.

Tanques Equalizadores.

Los horarios de las actividades humanas provocan una fuerte variación en la demanda de agua, lo que impacta fuertemente el flujo del agua residual a lo largo del día. La variación del gasto con frecuencia es causa de concentración o dilución de los contaminantes, o bien, de lavado de los sedimentadores, tanques de neutralización, filtros, reactores, etc. provocando primeramente arrastre de contaminantes que ya se habían removido (pero que aún estaban en el interior de los sistemas), asimismo arrastre de los microorganismos que degradan la materia orgánica y de los reactivos que se aplican para el tratamiento, alterando todo el tratamiento y bajando su eficiencia.

La forma de amortiguar estas variaciones del flujo, es colocando un tanque equalizador de gastos, el cual se diseña teniendo presente el gasto que se debe suministrar al sistema de tratamiento y el volumen total que se recibe en un día, previendo casos extraordinarios y cuidando la economía del cliente (en este caso la SSA).

5.2. Tratamiento secundario.

El tratamiento secundario consiste en la remoción de materia orgánica mediante sistemas biológicos. La gama es muy amplia y va desde los reactores, hasta las lagunas.

La tecnología más conveniente para instalaciones como los hospitales, es la que se conforma por los reactores debido a su eficiencia y por la demanda de superficies pequeñas. Los reactores son sistemas biológicos que funcionan degradando la materia orgánica a partir de microorganismos saprófitos (que se alimentan de materia orgánica). Los microorganismos que actúan en las plantas de tratamiento son bacterias cuyo metabolismo las

especializa en la degradación de determinada materia, como grasas y aceites de origen animal y vegetal, derivados del petróleo, estiércol, excremento humano, residuos industriales biodegradables, etc.

El reactor se clasifica según el tipo de bacterias que se desarrollan en su seno, para la depuración del agua residual, las cuales pueden ser:

Aeróbicas. Se desarrollan en un medio o sustrato bien oxigenado, por lo que las características del agua residual exigen la adición de aire, para suministro del oxígeno necesario.

Anaeróbicas. Las bacterias anaeróbicas no requieren oxígeno para su metabolismo, ya que lo tomen directamente del sustrato.

Facultativas. Las bacterias facultativas son capaces de desarrollar su metabolismo en medios oxigenados y carentes del mismo, por lo que pueden sobrevivir en cualquiera de éstas dos condiciones.

El desarrollo de tecnología de reactores se basa en el uso de los dos primeros tipos de bacterias, por lo que en el mercado existen reactores aeróbicos y anaeróbicos. Las bacterias facultativas han sido aplicadas para el tratamiento de agua residual municipal, en lagunas denominadas facultativas, las cuales requieren grandes superficies de suelo para su construcción.

Tanques de aireación.

Los reactores aeróbicos necesariamente deben instalarse en serie entre un sedimentador primario y uno secundario. El primero para eliminar sólidos que podría interferir en el tratamiento biológico y el segundo para separar los lodos residuales no estabilizados. Además, estos reactores requieren de agitadores o sistemas de dosificación y difusión de oxígeno, para el metabolismo microbiano. El arranque de éstos reactores puede realizarse de tres formas:

Sin Inoculación.

El arranque sin cultivo de cepas microbianas es muy lento y puede llevar varios meses, lo que provoca demora respecto al cumplimiento de la normatividad y con los compromisos de carácter legal en materia de ecología y medio ambiente, lo que puede traducirse en sanciones. Además genera un foco de infección sin control, hasta que se regularice el funcionamiento del sistema de tratamiento, debido a la serie de operaciones que demanda el arranque, como es el manejo de lodos de purga con altos contenidos de materia orgánica, descarga de aguas sépticas fuera de norma, además de deficiencia de los equipos y sistemas de tratamiento.

Con un consorcio microbiano.

La inoculación de lodos provenientes de otra planta de tratamiento cuyas características sean similares. Normalmente en éstos casos se trata de cepas mixtas o consorcios, donde cada especie de microorganismos es responsable del procesamiento de un residuo o materia en especial, trabajando normalmente en simbiosis y guardando un equilibrio del ecosistema que se forma en los reactores, ya que la cadena trófica que conforman es frágil

La cepa debe aclimatarse o adaptarse a las condiciones del sustrato, siendo muy sensibles a las características físicas y químicas del agua residual, tales como pH, temperatura, tóxicos, cantidad y

variación del alimento, concentración de oxígeno entre otros. El tiempo de adaptación puede ser de uno a tres meses, pero se dan casos en que ésta etapa dura más.

