



UNIVERSIDAD
"DON VASCO, A. C."

UNIVERSIDAD DON VASCO, A. C.

INCORPORACIÓN No. 8727-15 A LA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

Título de la Tesis

**“Estudio de Tratamiento de Aguas Residuales en
Hospitales de la Ciudad de Uruapan Mich. En el Año
2005**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

Ingeniero Civil

P R E S E N T A:

Nombre

Julio Cesar Cuevas Soto

Asesor

Ing. Anastacio Blanco Simiano

URUAPAN, MICHOACÁN, OCTUBRE DEL 2006



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS.

A mis Padres.

Francisco y María Luisa, por haberme dado la oportunidad de salir adelante y apoyarme en todo momento.

A mis Hermanos.

Paquita y Luis Alberto, por darme sus consejos y apoyo.

A Yeni.

Por su comprensión, apoyo y fe en mi.

A mis Amigos.

Hugo, Roberto, Jesús, Felipe, Oscar, Jonathan y Ricardo, por que gracias a ellos encontré el valor de la amistad y lo divertido que puede ser la Universidad.

A mis Profesores.

Por transmitirnos sus conocimientos.

Al Ing. Anastacio Blanco Simiano.

Por dedicarle tiempo a la revisión de esta tesis, su apoyo durante su realización y por que aun después de haber salido de la Universidad se preocupa por que terminemos bien nuestra carrera.

Y...

A las personas que trabajan en los hospitales que gracias a ellos obtuve información para la realización de este trabajo de tesis, al Ing. Carlos Pérez Ángeles Subdirector Técnico de CAPASU, al Sr. Homero Encargado de la Planta de Tratamiento de Agua Residual del Hospital General Regional de Uruapan.

A todos ellos Gracias.



ÍNDICE.

Página

Introducción

Capítulo 1. Antecedentes del tratamiento de aguas residuales.

1.1 Características del agua.....	13
1.2 Ciclo del agua.....	14
1.3 Características del agua residual.....	20
1.4 Otros procesos de depuración.....	24
1.5 Origen de las aguas residuales.....	26
1.6 Características de las aguas residuales urbanas.....	28
1.7 Contaminantes del agua.....	29
1.8 Punto de vista del impacto ambiental en la problemática del agua.....	35

Capítulo 2. Problemática Actual en el manejo y control de aguas residuales.

2.1 Identificación del problema.....	42
2.2 Opciones de tratamiento.....	45
2.3 Desechos hospitalarios: aspectos metodológicos de su manejo.....	49
2.4 Desechos hospitalarios en México.....	53
2.5 Manejo de los residuos del tratamiento de aguas residuales.....	58
2.6 Residuos sólidos municipales.....	58
2.7 Residuos peligrosos.....	59

Capítulo 3. De los residuos hospitalarios y el tratamiento de aguas residuales.

3.1 Historia nacional del manejo de desechos hospitalarios.....	62
3.2 Métodos convencionales de depuración de aguas residuales.....	78
3.3 La reutilización de aguas residuales.....	74
3.4 El aprovechamiento en riego agrícola y sus limitaciones.....	75
3.5 Reutilización y salud pública.....	77
3.6 Fuentes y control.....	79
3.7 Residuos peligrosos en el ambiente y su efecto en la salud humana.....	83
3.8 Consideraciones generales sobre riesgos de exposición a residuos peligrosos.....	84





Capítulo 4. Planteamiento del problema en la ciudad de Uruapan Michoacán.

4.1 Planteamiento del problema.....	89
4.2 Objetivos de la investigación.....	90
4.3 Localización de la ciudad de Uruapan Michoacán.....	91
4.4 Recursos hidráulicos y clima.....	91
4.5 Servicios de agua potable en la comunidad.....	92
4.6 Historia de los hospitales.....	92
4.7 Historia de los hospitales en México.....	94

Capítulo 5. Reglamentación de las aguas residuales según las normas oficiales mexicanas.

5.1 Legislación de los residuos peligrosos en México.....	97
5.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.....	99
5.3 Normas Oficiales Mexicanas del sector agua.....	100
5.4 Normas Oficiales Mexicanas de la Secretaria de Salud.....	101
5.5 Normas Oficiales Mexicanas referentes al tema de estudio.....	101
<i>NOM – 001 – SEMARNAT – 1996</i> : Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.....	101
<i>NOM – 002 – SEMARNAT – 1996</i> Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado municipal.....	113
<i>NOM – 003 – SEMARNAT – 1997</i> Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público.....	120
<i>NOM – 029 – ECOL – 1993</i> Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de hospitales.....	122
<i>NOM – 052 – ECOL – 1993</i> que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.....	127
<i>NOM – 055 – ECOL – 1993</i> Que establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos, excepto de los radioactivos.....	141
<i>NOM – 056 – ECOL – 1993</i> Que establece los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.....	145





<i>NOM – 087 – ECOL – 1995</i> Que establece los requisitos para la separación, envasado, almacenamiento y disposición final de los residuos peligrosos biológico – infecciosos que se generan en establecimientos que presten atención medica.....	152
<i>NOM – 048 – SSA1 – 1993</i> Que establece el método normalizado para la evaluación de riesgos a la salud como consecuencia de agentes ambientales.....	166
<i>NOM – 087 – ECOL – SSA1 – 2002</i> Protección ambiental – salud ambiental – residuos peligrosos biológico infecciosos – clasificación y especificaciones de manejo.....	174

Capítulo 6. Estudio de los hospitales en Uruapan.

6.1 Hospital ISSSTE.....	188
6.1.1 Observancia del Hospital ISSSTE a las Normas Oficiales Mexicanas.....	191
<i>NOM – 002 – SEMARNAT – 1996</i>	191
<i>NOM – 003 – SEMARNAT – 1997</i>	194
<i>NOM – 029 – ECOL – 1993</i>	196
<i>NOM – 052 – ECOL – 1993</i>	197
<i>NOM – 055 – ECOL – 1993</i>	200
<i>NOM – 056 – ECOL – 1993</i>	205
6.2 Hospital General Regional de Uruapan; SSA.....	211
6.2.1 Planta de tratamiento de agua residual.....	214
6.3 Observancia del hospital General Regional a las Normas Oficiales Mexicanas.....	221
<i>NOM – 002 – SEMARNAT – 1996</i>	221
<i>NOM – 003 – SEMARNAT – 1997</i>	213
<i>NOM – 029 – ECOL – 1993</i>	224
6.4 Hospital del Instituto Mexicano del Seguro Social.....	226
6.4.1 Observancia del Hospital a las Normas Oficiales Mexicanas.....	230
<i>NOM – 001 – SEMARNAT – 1996</i>	230
<i>NOM – 002 – SEMARNAT – 1996</i>	233
<i>NOM – 003 – SEMARNAT – 1997</i>	234
<i>NOM – 029 – ECOL – 1993</i>	236
6.5 Otros hospitales de Uruapan que hacen sus descargas directas al sistema de drenaje municipal.....	238
6.5.1 Observancia de estos hospitales a las Normas Oficiales Mexicanas.....	242
<i>NOM – 002 – SEMARNAT – 1996</i>	242
<i>NOM – 003 – SEMARNAT – 1996</i>	244
<i>NOM – 029 – ECOL – 1993</i>	245





Capítulo 7. Conclusiones	
Conclusiones generales.....	248
7.1 Resumen de resultados.....	254
Bibliografía.....	259
Anexos.....	262





INTRODUCCIÓN

El agua es reconocida como fuente de vida, los sitios ideales para el asentamiento de poblaciones dedicadas a la pesca y a la agricultura son las riveras de los cuerpos de aguas naturales y actualmente son sitios de desarrollo urbano y rural.

Las principales fuentes de abastecimiento de agua en México son los ríos, manantiales y el subsuelo. La disponibilidad de estos recursos es muy variable en todo el territorio nacional.

Las aguas superficiales se encuentran contaminadas por descargas domésticas, industriales, del área de salud y agropecuarias, la sobreexplotación del agua subterránea se está generalizando, lo que ha ocasionado deterioros irreversibles, intrusión salina, hundimientos en el terreno y la necesidad de bombeo a profundidades cada vez mayores.

Los sitios con mayor desarrollo demandan cada vez más cantidades de agua para su sostenimiento y al haber mayor cantidad de habitantes estos a su vez aportan más contaminantes al descargar sus aguas residuales municipales e industriales, en los cuerpos receptores, en los cuales muchas veces vienen sin ningún tipo de tratamiento.

Los principales contaminantes que modifican la calidad natural de las corrientes de agua son: materia orgánica, que ocasiona la disminución del oxígeno disuelto; nutrientes como los detergentes que provocan eutroficación; grasas y aceites que ocluyen las agallas de los peces y disminuyen la transferencia de oxígeno, agentes infecciosos provenientes de recintos hospitalarios que no tengan cuidado en el tratamiento de sus aguas residuales que luego tienen contacto con la naturaleza causando problemas a la salud como al ambiente circundante, organismos patógenos, metales pesados, que afectan a la salud humana, la flora y fauna acuáticas.