Con cepas específicas.

En el mercado se han desarrollado cepas específicas para la degradación de determinados contaminantes presentes en el agua. Estas cepas son más delicadas y requieren más atención para el desarrollo de su metabolismo, por lo que su aclimatación es un poco más difícil, además es un recurso más caro, pero efectivos en casos muy particulares. La presentación del producto es en polvo, líquido o en pasta (sólido). Se tiene como ejemplo de su aplicación el accidente que sufrió el Exón Valdés en unas lagunas de Alaska, donde en poco tiempo se resolvió el caso de derrame de hidrocarburos. En México se tiene la experiencia a nivel experimental, del control de mosquito en la Presa Endho, a partir de la inoculación de una bacteria que ataca la larva del díptero.

Una vez funcionando el tratamiento, la inoculación es constante, recirculando parte de los lodos que se remueven en el sedimentador secundario, de donde el tratamiento toma el nombre de lodos activados. Estos lodos, son como ya se explicó, microorganismos vivos y muertos. Cabe mencionar que la mayoría de las bacterias que se remueven en el sedimentador secundario, están vivas, maduras y están aclimatadas a las condiciones y características del sustrato, por lo que resultan un excelente inóculo.

Biofiltros.

También se conocen como filtros biológicos, filtros percoladores, filtros goteadores o filtros rociadores. Los biofiltros convencionales son estructuras verticales (como un tanque, pero sin fondo ni tapa). En su interior se aloja un lecho o medio de soporte el cual puede ser de grava o algún material plástico (más ligero). En el medio soporte se adhieren microorganismos y materia orgánica que forma una capa en la superficie de cada partícula o elemento de dicho medio. El agua residual se dosifica desde arriba por un sistema de aspersión o de goteo y al descender tiene contacto con el medio soporte y con la capa biológica que se ha formado en su superficie y a contracorriente circula el aire que ingresa desde abajo, oxigenando el sustrato.

Como la biopelícula se desprende con frecuencia y es arrastrada por el efluente, se requiere un sedimentador secundario, con la finalidad de remover los sólidos y fragmentos de la biopelícula. En teoría estos sistemas alcanzan una eficiencia hasta del 90% o más, sin embargo en la práctica, en México se reportan eficiencias de alrededor del 70%, como es el caso de la "Macroplanta Toluca Norte", donde se operan los filtros percoladores con una eficiencia del 60%.

Algunos autores consideran que este tipo de tratamiento tiene la capacidad de soportar variaciones repentinas de carga orgánica, sin embargo es común que se saturen e incluso que se obstruyan, lo que representa fuertes problemas de operación y conservación del equipo subsecuente al filtro goteador. Por los problemas que presentan, se recomiendan como un tratamiento de pulimento, mas no como un tratamiento biológico único.

Actualmente existen en el mercado, filtros goteadores cerrados, a los cuales se les suministra aire a partir de un compresor, lo que reduce el problema de los olores y las brisas, además de que suprime la reproducción de mosca, haciéndolos más aptos para su uso en hospitales.

Biodiscos

Su construcción consta de una serie de discos con diámetro de 1.5 a 2m y un espesor de 3 a 5 cm, unidos por un eje común con una separación entre discos de 5 a 10 cm, con una longitud de 3.00 m. Este sistema de cilindros sirve de soporte mecánico para realizar la depuración de los líquidos. La superficie de los discos tiene una superficie rugosa o fibrosa, en la cual se adhieren los microorganismos encargados de degradar la materia orgánica

La batería de discos es impulsada por en rotación dentro de un tanque abierto, en el cual se encuentra parcialmente sumergida; el funcionamiento puede sintetizarse de la siguiente manera: los elementos soporte de los biodiscos, se sumergen parcialmente (40%), en las aguas residuales a tratar y girando a baja velocidad, se exponen alternativamente, al aire y al agua.