A escala nacional se genera una carga contaminante de materia orgánica total, medida en términos de demanda bioquímica de oxígeno (DBO), de 2.4 millones de toneladas por año; que corresponden al 36% al ámbito municipal y 64% al industrial.





En algunas de las instalaciones para tratamiento de aguas residuales municipales, se detectan deficiencias importantes como son: diseño inadecuado, ubicación desfavorable por condiciones topográficas o por la localización de las redes de alcantarillado; obras inconclusas tanto en la red de atarjeas como en instalaciones de seguridad; desaparición del equipo o carencias de instalaciones eléctricas.

La falta de recursos no ha permitido ampliar adecuadamente la cobertura del servicio de alcantarillado ni mejorar los sistemas de tratamiento.

La insuficiencia de personal capacitado para operar y mantener en buenas condiciones las instalaciones mencionadas, es otro problema muy serio. A esto se agrega que el país no cuenta con la tecnología suficiente para la fabricación de equipo de medición y de tratamiento, así como también de la educación adecuada sobre la importancia del cuidado ambiental o manejo adecuado de los residuos tanto sólidos como líquidos arrojados al sistema de drenaje.

Se tienen ya Normas Oficiales Mexicanas (NOM) para las descargas de aguas residuales, por lo que la Comisión Nacional del Agua (CNA) cuenta con la facultad de otorgar o negar permisos para el vertimiento, en base a la calidad del agua que se pretende alcanzar en el cuerpo receptor.

Según datos del Instituto Nacional de Ecología, correspondientes a 1998, la infraestructura hospitalaria en México es de 128 mil 620 camas, y cada una genera en promedio cuatro kilogramos de basura por día. Añadiendo a este volumen las estimaciones de clínicas no registradas, centros de investigación, pequeños consultorios y hasta veterinarias, el total de desechos hospitalarios en el país asciende a 752 toneladas diarias.

Parte de esos desechos hospitalarios son los llamados Residuos Peligrosos Biológico-Infecciosos (RPBI), es decir, los desechos generalmente obtenidos de la atención médica y que tienen la posibilidad de transmitir agentes biológicos que pudieran conllevar algún riesgo para quien se ponga en contacto con ellos. Sólo la educación del trabajador de la salud permitirá reducir el riesgo de contagio por contacto con desechos hospitalarios potencialmente peligrosos, mismos que actualmente se encuentran regulados por la Norma Oficial Mexicana NOM-087-Ecol-1995, que próximamente podría ser reformada y flexibilizada.





Esta norma define al RPBI como "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".

La preocupación del manejo de los RPBI se incrementó sensiblemente con el advenimiento del virus de la inmunodeficiencia humana (sida), junto con el mayor conocimiento de los riesgos de contagio con los virus de la hepatitis B y C.

Los objetos punzocortantes son definitivamente de alta peligrosidad, en tanto que la sangre y sus productos, el plasma y otros derivados hemáticos deben manejarse de manera especial; tejidos de pacientes y cultivos biológicos son elementos que requieren de un manejo y confinamiento especial, no así otros elementos como los abatelenguas, los tapabocas, los gorros y, en algunos casos los guantes, la ropa de cama y quirófano.

Se estima que a diciembre de 2002 en las redes de alcantarillado municipales del país se colectaba un caudal de 203 m³/s de aguas residuales, de este caudal el 27.6% (56.1 m³/s) recibió tratamiento. En las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales se removi6 aproximadamente el 19% de la carga orgánica contenida en las aguas residuales colectadas por el alcantarillado (medida en términos de Demanda Bioquímica de Oxígeno o DBO5) (INE, 2005: www.ine.gob.mx).

Es por ello que el objetivo de esta investigación es dar a conocer cual es el manejo que se le debe dar a las aguas residuales de los hospitales de la ciudad; pues por este centro de población (Uruapan Mich.) cruza el Río Cupatitzio el cual sirve como agua para riego en otras ciudades, también la importancia que tiene la ingeniería civil para la conservación del medio ambiente y las normas, leyes y reglamentos a las que se tiene que someter para evitar daños al medio circundante a estas instalaciones, es por ello que los objetivos que persigue esta tesis son:

Objetivo General:

Verificar que los sistemas de tratamiento de agua residual en los principales centros hospitalarios de la Ciudad de Uruapan Michoacán sean los adecuados y cumplan con la normatividad propuesta por las leyes mexicanas, las cuales se describen en esta tesis en materia de salud, medio ambiente y manejo de residuos





peligrosos, lo cual es necesario para el cuidado del medio ambiente de la ciudad, evitando con esto su deterioro mediante la aplicación de las leyes correspondientes.

Objetivos Específicos:

- Dar a conocer que existen distintos tipos de aguas residuales y que su composición también es diferente, las cuales requieren de distintos tipos de manejo, así como también de depuración.
- Determinar los daños al medio ambiente por un mal manejo de estos residuos.
- Dar a conocer las medidas tomadas en los centros hospitalarios de la ciudad para el desecho adecuado de sus residuos y en caso de que no cuenten con estos proponer un sistema adecuado de acuerdo a sus necesidades para que no se sigan arrojando libremente al sistema de drenaje.
- Conocer las Normas Oficiales Mexicanas a las cuales están sujetos estos residuos para su depósito en sistemas de drenaje o disposición en la naturaleza.
- Brindar un resumen de los sistemas utilizados en materia de depuración de aguas en la Ciudad de Uruapan Michoacán, además de dar resultados de la investigación donde se pueda observar si estos sistemas cumplen con lo establecido por la ley o la deficiencia de dichos sistemas, así como lo necesario para que todo quede dentro del marco establecido por las leyes mexicanas.

Este trabajo de investigación cuenta con 7 capítulos de los cuales 6 se presentan de manera teórica y uno con la investigación de campo realizada en los hospitales de la ciudad, a manera de resumen se presenta el contenido de los capítulos de esta tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil.

Capítulo1.- Antecedentes de tratamiento de las aguas residuales: presenta las características del agua, que son las aguas residuales y cuales son las formas de su tratamiento así como su origen.

Capítulo2.- Problemática actual en el manejo y control de aguas residuales: es importante conocer cual es la situación actual en el tratamiento de las aguas





residuales en México y las consecuencias de un mal manejo de ellas y las legislaciones a las que están sujetas.

Capítulo3.- Riesgos que se pueden correr en un mal manejo del tratamiento de aguas residuales: nos muestra primeramente la historia del manejo de residuos hospitalarios y las formas de tratamiento según los componentes del agua residual así como la reutilización del agua residual y la salud publica haciendo necesario tener conocimiento sobre los riesgos a la salud si no se le da un tratamiento adecuado al agua residual.

Capítulo4.- Planteamiento del Problema en la Comunidad de Uruapan Michoacán: se presentan las características de la ciudad y la historia de los hospitales y el tratamiento de los residuos del tratamiento de aguas residuales.

Capítulo5.- Reglamentación de las Aguas Residuales según las Normas Oficiales Mexicanas: nos presenta el marco legal al cual se tiene que someter el ingeniero civil en materia de aguas residuales haciendo énfasis en las Normas Oficiales Mexicanas a las que los hospitales de la ciudad tienen que regirse.

Capítulo6.- Estudio de los hospitales en Uruapan: Este Capítulo presenta los casos específicos de los hospitales en la ciudad así como la observancia que estos hacen a las Normas Oficiales Mexicanas y la comparativa de las descargas de aguas residuales de los hospitales con los límites permitidos por las normas y las observaciones necesarias para no incumplir con las Normas.

Capítulo7.- Conclusiones: en este último Capítulo se dará una conclusión de acuerdo a la investigación realizada, en la cual se señalarán los resultados obtenidos en la información rescatada.





La hermana agua,
que es utilísima,
preciosa, casta
y humilde.

San Francisco de Asís





Capítulo I.

Antecedentes del Tratamiento de Aguas Residuales

1.1 Características del Agua

El agua cubre tres cuartas partes de la superficie de la Tierra (mares, ríos, lagos, etc.) y constituye del 50% al 90% por peso, de todas las plantas y animales; Su gravedad específica es: 1.0 gramos/ml; Calor específico: 1.0 Kcal/kg °C. A presión atmosférica normal hierve a 100° C y se congela a 0° C; Alcanza su densidad máxima a los 4° C (un gramo por cm³), en las propiedades del agua se han basado múltiples medidas físicas, como la graduación del termómetro, el peso específico, el calor específico, etc. El agua es indispensable para la vida, por sus muchas reacciones químicas en las que entra, de las cuales la más importante es la hidrólisis de los hidratos de carbono, grasas y proteínas, paso esencial en la digestión y asimilación de alimentos.