Se estima que el espesor de la biopelícula activa, varía entre 0.2 mm en concentraciones bajas de sustrato y hasta 0.3 con alta concentración, cuando hay limitación de oxígeno en la película. Al igual que los procedimientos anteriores, los biodiscos requieren un sedimentador primario y uno secundario.

Por sus características y fácil saturación, se recomiendan como sistemas de pulimento, ya sea asociados combinados con sistemas aeróbicos o anaeróbicos.

Reactor anaerobio de flujo ascendente.

El Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente (RAFA), es un proceso de tratamiento anaerobico de aguas residuales, que se ha utilizado en varios países de Latinoamérica y del mundo, con gran éxito. Este proceso sucesor del tanque Imhoff, cuya eficiencia ha sido mejorada gracias a la formación de un lecho granular con buenas características de sedimentación y a la capacidad de decantación de éstos lodos que favorece la retención de biomasa en el reactor.

Dicha biomasa cuenta con una buena actividad metanogénica obteniéndose bajos tiempos de retención para microorganismos (de 4 a 8 horas), con una eficiencia de remoción de carga orgánica de un 60 a 80% y entre un 60 a un 80% de remoción de microorganismos patógenos.

Esto hace que el RAFA no pueda ser usado como una sola etapa de tratamiento, sino como una etapa previa a los tratamientos subsecuentes y ofrece la ventaja de disminuir el área de terreno necesario. Tiene con desventaja su lenta puesta en marcha (de 3 a 10 meses), aunque es posible reducir el tiempo de arranque a un mes.

El funcionamiento consiste en introducir el agua residual por abajo y generar su buena distribución en el interior del reactor, para generar el lecho granular que se conforma por microorganismos activos, el flujo ascendente pone en contacto la materia orgánica con el lecho granular. La descomposición de la materia se lleva a cabo entre etapas:

Primera. Por hidrólisis, se lleva a cabo la conversión enzimática de polímeros y compuestos como polisacáridos, proteínas, peptónas, péptidos, ésteres, ácido fosfórico, glicéridos y otros complejos, a compuestos más simples.

Segunda. Incluye la fermentación de los productos finales de la segunda etapa, en ácidos grasos volátiles y se reduce a una parte de bióxido de carbono.

Tercera. Es la fase metanogénica, en la cual se fermentan los ácidos grasos y se reduce una parte del bióxido de carbono (CO₂), produciéndose metano.

El gas que se genera se capta en la cámara superior y las partículas finas sedimentables se remueven en un sedimentador alojado en el interior del tanque. Como su estructura es vertical y se construye en una longitud de 4'00 a 6'00 y no requiere sedimentador primario ni secundario, ocupa pequeñas superficies de suelo.

La eficiencia del RAFA aumenta a grandes cargas orgánicas, por lo que para aguas de cargas de alrededor de 500 mg/l de DBO no es muy recomendable pues su eficiencia es cerca de un 60 o 70% de remoción de DBO, sin embargo para cargas superiores a los 1000 mg/l de DBO, son muy eficientes (alrededor del 90%)

Tratamiento terciario.

El tratamiento terciario o avanzado consiste en remover: los remanentes de los contaminantes, los posibles contaminantes secundarios, los subproductos y algunos residuos, es decir, el tratamiento terciario es un pulimento que se hace al agua previamente tratada.

La gama de tratamientos terciarios es muy amplia y entre ellos se encuentran: filtración, adsorción, precipitación química, desinfección, evaporación, ósmosis inversa, electrodiálisis, intercambio iónico, oxidación avanzada, ultrafiltración, etc., sin embargo en éste curso solo se mencionaran aquellos cuya aplicación es factible para tratamiento de aguas residuales de hospitales.

Filtración.

La filtración se realiza produciendo un flujo en un medio en flujo poroso, normalmente arena sílica, pero también se ha usado arena común, grava y tezontle. Los filtros son sistemas de tratamiento y potabilización de agua antiquísimos y se usan para eliminar los remanentes de partículas que no fueron removidas en los tratamientos anteriores. En recientes fechas se inició el estudio de los filtros como medios de remoción de microorganismos patógenos, obteniendo muy buenos resultados.

Los filtros pueden ser tanques abiertos de concreto armado, o bien tanques cerrados de acero para trabajar a presión. Estos filtros deben estar provistos de un sistema de retrolavado que permita eliminar las partículas que obturen los intersticios.

La eficiencia dependerá del tamaño de las partículas a remover, de la granulometría del filtro, del espesor de las camas filtrantes y del criterio de diseño (rápido, lento o de flujo ascendente)

Adsorción.

La adsorción es útil para eliminar color, olor y sabor del agua y otros líquidos. Se realiza en un filtro de carbón activado y consiste en la captura de partículas finas e incluso microscópicas, en los poros que se presentan en la superficie de cada grano del carbón. Es muy eficiente para remoción de microorganismos, al grado que al igual que los filtros convencionales, los filtros de carbón activado se aplican en la potabilización de agua.

El carbón activado es relativamente caro, pero es posible regenerarlo mediante procedimientos físico - químicos. El carbón activado, por su precio y por la facilidad con que se agota, se aplica después de la filtración convencional y antes de la desinfección, con el propósito de eficientar el tratamiento y eliminar posibles interferencias en la desinfección.

Precipitación química.

La remoción de algunos materiales inorgánicos solubles se puede lograr al agregar reactivos adecuados para convertir las impurezas solubles en precipitados insolubles. Factores como el pH y la temperatura son agentes de precipitación. El reactivo que puede ser un ácido o una base y tiene que dosificarse la cantidad adecuada para la reacción, ya que la precipitación se da en un rango específico de pH, los excesos pueden causar resolubilización de los lodos y las interferencias pueden generar espumas e incluso impedir la reacción o bien, retardarla.

La generación de lodos es muy grande en este tratamiento y genera fuertes egresos por concepto de residuos peligrosos en el caso de la precipitación de metales pesados.

Para el caso de la neutralización, es posible que a pH's neutros se provoquen algunos precipitados, de acuerdo a las características del agua residual, esto podría generar azolves frecuentes de la cámara de neutralización y de los conductos. Algunas veces es muy difícil trabajar con los pH's, ya que errores muy pequeños motivan reacciones químicas inesperadas y en ocasiones perjudiciales para los tratamientos subsecuentes, sobre todo cuando en el agua residual se presentan sustancias químicas que crean interferencias con los reactivos que se aplican para el tratamiento.

Esterilización.

En los hospitales, clínicas y laboratorios se producen residuos infecciosos de origen orgánico, así como cultivos que finalmente son vertidos al alcantarillado. Estos residuos pueden aportar al agua residual organismos patógenos que incrementan la concentración de éstos, lo que significa que los sistemas de remoción de patógenos y incluyendo la desinfección, deben ser altamente eficientes y por ende más costosos.

Una práctica conveniente es esterilizar los residuos que sea posible, para la destrucción total de microorganismos, aprovechando las instalaciones de los laboratorios y de los hospitales, para darles un manejo y una disposición más adecuadas, reduciendo de ésta manera las aportaciones de patógenos al agua residual.

Desinfección.

La incidencia de enfermedades infecciosas, tanto gastrointestinales como de la piel, ocupa un lugar importante en México siendo las principales vías de contagio, el agua y los alimentos contaminados. De los agentes responsables de dichas infecciones, algunas especies tienen la capacidad de sobrevivir en medios adversos, desarrollando formas resistentes tales como quistes y esporas, asimismo los huevos de helmintos son muy resistentes.

Estas formas de vida latente pueden desde varias horas, hasta varios años y sobrevivir incluso al efecto de desinfección del cloro, hasta reincorporarse a un animal de sangre caliente, incluyendo el hombre. Como algunas especies son patógenas del hombre y de algunos animales, la probabilidad de infección se incrementa y se dificulta el control. Tal es el caso del Lago del Bosque San Juan de Aragón, donde existe *Vibrio Cholerae* y huevos de helmintos, que son diseminados por las aves acuáticas que realizan en este sitio su estancia invernal o que solo hacen escala para seguir su camino y migran ya sea hacia el norte o al sur de nuestro continente.

Para eliminar los microorganismos patógenos remanentes de un tratamiento y asegurar una protección contra las enfermedades transmitidas a través del agua, se aplica la desinfección. Proceso que destruye o inactiva parcialmente a los microorganismos, mediante métodos como:

Desinfectantes conocidos

FISICOS



HIPOCLORITO DE SODIO CAL CLORADA HIPOCLORITO DE CALCIO DiOxido de cloro CLORO BROMO IODO	Aplicación DIRECTA DE ENERGIA TERMICA RADIACION ULTRAVIOLETA, GAMA Y "X" MICROONDAS DISRUPCION ULTRASONICA
--	---

Cloración.