Se sabe que el origen de la vida estuvo en el agua, donde se desarrollaron los primeros organismos, que, al evolucionar, pudieron colonizar la Tierra.

El agua es igualmente el constituyente mayor de los seres vivos, estando incorporada a sus tejidos y órganos. Así, y a modo de ejemplo, podemos indicar que el tejido adiposo contiene entre un 22% y un 34% de agua, y en el hígado y corazón la proporción oscila entre un 70% y 80%. El tejido con mayor contenido en agua es el nervioso, con una proporción entre el 82% y 94%.

El agua, en el cuerpo se encuentra en cantidades considerables y en mayor proporción en los tejidos que tienen mayor actividad, En el tejido óseo sólo en un 22%, mientras que en el nervioso hasta en un 85%.

El agua no tratada se llama "agua natural" y el agua tratada se le llama "agua Tratada", También: "El agua potable no debe tener sabor ni olor extraños. Desde luego, conviene que el agua contenga cierta cantidad de sal, pues, en caso contrario, resulta insípida"(Microsoft Encarta, 2004).

El agua potable no debe tener sabor ni olor extraños, así, por ejemplo, en el agua que contenga hierro puede formarse ácido sulfhídrico.





Debe ser inodora, tanto en frío como en caliente desprende leve alcalización, debe poseer un sabor agradable que le confieren las sales y gases disueltas en ella, la temperatura óptima del agua es de 5°C a 15°C, el agua demasiado fría puede ser perjudicial a la salud y demasiado caliente no resulta refrescante.

Los límites aceptables varían entre 5 y 15°C, pero la temperatura óptima debe considerarse la comprendida en el intervalo de 10 a 12°C

Condiciones bacteriológicas del agua: El agua potable debe tener escasas bacterias, el agua de buena calidad presenta el límite admisible de 100 bacterias por centímetro cúbico de agua. Desde el punto de vista bacteriológico, el agua potable debe de tener menos de 200 colonias bacterianas de mesofílicos aeróbicos por mililitro de muestra. Un máximo de dos organismos coliformes totales en 100 ml de muestra y no contener organismos coliformes fecales en 100 ml de muestra.

Fuentes de agua pueden ser: Los embalses, formados a partir de ríos caudalosos y los manantiales y los pozos, que constituyen uno de los métodos más antiguos para la obtención del agua. Cuanto más profundo es el pozo, mejor calidad física y bacteriológica tiene el agua, porque conforme va atravesando las diferentes capas de suelo y del subsuelo se va eliminando las impurezas.

1.2 Ciclo del Agua

El agua es un importantísimo componente de los seres vivos y es factor limitante de la productividad de muchos ecosistemas. Los elementos afectados por su ciclo son el H y el O de forma directa, pero la misma molécula de agua es vital para los seres vivos y otras sustancias que van disueltas también lo son. La marcha general del ciclo del agua es muy conocida

En la disponibilidad de agua en el ecosistema influyen factores que pueden pasar desapercibidos en un primer momento. Así, por ejemplo, en las zonas continentales que se encuentran alejadas del mar, las precipitaciones dependen, sobre todo, del agua que se evapora en el interior del mismo continente. Esto hace que en zonas de clima cálido se pueda producir fácilmente desertización si disminuye la cantidad de agua disponible para la evaporación, cuando se canalizan excesivamente los ríos o, en general, se aumenta la velocidad de salida del agua de la cuenca. Este fenómeno también tiene influencia en las zonas selváticas, cuando se talan los árboles, porque se pierde capacidad de evapotranspiración (los árboles con su transpiración envían una gran cantidad de agua a la atmósfera) (Ibid.).





En la mayoría de las zonas continentales el nivel de la producción primaria se encuentra limitado por las disponibilidades de agua. Por ejemplo, según cálculos de De Witt, en las condiciones climáticas de Estocolmo las plantas pueden producir al año unos 2,5 Kg/m² de materia orgánica seca y en Berlín unos 3 Kg/m². Se calcula que para producir un Kg. de materia seca se necesitan unos 500 L de agua. Por tanto en Estocolmo se necesitarían 1.250 L y en Berlín 1.500. Este agua tendría que caer el momento apropiado (no en invierno, etc.), en el lugar adecuado y en el modo adecuado (sin provocar escorrentía, etc.). Calculó que en Berlín sólo había 700 L disponibles verdaderamente para el crecimiento de las plantas entre todos los que caen al año. Es decir se demuestra que, en general, el factor limitante es el agua, incluso en zonas en las que puede parecer extraño que así sea. Y es difícil, caro y exige un gran consumo de energía aportar más agua.

Distribución del agua en la Tierra.

Casi la totalidad del agua se encuentra en los mares y océanos en forma de agua salada. De las aguas dulces la mayor parte está en forma de hielo y en aguas subterráneas. El agua situada sobre los continentes y la que está en la atmósfera son las cantidades proporcionalmente menores, aunque su importancia biológica es grande.

Distribución del agua	
Agua líquida oceánica	1322·10 ⁶ km ³
Agua sólida oceánica	26·10 ⁶ km ³
Epicontinentales	225 000 km ³
En la atmósfera	12 000 km ³
Aguas subterráneas	2-8 ·10 ⁶ km ³

Fuente: Microsoft® Encarta® 2004

En las aguas epicontinentales se incluyen el mar Caspio, el Aral y el mar Muerto, además de lagos, ríos, etc.

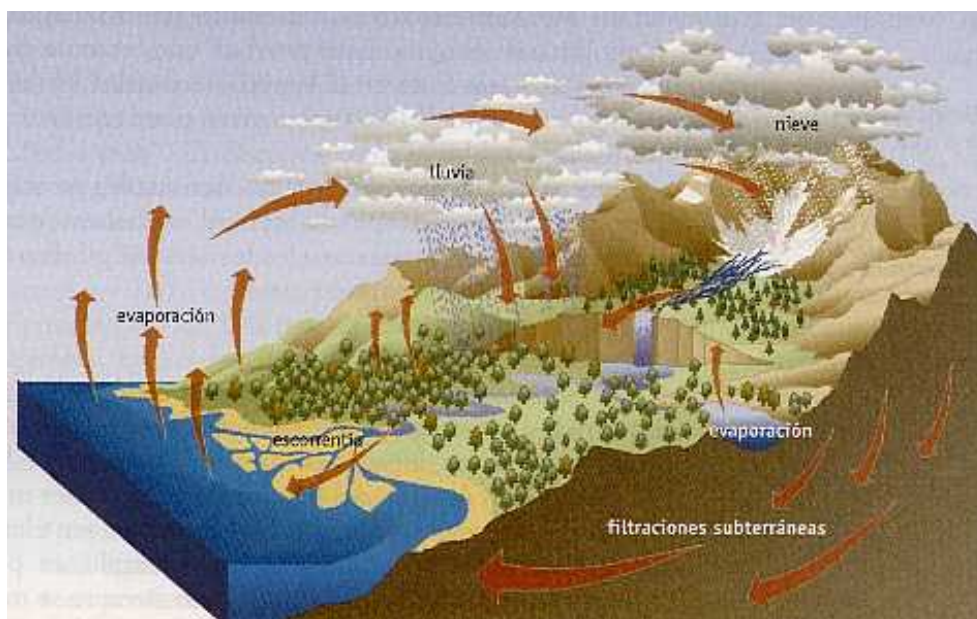
Se da una de las muchas estimaciones que se suelen hacer para estas aguas, porque calcular su cantidad es muy difícil.





Ciclo del agua

El agua permanece en constante movimiento. El vapor de agua de la atmósfera se condensa y cae sobre continentes y océanos en forma de lluvia o nieve. El agua que cae en los continentes va descendiendo de las montañas en ríos, o se infiltra en el terreno acumulándose en forma de aguas subterráneas. Gran parte de las aguas continentales acaban en los océanos, o son evaporadas o transpiradas por las plantas volviendo de nuevo a la atmósfera. También de los mares y océanos está evaporándose agua constantemente. La energía del sol mantiene este ciclo en funcionamiento continuo.



Fuente: Microsoft® Encarta® 2004

Al año se evaporan $500\,000\text{ km}^3$ de agua, lo que da un valor medio de 980 l/m^2 o **mm**. Es decir es como si una capa de 980 mm (casi un metro) de agua que recubriera toda la Tierra se evaporara a lo largo del año. Como en la atmósfera permanecen constantemente sólo $12\,000\text{ km}^3$, quiere decir que la misma cantidad de $500\,000\text{ km}^3$ que se ha evaporado vuelve a caer en forma de precipitaciones a lo largo del año. Aunque la media, tanto de la evaporación como de la precipitación sea de 980 mm, la distribución es irregular, especialmente en los continentes. En los desiertos llueve menos de 200 mm y en algunas zonas de montaña llueve 6000 mm o más (Microsoft Encarta, 2004).





El tiempo medio que una molécula de agua permanece en los distintos tramos del ciclo es:

en la atmósfera	9-10 días
en los ríos	12-20 días
en lagos	1-100 años
en acuíferos subterráneos	300 años
en océanos	3 000 años

Fuente: Microsoft® Encarta® 2004

Como es lógico estos tiempos medios de permanencia van a tener una gran influencia en la persistencia de la contaminación en los ecosistemas acuáticos. Si se contamina un río, al cabo de pocos días o semanas puede quedar limpio, por el propio arrastre de los contaminantes hacia el mar, en donde se diluirán en grandes cantidades de agua. Pero si se contamina un acuífero subterráneo el problema persistirá durante decenas o cientos de años.

El tratamiento de aguas residuales es el nombre que reciben los distintos procesos implicados en la extracción, tratamiento y control sanitario de los productos de desecho arrastrados por el agua y procedentes de viviendas e industrias. La depuración cobró importancia progresivamente desde principios de la década de 1970 como resultado de la preocupación general expresada en todo el mundo sobre el problema, cada vez mayor, de la contaminación humana del medio ambiente, desde el aire a los ríos, lagos, océanos y aguas subterráneas, por los desperdicios domésticos, industriales, municipales y agrícolas.

Los métodos de depuración de residuos se remontan a la antigüedad y se han encontrado instalaciones de alcantarillado en lugares prehistóricos de Creta y en las antiguas ciudades asirias. Las canalizaciones de desagüe construidas por los romanos todavía funcionan en nuestros días. Aunque su principal función era el drenaje, la costumbre romana de arrojar los desperdicios a las calles significaba que junto con el agua de las escorrentías viajaban grandes cantidades de materia orgánica. Hacia finales de la edad media empezaron a usarse en Europa, primero, excavaciones subterráneas privadas y, más tarde, letrinas. Cuando éstas estaban llenas, unos obreros vaciaban el lugar en nombre del propietario. El contenido de los pozos negros se empleaba como fertilizante en las granjas cercanas o era vertido en los cursos de agua o en tierras no explotadas.





Unos siglos después se recuperó la costumbre de construir desagües, en su mayor parte en forma de canales al aire o zanjas en la calle. Al principio estuvo prohibido arrojar desperdicios en ellos, pero en el siglo XIX se aceptó que la salud pública podía salir beneficiada si se eliminaban los desechos humanos a través de los desagües para conseguir su rápida desaparición. Un sistema de este tipo fue desarrollado por Joseph Bazalgette entre 1859 y 1875 con el objeto de desviar el agua de lluvia y las aguas residuales hacia la parte baja del Támesis, en Londres. Con la introducción del abastecimiento municipal de agua y la instalación de cañerías en las casas llegaron los inodoros y los primeros sistemas sanitarios modernos. A pesar de que existían reservas respecto a éstos por el desperdicio de recursos que suponían, por los riesgos para la salud que planteaban y por su elevado precio, fueron muchas las ciudades que los construyeron.

A comienzos del siglo XX, algunas ciudades e industrias empezaron a reconocer que el vertido directo de desechos en los ríos provocaba problemas sanitarios. Esto llevó a la construcción de instalaciones de depuración. Aproximadamente en aquellos mismos años se introdujo la fosa séptica como mecanismo para el tratamiento de las aguas residuales domésticas tanto en las áreas suburbanas como en las rurales. Para el tratamiento en instalaciones públicas se adoptó primero la técnica del filtro de goteo (véase más abajo). Durante la segunda década del siglo, el proceso del lodo activado, desarrollado en Gran Bretaña, supuso una mejora significativa por lo que empezó a emplearse en muchas localidades de ese país y de todo el mundo. Desde la década de 1970, se ha generalizado en el mundo industrializado la cloración, un paso más significativo del tratamiento químico.

Las aguas residuales tienen un origen doméstico, industrial, subterráneo y meteorológico, y estos tipos de aguas residuales suelen llamarse respectivamente, domésticas, industriales, de infiltración y pluviales.

Las aguas residuales domésticas son el resultado de actividades cotidianas de las personas. La cantidad y naturaleza de los vertidos industriales es muy variada, dependiendo del tipo de industria, de la gestión de su consumo de agua y del grado de tratamiento que los vertidos reciben antes de su descarga. Una acería, por ejemplo, puede descargar entre 5.700 y 151.000 litros por tonelada de acero fabricado. Si se practica el reciclado, se necesita menos agua.

La infiltración se produce cuando se sitúan conductos de alcantarillado por debajo del nivel freático o cuando el agua de lluvia se filtra hasta el nivel de la





tubería. Esto no es deseable, ya que impone una mayor carga de trabajo al tendido general y a la planta depuradora. La cantidad de agua de lluvia que habrá que drenar dependerá de la pluviosidad así como de las escorrentías o rendimiento de la cuenca de drenaje.

Un área metropolitana estándar vierte un volumen de aguas residuales entre el 60 y el 80% de sus requerimientos diarios totales, y el resto se usa para lavar coches y regar jardines, así como en procesos como el enlatado y embotellado de alimentos.

La composición de las aguas residuales se analiza con diversas mediciones físicas, químicas y biológicas. Las mediciones más comunes incluyen la determinación del contenido en sólidos, la demanda bioquímica de oxígeno, la demanda química de oxígeno y el pH.

Los residuos sólidos comprenden los sólidos disueltos y en suspensión. Los sólidos disueltos son productos capaces de atravesar un papel de filtro, y los suspendidos los que no pueden hacerlo. Los sólidos en suspensión se dividen a su vez en depositables y no depositables, dependiendo del número de miligramos de sólido que se depositan a partir de 1 litro de agua residual en una hora. Todos estos sólidos pueden dividirse en volátiles y fijos, siendo los volátiles, por lo general, productos orgánicos y los fijos materia inorgánica o mineral.

El agua de lluvia residual contiene concentraciones significativas de bacterias, elementos traza, petróleo y productos químicos orgánicos. Los procesos empleados en las plantas depuradoras municipales suelen clasificarse como parte del tratamiento primario, secundario o terciario.

Las aguas residuales contienen residuos procedentes de las ciudades y fábricas. Es necesario tratarlos antes de enterrarlos o devolverlos a los sistemas hídricos locales. En una depuradora, los residuos atraviesan una serie de cedazos, cámaras y procesos químicos para reducir su volumen y toxicidad. Las tres fases del tratamiento son la primaria, la secundaria y la terciaria. En la primaria, se elimina un gran porcentaje de sólidos en suspensión y materia inorgánica. En la secundaria se trata de reducir el contenido en materia orgánica acelerando los procesos biológicos naturales. La terciaria es necesaria cuando el agua va a ser reutilizada; elimina un 99% de los sólidos y además se emplean varios procesos químicos para garantizar que el agua esté tan libre de impurezas como sea posible (INE, 2005: www.ine.gob.mx).





1.3 Características del Agua residual

El agua residual domestica recién generada tiene olor a aceite o a jabón, es turbia y contiene sólidos de naturaleza reconocible. El agua en estado séptico tiene olor a sulfhídrico, es de color gris oscuro y contiene sólidos suspendidos de menor tamaño, que pocas veces son de naturaleza reconocible.

El agua residual contiene sólidos suspendidos y disueltos. Los sólidos totales incluyen ambas formas y se determinan evaporando un volumen o peso determinado de muestra y pesando el residuo remanente. Los resultados se expresan en mg/l.

El agua residual contiene compuestos químicos de naturaleza orgánica e inorgánica. Los compuestos inorgánicos se encuentran presentes, asimismo, en el agua de suministro, pero su utilización en las diversas actividades tiene como consecuencia un incremento de la concentración. El tratamiento convencional del agua residual (físico o primario y biológico o secundario) no esta dirigido a la alteración del contenido de contaminantes inorgánicos.

Los compuestos orgánicos incluyen a aquellos presentes en los residuos que se descargan a la red de alcantarillado y los productos de su degradación.

El nitrógeno y el fósforo pueden estar presentes, tanto como parte de la fracción orgánica, como de la inorgánica. La concentración de los mismos es importante desde el punto de vista de contaminación del agua, así como por ser necesarios en cantidades reducidas para los sistemas de tratamiento biológico.

TRATAMIENTO PRIMARIO

Las aguas residuales que entran en una planta de tratamiento contienen materiales que podrían atascar o dañar las bombas y la maquinaria. Estos materiales se eliminan por medio de enrejados o barras verticales, y se queman o se entierran tras ser recogidos manual o mecánicamente. El agua residual pasa a continuación a través de una trituradora, donde las hojas y otros materiales orgánicos son triturados para facilitar su posterior procesamiento y eliminación.