La adición de cloro suele ser un tratamiento final al efluente de los sedimentadores secundarios y se aplica de acuerdo a los datos de laboratorio. La actividad desinfectante de la cloración resulta del ácido hipocloroso no ionizado HC_1O , formado por la reacción del cloro con el agua y en mucho menor grado de los iones hipoclorito C_1O

De todos los procesos físico – químicos, la desinfección con cloro es el más usado, sin embargo con frecuencia se aíslan enterovirus (virus de la polio, virus de la hepatitis y coxackie), provenientes de los efluentes clorados de plantas de tratamiento, lo que es un serio problema, ya que el cloro se comporta como un bactericida, atacando a la bacteria por inactivación enzimática, pero en los enterovirus no se lleva a cabo ninguna actividad enzimática y por lo tanto debe aplicarse adicionalmente un mecanismo de desinfección que implique efectos y reacciones diferentes.

Las desventajas del cloro son: que cuando se suministra en forma de gas, este es muy peligroso ya que su toxicidad es letal; es más denso que el aire y; no tiene olor, por lo que una fuga es de alto riesgo para los operadores y quienes se encuentren en la zona. Además forma compuestos organoclorados.

Ozonación.

El ozono (O_3), es un poderoso oxidante y sus propiedades bactericidas inmediatas e independientes del pH y su velocidad de reacción son superiores a las del cloro. La desinfección con ozono tiene la ventaja de ser efectivo contra ciertos patógenos resistentes al cloro, como los quistes y ciertas formas de virus, así como eliminación simultánea de compuestos químicos potencialmente ofensivos, además de que no forma compuestos organoclorados (carcinógenos), clorofenoles (mal olientes) y otros clorados tóxicos.

Luz ultravioleta

La desinfección con luz ultravioleta también ofrece sus propiedades bactericidas, que se deben a las radiaciones de longitud de onda corta de la luz solar o artificial. La acción destructiva máxima ocurre más allá del espectro visible para la longitud de onda comprendidas entre 2500 a 2650 nm.

La luz ultravioleta puede destruir una célula, retrasar su crecimiento o cambiar su herencia por medio de mutación genética, debido a que las proteínas tienen unas bandas de absorción marcadas en la región ultravioleta. La radiación ultravioleta produce agua oxigenada en solución acuosa, la cual puede actuar en la destrucción de compuestos químicos presentes en el agua residual.

5.4 Funcionamiento de un tren de tratamiento.

CUIDADO DEL ENTORNO ECOLÓGICO DE UNIDADES INDUSTRIALES

El tratamiento de agua, consiste en eliminar paso a paso los contaminantes presentes en el líquido, cada paso en una operación unitaria o un proceso unitario y la forma consecutiva de acomodar y conectar cada uno de ellos es un tren de tratamiento.

De esa forma de disponer cada operación y proceso, dependerá en gran medida los resultados del tratamiento subsecuente y la calidad final que se obtenga del agua residual tratada, por lo que conformar el tren de tratamiento, es una tarea de mucha responsabilidad y requiere que se tengan los conocimientos suficientes y el apoyo de la información y de los estudios preliminares.

La selección de cada operación y proceso debe hacerse cuidadosamente, tomando en cuenta su función y su eficiencia. El tren se formará dando una secuencia lógica a cada paso del tratamiento, siempre eliminando primero los contaminantes gruesos y fácil de remover y al final los más finos, complejos y difícil de remover.