En el pasado, se usaban tanques de deposición, largos y estrechos, en forma de canales, para eliminar materia inorgánica o mineral como arena, sedimentos y grava. Estas cámaras estaban diseñadas de modo que permitieran que las partículas inorgánicas de 0,2 mm o más se depositaran en el fondo, mientras que las partículas





más pequeñas y la mayoría de los sólidos orgánicos que permanecen en suspensión continuaban su recorrido. Hoy en día las más usadas son las cámaras aireadas de flujo en espiral con fondo en tolva, o clarificadores, provistos de brazos mecánicos encargados de raspar. Se elimina el residuo mineral y se vierte en vertederos sanitarios. La acumulación de estos residuos puede ir de los 0,08 a los 0,23 m³ por cada 3,8 millones de litros de aguas residuales.

Sedimentación. Una vez eliminada la fracción mineral sólida, el agua pasa a un depósito de sedimentación donde se depositan los materiales orgánicos, que son retirados para su eliminación. El proceso de sedimentación puede reducir de un 20 a un 40% la DBO₅ y de un 40 a un 60% los sólidos en suspensión.

La tasa de sedimentación se incrementa en algunas plantas de tratamiento industrial incorporando procesos llamados coagulación y floculación químicas al tanque de sedimentación. La coagulación es un proceso que consiste en añadir productos químicos como el sulfato de aluminio, el cloruro férrico o polielectrolitos a las aguas residuales; esto altera las características superficiales de los sólidos en suspensión de modo que se adhieren los unos a los otros y precipitan.

La floculación provoca la aglutinación de los sólidos en suspensión. Ambos procesos eliminan más del 80% de los sólidos en suspensión.

Flotación. Una alternativa a la sedimentación, utilizada en el tratamiento de algunas aguas residuales, es la flotación, en la que se fuerza la entrada de aire en las mismas, a presiones de entre 1,75 y 3,5 kg por cm². El agua residual, supersaturada de aire, se descarga a continuación en un depósito abierto. En él, la ascensión de las burbujas de aire hace que los sólidos en suspensión suban a la superficie, de donde son retirados. La flotación puede eliminar más de un 75% de los sólidos en suspensión.

Digestión. La digestión es un proceso microbiológico que convierte el lodo, orgánicamente complejo, en metano, dióxido de carbono y un material inofensivo similar al humus. Las reacciones se producen en un tanque cerrado o digestor, y son anaerobias, esto es, se producen en ausencia de oxígeno. La conversión se produce mediante una serie de reacciones.

En primer lugar, la materia sólida se hace soluble por la acción de enzimas. La sustancia resultante fermenta por la acción de un grupo de bacterias productoras de ácidos, que la reducen a ácidos orgánicos sencillos, como el ácido acético. Entonces los ácidos orgánicos son convertidos en metano y dióxido de carbono por bacterias.





Se añade lodo espesado y calentado al digestor tan frecuentemente como sea posible, donde permanece entre 10 y 30 días hasta que se descompone. La digestión reduce el contenido en materia orgánica entre un 45 y un 60 por ciento.

Desecación. El lodo digerido se extiende sobre lechos de arena para que se seque al aire. La absorción por la arena y la evaporación son los principales procesos responsables de la desecación. El secado al aire requiere un clima seco y relativamente cálido para que su eficacia sea óptima, y algunas depuradoras tienen una estructura tipo invernadero para proteger los lechos de arena. El lodo desecado se usa sobre todo como acondicionador del suelo; en ocasiones se usa como fertilizante, debido a que contiene un 2% de nitrógeno y un 1% de fósforo (López Ruiz, 2000: Capítulo 7) .

TRATAMIENTO SECUNDARIO

Una vez eliminados de un 40 a un 60% de los sólidos en suspensión y reducida de un 20 a un 40% la DBO₅ por medios físicos en el tratamiento primario, el tratamiento secundario reduce la cantidad de materia orgánica en el agua. Por lo general, los procesos microbianos empleados son aeróbicos, es decir, los microorganismos actúan en presencia de oxígeno disuelto.

El tratamiento secundario supone, de hecho, emplear y acelerar los procesos naturales de eliminación de los residuos. En presencia de oxígeno, las bacterias aeróbicas convierten la materia orgánica en formas estables, como dióxido de carbono, agua, nitratos y fosfatos, así como otros materiales orgánicos. La producción de materia orgánica nueva es un resultado indirecto de los procesos de tratamiento biológico, y debe eliminarse antes de descargar el agua en el cauce receptor.

Hay diversos procesos alternativos para el tratamiento secundario, incluyendo el filtro de goteo, el lodo activado y las lagunas.

Filtro de goteo. En este proceso, una corriente de aguas residuales se distribuye intermitentemente sobre un lecho o columna de algún medio poroso revestido con una película gelatinosa de microorganismos que actúan como agentes destructores. La materia orgánica de la corriente de agua residual es absorbida por la película microbiana y transformada en dióxido de carbono y agua. El proceso de goteo, cuando va precedido de sedimentación, puede reducir cerca de un 85% la DBO₅.





Lodo activado. Se trata de un proceso aeróbico en el que partículas gelatinosas de lodo quedan suspendidas en un tanque de aireación y reciben oxígeno. Las partículas de lodo activado, llamadas floc, están compuestas por millones de bacterias en crecimiento activo aglutinadas por una sustancia gelatinosa. El floc absorbe la materia orgánica y la convierte en productos aeróbicos. La reducción de la DBO_5 fluctúa entre el 60 y el 85 por ciento.

Un importante acompañante en toda planta que use lodo activado o un filtro de goteo es el clarificador secundario, que elimina las bacterias del agua antes de su descarga.

Estanque de estabilización o laguna. Otra forma de tratamiento biológico es el estanque de estabilización o laguna, que requiere una extensión de terreno considerable y, por tanto, suelen construirse en zonas rurales.

Las lagunas opcionales, que funcionan en condiciones mixtas, son las más comunes, con una profundidad de 0,6 a 1,5 m y una extensión superior a una hectárea. En la zona del fondo, donde se descomponen los sólidos, las condiciones son anaerobias; la zona próxima a la superficie es aeróbica, permitiendo la oxidación de la materia orgánica disuelta y coloidal. Puede lograrse una reducción de la DBO_5 de un 75 a un 85 por ciento (López Ruiz, 2000: Capítulo 9).

TRATAMIENTO AVANZADO DE LAS AGUAS RESIDUALES (TERCIARIO)

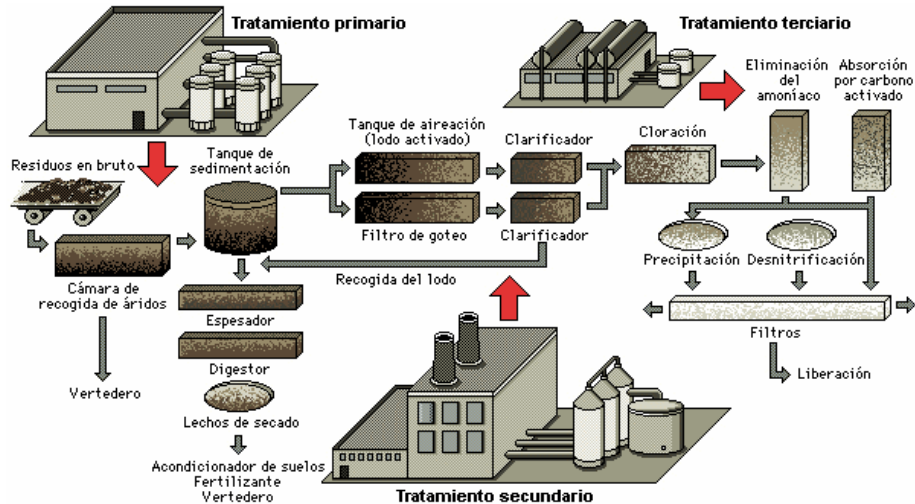
Si el agua que ha de recibir el vertido requiere un grado de tratamiento mayor que el que puede aportar el proceso secundario, o si el efluente va a reutilizarse, es necesario un tratamiento avanzado de las aguas residuales. A menudo se usa el término tratamiento terciario como sinónimo de tratamiento avanzado, pero no son exactamente lo mismo. El tratamiento terciario, o de tercera fase, suele emplearse para eliminar el fósforo, mientras que el tratamiento avanzado podría incluir pasos adicionales para mejorar la calidad del efluente eliminando los contaminantes recalcitrantes. Hay procesos que permiten eliminar más de un 99% de los sólidos en suspensión y reducir la DBO_5 en similar medida. Los sólidos disueltos se reducen por medio de procesos como la ósmosis inversa y la electrodiálisis.

La eliminación del amoníaco, la desnitrificación y la precipitación de los fosfatos pueden reducir el contenido en nutrientes. Si se pretende la reutilización del agua residual, la desinfección por tratamiento con ozono es considerada el método más fiable, excepción hecha de la cloración extrema. Es probable que en el futuro se generalice el uso de estos y otros métodos de tratamiento de los residuos a la vista





de los esfuerzos que se están haciendo para conservar el agua mediante su reutilización.



Fuente: Microsoft® Encarta® 2004

1.4 Otros procesos de depuración

VERTIDO DEL LÍQUIDO. El vertido final del agua tratada se realiza de varias formas. La más habitual es el vertido directo a un río o lago receptor. En aquellas partes del mundo que se enfrentan a una creciente escasez de agua, tanto de uso doméstico como industrial, las autoridades empiezan a recurrir a la reutilización de las aguas tratadas para rellenar los acuíferos, regar cultivos no comestibles, procesos industriales, recreo y otros usos. En un proyecto de este tipo, el proceso de tratamiento comprende los tratamientos convencionales primario y secundario, seguidos de una limpieza por cal para eliminar los compuestos orgánicos en suspensión.

Durante este proceso, se crea un medio alcalino (pH elevado) para potenciar el proceso. En el paso siguiente se emplea la recarbonatación para volver a un pH neutro. A continuación se filtra el agua a través de múltiples capas de arena y carbón vegetal, y el amoníaco es eliminado por ionización. Los pesticidas y demás compuestos orgánicos aún en suspensión son absorbidos por un filtro granular de carbón activado. Los virus y bacterias se eliminan por ozonización. En esta fase el agua debería estar libre de todo contaminante pero, para mayor seguridad, se





emplean la segunda fase de absorción sobre carbón y la ósmosis inversa y, finalmente, se añade dióxido de cloro para obtener un agua de calidad máxima.

FOSA SÉPTICA. Un proceso de tratamiento de las aguas residuales que suele usarse para los residuos domésticos es la fosa séptica: una fosa de cemento, bloques de ladrillo o metal en la que sedimentan los sólidos y asciende la materia flotante. El líquido aclarado en parte fluye por una salida sumergida hasta zanjas subterráneas llenas de rocas a través de las cuales puede fluir y filtrarse en la tierra, donde se oxida aeróbicamente. La materia flotante y los sólidos depositados pueden conservarse entre seis meses y varios años, durante los cuales se descomponen anaeróbicamente (Ruiz Jiménez, 2000: Capítulo 1).

TIPOS DE TRATAMIENTO.

Hay distintos tipos de tratamiento de las aguas residuales para lograr retirar contaminantes. Se pueden usar desde sencillos procesos físicos como la sedimentación, en la que se deja que los contaminantes se depositen en el fondo por gravedad, hasta complicados procesos químicos, biológicos o térmicos. Entre ellos, los más usuales son:

a) Físicos

- Sedimentación.
- Flotación.- Natural o provocada con aire.
- Filtración.- Con arena, carbón, cerámicas, etc.
- Evaporación.
- Adsorción.- Con carbón activo, zeolitas, etc.
- Desorción (Stripping). Se transfiere el contaminante al aire (Ej. amoniaco).
- Extracción.- Con líquido disolvente que no se mezcla con el agua.

b) Químicos

- Coagulación-floculación.- Agregación de pequeñas partículas usando coagulantes y floculantes (sales de hierro, aluminio, polielectrolitos, etc.)
- Precipitación química.- Eliminación de metales pesados haciéndolos insolubles con la adición de lechada de cal, hidróxido sódico u otros que suben el pH.
- Oxidación-reducción.- Con oxidantes como el peróxido de hidrógeno, ozono, cloro, permanganato potásico o reductores como el sulfito sódico.
- Reducción electrolítica.- Provocando la deposición en el electrodo del contaminante. Se usa para recuperar elementos valiosos.





- Intercambio iónico.- Con resinas que intercambian iones. Se usa para quitar dureza al agua.
- Osmosis inversa.- Haciendo pasar al agua a través de membranas semipermeables que retienen los contaminantes disueltos.

c) *Biológicos*. Usan microorganismos que se nutren con diversos compuestos de los que contaminan las aguas. Los flóculos que se forman por agregación de microorganismos son separados en forma de lodos.

- Lodos activos.- Se añade agua con microorganismos a las aguas residuales en condiciones aerobias (burbujeo de aire o agitación de las aguas).
- Filtros bacterianos.- Los microorganismos están fijos en un soporte sobre el que fluyen las aguas a depurar. Se introduce oxígeno suficiente para asegurar que el proceso es aerobio.
- Biodiscos.- Intermedio entre los dos anteriores. Grandes discos dentro de una mezcla de agua residual con microorganismos facilitan la fijación y el trabajo de los microorganismos.
- Lagunas aireadas.- Se realiza el proceso biológico en lagunas de grandes extensiones.
- Degradación anaerobia.- Procesos con microorganismos que no necesitan oxígeno para su metabolismo.

1.5 Origen de las Aguas Residuales

Un sistema hidrosanitario urbano inicia en la fuente de abastecimiento de agua donde es captada, si el agua de ese lugar no reúne las condiciones de potabilidad se le da un tratamiento para que cumpla con los parámetros establecidos, posteriormente esta agua se entrega a los usuarios que la utilizarla le agregan impurezas que pueden proceder del uso domestico, comercios, industrias, establecimientos de servicios, de usos municipales y de salud; en algunas poblaciones pequeñas se acostumbra que los habitantes tengan hortalizas y huertos, cuyas aguas de desechos en gran medida van directamente al drenaje.

Las aguas residuales, mezcladas con contaminantes precedentes de todo tipo de uso que exista en una comunicad, son desalojadas del predio hacia el alcantarillado a través del albañal. Posteriormente por el emisor, son enviadas al suelo o a cuerpos de agua, en ocasiones sin tratamiento, lo que debe evitarse ya que siempre es necesario construir y operar adecuadamente una planta de tratamiento.





Las plantas de tratamiento por su ubicación dentro del sistema hidrosanitario urbano pueden dividirse en:

TERMINAL: cuando se encuentran al final de la red de alcantarillado y su objetivo es dar tratamiento total de las aguas residuales que van a desechar y así evitar la contaminación del agua y del suelo.

NO TERMINAL INTERMEDIA: cuando se encuentra dentro de la población y su objetivo es tratar solo parte de las aguas del sistema de alcantarillado para ser utilizadas en la industria, riego, otros usos y generalmente no se desecha directamente al cuerpo receptor (López Ruiz, 2000: páginas 3,4).

La existencia de más gente, que pide mas agua para la agricultura, la industria y el consumo domestico, da como resultado un aumento anual en la demanda de agua dulce. En teoría, los 9 000 kilómetros cúbicos de agua, existentes para el uso del hombre, podrían fácilmente satisfacer las demandas. Pero muchas partes del mundo están experimentando escasez de agua, bien debido a causa de sequías o por que los ríos y lagos están contaminados con desechos humanos e industriales.

Teniendo como resultado un aumento en la necesidad del tratamiento de aguas residuales tanto municipales como industriales pues los principales asentamientos urbanos fueron edificados a un costado, sino cerca de fuentes de agua para sostener a los pobladores.

También se sabe que estas ciudades pueden compartir estos cuerpos o fuentes de agua por lo que si no se le da tratamiento a las aguas residuales estas llegaran contaminadas a la población aledaña contaminándola esta aun mas sin no se tiene ningún cuidado en el tratamiento de sus aguas provocando enfermedades o malos cultivos por la mala calidad del agua con que se riega o se abastece a la población.

El efecto ambiental mas serio, pero menos reconocido es la contaminación de las aguas subterráneas por el vertimiento de basuras y otros contaminantes a ríos y cañadas, incrementando la carga orgánica residual disminuyendo el oxigeno disuelto; aumentando la eutroficación causando muerte a los peces; genera malos olores y deteriora su aspecto estético. A causa de esta circunstancia, en muchas ocasiones se ha perdido este recurso tan importante para el abastecimiento de agua potable o la recreación.





Uno de los efectos ambientales mas serios provocados por el manejo inadecuado de estos residuos, en ocasiones arrojados directamente a los flujos de agua superficiales que muchas veces son fuente de abastecimiento de agua potable. Por una parte, la materia orgánica de los residuos disminuye el oxigeno disuelto y aumenta los nutrientes N y P, lo que ocasiona el aumento descontrolado de algas y acelera procesos de eutroficación.

Los acuíferos confinados o libres, pueden contaminarse por la inadecuada disposición final de residuos, en la mayoría de las situaciones se subestima el problema, aun cuando la contaminación por nitritos y otras sustancias químicas en el agua subterránea utilizada para el consumo humano la hace peligrosa para la salud (López Ruiz, 2002: páginas 10,11).