Siempre debe considerarse la formación de compuestos secundarios, subproductos y residuos, los cuales también deben removerse a su debido tiempo y a través del método más adecuado. Una forma de facilitar esta labor, es tabulando los distintos métodos de tratamiento, su función, su eficiencia, los problemas y los beneficios que cada uno de ellos presenta y su clasificación (primario, secundario y terciario). La información acomodada en tablas, es útil para construir un diagrama de flujo, el cual marcará la pauta para acomodar cada operación y proceso. La secuencia recomendable para remover los contaminantes es:

- | | |
|--|---|
| 1. Materia flotante. | 1. Materia orgánica expresada como DBO. |
| 2. Arena y otras partículas discretas. | 2. Sólidos sedimentables. |
| 3. Regulación del gasto. | 3. Sólidos suspendidos. |
| 4. Homogenización. | 4. Sólidos disueltos. |
| 5. Grasas y aceites. | 5. Microorganismos. |
| 6. Neutralización de pH. | 6. Color y olor. |
| 7. Sólidos sedimentables. | |

Los factores que influyen en el buen funcionamiento de las plantas de tratamiento son:

- | | |
|---|--|
| 1. Residuos y materia que se descarga al alcantarillado. | 1. Método y equipo seleccionado para el tratamiento. |
| 2. Tipo de drenaje o alcantarillado (combinado o separado). | 2. Secuencia que se le haya dado a las operaciones y procesos unitarios. |
| 3. Variación de los gastos. | 3. Capacidad y conocimientos del operador. |
| 4. Concentración de los contaminantes (calidad del agua). | 4. Temperatura ambiente y del agua. |
| 5. Variación de la concentración de los contaminantes. | |

Dada la importancia de mantener en control todos éstos aspectos, el grupo de operadores debe seleccionarse minuciosamente y capacitarse profundamente, teniendo en cuenta que el equipo humano debe ser interdisciplinario e incluir por lo menos a un bioquímico con experiencia en operación de plantas de tratamiento de aguas residuales (o biólogo) y un ingeniero electromecánico, además del personal técnico, administrativo y ayudantes que requiera cada caso.

6. ALGUNOS PROBLEMAS QUE SE PRESENTAN EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL.

CUIDADO DEL ENTORNO ECOLOGICO DE UNIDADES HOSPI TARIAS

Una gran cantidad de plantas de tratamiento de agua residual instaladas en México, están fuera de servicio y otras más operan con dificultad y bajas eficiencias. Los problemas son múltiples y las causas se pueden agrupar en cinco clases.

Estos problemas repercuten directamente en la contaminación ambiental, egresos por concepto de correcciones al sistema de tratamiento e incluso por sanciones

. LANTAS DE EMERGENCIA

1. TIPOS DE PLANTAS DE EMERGENCIA.

Las plantas de emergencia son unidades de fuerza, cuyo sistema de generación se compone de los siguientes elementos:

- ◆ Un motor de combustión interna tipo industrial estacionario.
- ◆ Un alternador o generador de corriente alterna.
- ◆ Un interruptor de transferencia automático.
- ◆ Un tablero de control.
- ◆ Instrumentos de medición
- ◆ Conjunto batería de corriente directa.
- ◆ Sistema de escape con silenciador.
- ◆ Sistema de anclaje y amortiguadores antivibratorios.
- ◆ Sistema de suministro de combustible.

PLANTAS DE EMERGENCIA CON MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA.

Son las que aprovechan la energía mecánica suministrada por un motor de combustión interna y la convierte en energía eléctrica.

Los motores de combustión interna se construyen aplicando una variedad de ciclos termodinámicos, los tipos pueden variar entre sí en sus características como son:

- ◆ Flexibilidad.
- ◆ Combustible usado.
- ◆ Facilidad de arranque.
- ◆ Peso
- ◆ Costo

Todos los motores de las plantas de emergencia tienen en común:

- ◆ Uso de un pistón y un cilindro para crear una cámara de volumen variable en la que puede llevarse a cabo el ciclo.
- ◆ Un medio de operación gaseoso.
- ◆ Ciclos térmicos abiertos, lo que implica una corriente de aire y otro de combustible dentro del motor, descarga de productos gaseosos y combustión
- ◆ Ciclos mecánicos de dos y cuatro tiempos
- ◆ Producción de potencia de magnitud cíclica y por lo tanto, no uniforme, necesita cilindros múltiples y volantes pesados.

Los motores de combustión interna se pueden clasificar de acuerdo al tipo de combustible que utilice el motor:

1. Gasolina
2. Diesel
3. Gas

Los combustibles más utilizados son:

1. Para pequeñas plantas portátiles- principalmente gasolina.
2. Para plantas mayores para servicio de emergencia- Diesel.
3. Grandes plantas para generación continua- Diesel.

MOTOR DE GASOLINA

El motor de gasolina se fabrica de uno hasta doce pistones, aunque los más usuales para servicios de emergencias son generalmente de cuatro, seis y ocho.

Este motor trabaja siguiendo los siguientes pasos:

- 1 - El carburador vaporiza la gasolina y lo mezcla con aire en proporciones adecuadas,
- 2.- En el tiempo de admisión, la válvula de admisión se abre para permitir que el cilindro se llene de la mezcla aire –combustible.
- 3.- En el tiempo de compresión, el pistón comprime a la mezcla a presiones que varían de 7 a 15 Kg/cm², según el diseño del motor.
- 4 - Una chispa producida por bujía eléctrica, enciende la mezcla al final de la carrera de compresión
- 5 - La mezcla se enciende lográndose así el tiempo de explosión, dilatándose y empujando al pistón hacia abajo.
- 6.- La válvula de escape se abre con la subida del pistón, limpia el cilindro de los gases quemados y logra así el tiempo llamado " de escape".

Básicamente las ventajas de utilizar plantas con motor de gasolina son:

- 1) Menor costo inicial de compra, este motor es considerablemente más barato que un motor diesel.
- 2) Rapidez de arranque, generalmente se enciende con facilidad, inclusive en condiciones difíciles, como baja temperatura.
- 3) Mejor disponibilidad de combustible, en términos generales, la gasolina se encuentra con mayor facilidad que cualquier combustible.

Conviene mencionar que los motores de gasolina se limitan en la aplicación de plantas eléctricas, porque no es costeable operar con motores de gran potencia

MOTOR DE GAS.

El motor de gas es una variación de diseño del motor de gasolina, sin embargo, tiene sus propias características y cualidades, de acuerdo con los principios de trabajo mostrados a continuación.

- 1.- En lugar de un carburador, se tiene generalmente una válvula de mezcla, la cual revuelve el aire y el gas combustible en proporciones correctas.
- 2.- El tiempo de admisión es igual a l de la gasolina, y se realiza mediante una válvula que permite la entrada de la mezcla al cilindro.
- 3.- Mediante el pistón se comprime la mezcla a presiones que varían de 5 a 21 Kg/cm², logrando el tiempo de compresión.
- 4.-Al igual que el de la gasolina, una chispa eléctrica enciende la mezcla al final de la compresión, se dilata por medio del tiempo de explosión y empuja el pistón hacia abajo.
- 5.- La válvula de escape, permite el escape de gases quemados, los cuales son empujados por el pistón en su carrera de subida.

Este motor, también tiene ventajas:

- 1) Operación más eficiente, por ser gas se mezcla con mayor facilidad con el aire, logra una combustión más completa.
- 2) El motor trabaja más limpiamente y requiere menor mantenimiento, por lo tanto se obtiene una vida más larga.
- 3) Al igual que los motores de gasolina, se tiene un costo menor de compra y mayor facilidad de arranque que los motores diesel.

MOTOR DIESEL

El motor diesel, tal vez sea el más usado en las plantas eléctricas para servicio de emergencia, su diseño revolucionario; es invento del alemán Rudolph Diesel en 1892, se basa en los siguientes principios:

- 1.- El tiempo de admisión se logra por medio de una válvula que permite la entrada de aire al cilindro.
- 2.- El pistón comprime el aire a alta presión de aproximadamente 35 Kg/cm^2 y se logra con este efecto alta temperatura.
- 3.- Se inyecta combustible por medio de un inyector en forma de atomizador.
- 4.- La alta temperatura del aire producida por la compresión enciende al combustible, lográndose el tiempo de explosión que empuja al pistón hacia abajo.

1. FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO.

FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR CICLO DIESEL

En general, el funcionamiento teórico del ciclo diesel, tiene bastantes puntos semejantes al motor Otto, con la diferencia de que la combustión de la mezcla se logra con el calor generado por la elevada compresión de los gases; la combustión se lleva a cabo a presión constante.

VARIANTES DE LOS MOTORES DE COMBUSTION INTERNA

(1) Motor monocilindro. Considerese un motor de 4 tiempos, de un cilindro; este tipo de motor de dos vueltas completas (4 tiempos) para obtener una carrera útil por lo que se obtiene un par irregular en la fecha.