1.6 Características de las Aguas Residuales Urbanas

Parámetro mg/lit	Contaminación fuerte	Contaminación media	Contaminación Ligera
Sólidos totales	1000	500	200
Volátiles	700	350	120
Fijos	300	150	80
Sólidos en suspensión totales	500	300	100
Volátiles	400	250	70
Fijos	100	50	30
Sólidos disueltos totales	500	200	100
Volátiles	300	100	50
Fijos	200	100	50
DBO ₅ a 10 °C	300	200	100
Oxigeno consumido	150	75	30
Oxigeno disuelto	0	0	0
Nitrógeno total	86	50	25
Orgánico	35	20	10
Amoniaco libre	50	30	15
Nitritos (NO ₂)	0.10	0.05	0.00
Nitratos (NO ₃)	0.40	0.20	0.10
Cloruros	175	100	15
Alcalinidad	200	100	50
Grasas	40	20	0

Fuente: Apuntes de tratamiento de aguas residuales Pág. 5 UNAM 2000





1.7 Contaminantes del Agua (ESII, Universidad de Navarra, 2004).

Alteraciones físicas del agua

Alteraciones físicas	Características y contaminación que indica
Color	<p>El agua no contaminada suele tener ligeros colores rojizos, pardos, amarillentos o verdosos debido, principalmente, a los compuestos húmicos, férricos o los pigmentos verdes de las algas que contienen.</p> <p>Las aguas contaminadas pueden tener muy diversos colores pero, en general, no se pueden establecer relaciones claras entre el color y el tipo de contaminación</p>
Olor y sabor	<p>Compuestos químicos presentes en el agua como los fenoles, diversos hidrocarburos, cloro, materias orgánicas en descomposición o esencias liberadas por diferentes algas u hongos pueden dar olores y sabores muy fuertes al agua, aunque estén en muy pequeñas concentraciones. Las sales o los minerales dan sabores salados o metálicos, en ocasiones sin ningún olor.</p>
Temperatura	<p>El aumento de temperatura disminuye la solubilidad de gases (oxígeno) y aumenta, en general, la de las sales. Aumenta la velocidad de las reacciones del metabolismo, acelerando la putrefacción. La temperatura óptima del agua para beber está entre 10 y 14°C. Las centrales nucleares, térmicas y otras industrias contribuyen a la contaminación térmica de las aguas, a veces de forma importante.</p>
Materiales en suspensión	<p>Partículas como arcillas, limo y otras, aunque no lleguen a estar disueltas, son arrastradas por el agua de dos maneras: en suspensión estable (disoluciones coloidales); o en suspensión que sólo dura mientras el movimiento del agua las arrastra. Las suspendidas coloidalmente sólo precipitarán</p>





	después de haber sufrido coagulación o floculación (reunión de varias partículas)
Radiactividad	Las aguas naturales tienen unos valores de radiactividad, debidos sobre todo a isótopos del K. Algunas actividades humanas pueden contaminar el agua con isótopos radiactivos.
Espumas	Los detergentes producen espumas y añaden fosfato al agua (eutrofización). Disminuyen mucho el poder autodepurador de los ríos al dificultar la actividad bacteriana. También interfieren en los procesos de floculación y sedimentación en las estaciones depuradoras.
Conductividad	El agua pura tiene una conductividad eléctrica muy baja. El agua natural tiene iones en disolución y su conductividad es mayor y proporcional a la cantidad y características de esos electrolitos. Por esto se usan los valores de conductividad como índice aproximado de concentración de solutos. Como la temperatura modifica la conductividad las medidas se deben hacer a 20°C

Alteraciones químicas del agua

Alteraciones químicas	Contaminación que indica
pH	<p>Las aguas naturales pueden tener pH ácidos por el CO₂ disuelto desde la atmósfera o proveniente de los seres vivos; por ácido sulfúrico procedente de algunos minerales, por ácidos húmicos disueltos del mantillo del suelo. La principal sustancia básica en el agua natural es el carbonato cálcico que puede reaccionar con el CO₂ formando un sistema tampón carbonato/bicarbonato.</p> <p>Las aguas contaminadas con vertidos mineros o industriales pueden tener pH muy ácido. El pH tiene una gran influencia</p>





	<p>en los procesos químicos que tienen lugar en el agua, actuación de los floculantes, tratamientos de depuración, etc.</p>
<p>Oxígeno disuelto OD</p>	<p>Las aguas superficiales limpias suelen estar saturadas de oxígeno, lo que es fundamental para la vida. Si el nivel de oxígeno disuelto es bajo indica contaminación con materia orgánica, crea ambientes sépticos, es decir, produce condiciones de putrefacción, teniendo con ello mala calidad del agua e incapacidad para mantener determinadas formas de vida.</p>
<p>Materia orgánica biodegradable: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)</p>	<p>DBO₅ es la cantidad de oxígeno disuelto requerido por los microorganismos para la oxidación aerobia de la materia orgánica biodegradable presente en el agua. Se mide a los cinco días. Su valor da idea de la calidad del agua desde el punto de vista de la materia orgánica presente y permite prever cuanto oxígeno será necesario para la depuración de esas aguas e ir comprobando cual está siendo la eficacia del tratamiento depurador en una planta.</p>
<p>Materiales oxidables: Demanda Química de Oxígeno (DQO)</p>	<p>Es la cantidad de oxígeno que se necesita para oxidar los materiales contenidos en el agua con un oxidante químico (normalmente dicromato potásico en medio ácido). Se determina en tres horas y, en la mayoría de los casos, guarda una buena relación con la DBO por lo que es de gran utilidad al no necesitar los cinco días de la DBO. Sin embargo la DQO no diferencia entre materia biodegradable y el resto y no suministra información sobre la velocidad de degradación en condiciones naturales.</p>
<p>Nitrógeno total</p>	<p>Varios compuestos de nitrógeno son nutrientes esenciales. Su presencia en las aguas en exceso es causa de eutrofización. El nitrógeno se presenta en muy diferentes formas químicas en las aguas naturales y contaminadas. En los análisis habituales se suele determinar el NTK (nitrógeno total Kendahl) que incluye el nitrógeno orgánico y el amoniacal. El</p>





	contenido en nitratos y nitritos se da por separado.
Fósforo total	<p>El fósforo, como el nitrógenos, es nutriente esencial para la vida. Su exceso en el agua provoca eutrofización.</p> <p>El fósforo total incluye distintos compuestos como diversos ortofosfatos, polifosfatos y fósforo orgánico. La determinación se hace convirtiendo todos ellos en ortofosfatos que son los que se determinan por análisis químico.</p>
Aniones: cloruros nitratos nitritos fosfatos sulfuros cianuros fluoruros	indican salinidad indican contaminación agrícola indican actividad bacteriológica indican detergentes y fertilizantes Indican acción bacteriológica anaerobia (aguas negras, etc.) indican contaminación de origen industrial En algunos casos se añaden al agua para la prevención de las caries, aunque es una práctica muy discutida.
Cationes: sodio calcio y magnesio amonio metales pesados	indica salinidad están relacionados con la dureza del agua contaminación con fertilizantes y heces de efectos muy nocivos; se bioacumulan en la cadena trófica; (se estudian con detalle en el capítulo correspondiente)
Compuestos orgánicos	<p>Los aceites y grasas procedentes de restos de alimentos o de procesos industriales (automóviles, lubricantes, etc.) son difíciles de metabolizar por las bacterias y flotan formando películas en el agua que dañan a los seres vivos.</p> <p>Los fenoles pueden estar en el agua como resultado de contaminación industrial y cuando reaccionan con el cloro que se añade como desinfectante forman clorofenoles que son un serio problema porque dan al agua muy mal olor y sabor.</p> <p>La contaminación con pesticidas, petróleo y otros</p>





	hidrocarburos se estudia con detalle en los capítulos correspondientes.
--	---

Alteraciones biológicas del agua

Alteraciones biológicas del agua	Contaminación que indican
Bacterias coliformes	Desechos fecales
Virus	Desechos fecales y restos orgánicos
Animales, plantas, microorganismos diversos	Eutrofización

Enfermedades por patógenos contaminantes de las aguas

Tipo de microorganismo	Enfermedad	Síntomas
Bacterias	Cólera	Diarreas y vómitos intensos. Deshidratación. Frecuentemente es mortal si no se trata adecuadamente
Bacterias	Tifus	Fiebres. Diarreas y vómitos. Inflamación del bazo y del intestino.
Bacterias	Disentería	Diarrea. Raramente es mortal en adultos, pero produce la muerte de muchos niños en países poco desarrollados
Bacterias	Gastroenteritis	Náuseas y vómitos. Dolor en el digestivo. Poco riesgo de muerte





Virus	Hepatitis	Inflamación del hígado e ictericia. Puede causar daños permanentes en el hígado
Virus	Poliomelitis	Dolores musculares intensos. Debilidad. Temblores. Parálisis. Puede ser mortal
Protozoos	Disentería amebiana	Diarrea severa, escalofríos y fiebre. Puede ser grave si no se trata
Gusanos	Esquistosomiasis	Anemia y fatiga continuas

Líneas de tratamiento en las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales

En el funcionamiento de una PTAR (Planta de tratamiento de aguas residuales) se suelen distinguir dos grandes líneas:

a) Línea de agua.- Es el conjunto de los procesos (primarios, secundarios, etc.) que depuran el agua propiamente dicha. Comenzaría con el agua que entra a la depuradora y terminaría en el agua vertida al río o al mar.

b) Línea de fangos.- Está formada por el conjunto de procesos a los que se somete a los fangos (lodos) que se han producido en la línea de agua. Estos lodos son degradados en un digestor anaeróbico (o en otra forma similar), para ser después incinerados, usados como abono, o depositados en un vertedero.