Esto naturalmente no es conveniente para sus aplicaciones, especialmente en el caso de plantas generadoras; y con el fin de solucionar el problema se puede emplear en forma individual o conbinada cada una de las siguientes soluciones:

- I.- Volante de gran inercia.
- II.- Varios cilindros de funcionamiento alternado.
- III.- Un motor que dé mas carreras útiles por cada dos revoluciones.

MAXIMA EFICIENCIA DE UN MOTOR DE COMBUSTION INTERNA

Para obtener la máxima eficiencia de un motor de combustión interna, debe de ajustarse el ciclo de éste a una temperatura de combustión lo más alta posible, o bien la presión más alta posible en el momento de la combustión con relación a la presión atmosférica desde el punto de vista práctico es conveniente tener en cuenta las condiciones de EAU DE ROCHAS, que son:

- 1 - Se debe tratar de tener un volumen más grande del cilindro con la menor superficie expuesta, a fin de limitar la transferencia de calor al exterior.
- 2.- Obtener la máxima presión permisible en el instante de la expansión o carrera de potencia.
- 3.- Alcanzar u obtener la máxima velocidad del pistón para limitar la transferencia de calor, sin aumentar demasiado las pérdidas por fricción.
- 4.-Conseguir la máxima expansión permisible

CONCEPTOS

DETONACION La detonación es una combustión violenta (explosiva) y espontánea de la mezcla combustible aire, la cual ocurre bajo ciertas condiciones de temperatura, presión y densidad. Se puede considerar como el auto encendido de la mezcla. La detonación en sí, es dañina para las piezas del motor ya

OCTANAJE. Es la resistencia que presentan la gasolina a auto-encenderse, siendo mayor conforme aumenta esta resistencia.

CETANAJE. Es la facilidad que presentan los combustibles diesel para auto-encenderse al ser comprimidos.

ASPECTOS QUE INFLUYEN EN EL FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR.

RELACIÓN DE COMPRESION El aumento de la relación de compresión significa incremento del rendimiento térmico y, por lo tanto, de la potencia indicada, en consecuencia, para una misma potencia especificada se tendrá una reducción en el consumo de combustible.

En los motores ciclo Otto-gasolina, el aumento de la relación de compresión está limitado por la detonación, y además porque a mayor relación de compresión se tiene mayores pérdidas por fricción, especialmente entre aros y el cilindro mientras que los esfuerzos mecánicos sobre los cojinetes y el eje aumentan, por lo que obliga a robustecer el motor

1. CONTAMINANTES QUE EMITEN SEGUN EL COMBUSTIBLE QUE USAN

Las plantas de emergencia, son motores de combustión interna, en los cuales debido a un proceso de combustión, se generan gases los que son emitidos a la atmósfera por medio de un ducto de salida de dicho motor.

Los gases de combustión que emiten este tipo de equipos son los siguientes:

- Monóxido de carbono (CO).
- Bióxido de carbono (CO₂).
- Oxidos de nitrógeno (NO_x).
- Hidrocarburos no quemados (HC)
- Oxidos de azufre (SO₂), para el caso de motores a diesel.

Los hidrocarburos no quemados se produce cuando no existe una buena carburación.

NORMATIVIDAD AMBIENTAL.

En la Ley General del Equilibrio Ecológico, ni en la Ley Ambiental del Distrito Federal, contempla algún artículo que hable específicamente del control y regulación de plantas de emergencia.

No existe ninguna Norma Oficial Mexicana NOM, que indique los límites máximos permisibles de emisión para plantas de emergencia.

La regulación de estos equipos es de carácter voluntario, y se aplicaría el método de medición y los máximos permisibles establecidos en las Normas Mexicanas y Oficiales Mexicanas, para fuentes móviles.

1. CRITERIOS DE SELECCION.

CONSIDERACIONES GENERALES

Los factores más importantes para la selección de plantas eléctricas con motor de combustión interna son: uso y capacidad, básicamente, aunque también debe considerarse otros aspectos como de instalación ya que las plantas pueden ser portátiles, estacionarias o de aplicación marina.

Desde el punto de vista de operación, se debe tener en cuenta si la unidad va a operar independientemente o en paralelo con otras unidades, e inclusive, en paralelo con las líneas de energía principales de la compañía de luz abastecedora.