En una planta de tratamiento también se generan, además de los lodos, otros residuos (arenas, grasas, objetos diversos separados en el pretratamiento y en el tratamiento primario) que deben ser eliminados adecuadamente. Se suelen llevar a vertederos o similares.

Tratamientos especiales: eliminación de N y P

En los casos en los que las aguas que salen de la PTAR se vierten a ecosistemas en peligro de eutrofización es importante eliminar los nutrientes (P y N) que estas aguas pueden llevar, para no aumentar la intensidad de ese proceso.





Para eliminar fósforo se suelen pasar las aguas por un reactor "anaerobio" que facilita una mayor asimilación de ese elemento por las bacterias. Así se llega a eliminar el 60 - 70% del fósforo. Si esto no es suficiente se complementa con una precipitación química forzada por la adición de sulfato de alúmina o cloruro férrico.

La eliminación de nitrógeno se hace en varias fases. En primer lugar, durante el tratamiento biológico habitual, la mayor parte de los compuestos orgánicos de nitrógeno se convierten en amoníaco (amonificación). A continuación hay que conseguir que el amoníaco se convierta a nitratos (nitrificación) por la acción de bacterias nitrificantes (Nitrosomonas y Nitrobacter) que son aerobias. Este proceso de nitrificación necesita de reactores de mucho mayor volumen (unas cinco o seis veces mayor) que los necesarios para eliminar carbono orgánico. Las temperaturas bajas también dificultan el proceso (a 12°C el volumen debe ser el doble que a 18 °C).

A continuación se procura la eliminación de los nitratos en el proceso llamado desnitrificación. Para esto se usan bacterias en condiciones anaerobias que hacen reaccionar el nitrato con parte del carbono que contiene el agua que está siendo tratada. Como resultado de la reacción se forma CO₂ y N₂ que se desprenden a la atmósfera. Para llevar a cabo estos procesos hacen falta reactores de gran volumen, aireación de grandes masas de agua y recirculación de fangos que complican y encarecen todo el proceso de depuración (López Ruiz, 2000: Capítulo 2).

1.8 Punto de Vista del Impacto Ambiental en la Problemática del Agua

Definición de Impacto Ambiental.

Se define como la alteración favorable o desfavorable que experimenta el ambiente como resultado de la actividad humana o de la naturaleza, el estudio del impacto ambiental es una actividad diseñada para identificar y predecir la modificación de los componentes biogeofísico y socioeconómico del ambiente, para interpretar y comunicar información acerca de los impactos, así como la forma de atenuar o minimizar los adversos (González Vázquez, 2000: página 1).

Estos estudios son herramienta para la toma de decisiones en la etapa de planeación y permiten seleccionar de las alternativas de un proyecto, la que ofrezca los mayores beneficios tanto en el aspecto socioeconómico como en el aspecto ambiental.





Impactos Ambientales de las Acciones Humanas.

El ambiente natural sufre continuos cambios incluso en ausencia del hombre. Esto puede ser sobre una escala de tiempo de cientos de millones de años, como la sumergencia de los continentes y la formación de las montañas; en una escala de decenas de miles de años, como la última edad del hielo los cambios en el nivel de los mares que la acompañaron; sobre una escala de cientos de años, como la eutrofización natural y sedimentación de los lagos poco profundos; o en un periodo de unos cuantos años, como la colonia de los castores transforma tierra seca en un pantano.

Algunos de estos cambios naturales son irreversibles, por ejemplo la eutrofización de un lago, mientras que otros son ciclos como las estaciones del año, o transitorios como las sequías.

Además de las alteraciones ocasionadas por la naturaleza sobre el ambiente natural, se tienen los cambios producidos por la actividad humana. Cuando el hombre se dedicaba a la caza y recolección, el uso del fuego modificó algunos ambientes naturales; después con la domesticación de los animales y la introducción de la agricultura, los efectos de sus acciones se extendieron por todas partes conforme fueron formándose los primeros asentamientos humanos. Los efectos se incrementaron con el desarrollo de la industria, al reemplazar la fuerza muscular por la energía derivada de los combustibles fósiles, hasta que, desde hace algunas décadas, los impactos humanos han alcanzado una intensidad sin precedentes y afectan al mundo entero debido al vasto incremento poblacional y al mayor consumo de recursos per cápita.

Al incrementarse el control del ambiente por el hombre, se crean conflictos entre los objetos humanos y los procesos naturales. Para obtener mayor producción de alimentos, o con otros propósitos el hombre modifica los flujos naturales de energía, rompe las cadenas alimenticias, simplifica los ecosistemas y usa grandes subsidios de energía para mantener el delicado equilibrio artificial. En algunos casos, estas actividades pueden crear ambientes que el hombre considera deseables, como por ejemplo las extensiones de terreno agrícola. Sin embargo frecuentemente se presentan conflictos entre las estrategias que maximizan ganancias a corto plazo (5 a 10 años) y aquellas que maximizan los beneficios a largo plazo (50 años); las primeras traen como consecuencia la irreversible degradación ambiental. Se toma poco o nada en consideración dentro de la planeación económica acerca del lento deterioro del suelo. Agotamiento de los acuíferos o la acelerada eutrofización de los cuerpos de agua.





Aprovechamiento de aguas superficiales.

La explotación del agua superficial puede tener varias finalidades tales como: satisfacción de necesidades domésticas, irrigación, industria, generación de energía, eléctrica, acuacultura, recreación y turismo.

En México los centros urbanos e industriales requieren de grandes cantidades de agua se han asentado paulatinamente donde los recursos hidráulicos son escasos, lo que ha motivado la afectación de cuencas vecinas con altos costos económicos; este es precisamente uno de los impactos significativos en el aprovechamiento de las aguas superficiales.

México cuenta con suficientes volúmenes de agua para satisfacer las demandas de abastecimiento de todos los sectores, sin embargo, su distribución geográfica es completamente adversa para casi la mitad del territorio nacional. El país se encuentra dividido en 320 cuencas hidrológicas, con un escurrimiento medio anual de 410 000 millones de metros cúbicos en promedio, cifra que presenta el total disponible como recurso renovable. El estudio de su distribución indica que en el norte solo se tiene un escurrimiento de 12 300 millones de metros cúbicos, que representan 3% del total en un área equivalente al 30% del país, mientras que se tienen 205 000 millones de metros cúbicos en el sureste, que representan el 50% de disponibilidad total en un área no mayor al 20% del territorio nacional (González Vázquez, 2000: página 43).

Vertido de Aguas Residuales.

Las aguas residuales son generadas por las actividades del sector social que incluye las descargas de residuos de origen doméstico y público; las del sector agropecuario que incluyen los efluentes de instalaciones dedicadas a la crianza y engorda de ganado mayor y menor, así como por las aguas de entorno agrícola; las del sector industrial presentado por las descargas originadas por las actividades correspondientes a la extracción y transformación de recursos naturales en bienes de consumo y satisfactores de la población. Con relación a las aguas residuales municipales, su generación esta definitivamente relacionada con la cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado con que cuentan las poblaciones.

Las localidades que concentran la mayor proporción de habitantes, son aquellas en las que se concentra también la mayor parte de las actividades industriales de la nación y las que disponen de una mayor cobertura en los servicios de agua potable y alcantarillado, constituyéndose así en las fuentes principales de





generación de aguas residuales siendo los ejemplos mas claros las zonas localizadas en torno a las ciudades de México, Monterrey y Guadalajara, las cuales generan 46, 8.5 y 8.2 metros cúbicos por segundo, lo que corresponde al 34% del total generado a nivel nacional, estimado en 184 metros cúbicos por segundo, de los cuales 105 corresponden a la población y 79% a la industria. Por otra parte, el uso del agua como vehículo de desechos contaminantes y la poca importancia dada a su manejo y disposición, ha convertido a este sector en un elemento fundamental a ser considerado en el control para la preservación del recurso hidráulico cuya disponibilidad se ve comprometida en amplias zonas del país.

Los efluentes líquidos pueden ser eliminados mediante su vertido a aguas superficiales tanto directamente como a terrenos que drenen las mismas; por descarga en aguas subterráneas, de forma directa mediante inyección en pozos profundos o indirecta precolación; o por evaporación a la atmósfera. Cualquiera que sea la técnica utilizada para disponer los residuos líquidos deberán tratarse antes de su disposición final por las razones siguientes: alteración de la calidad del agua modifica adversamente los sistemas biológicos que dependen del agua; por otro lado, las actividades productivas que realiza el hombre también dependen de la existencia del agua en suficiente cantidad y calidad. El vertido de aguas residuales deberá estar sustentado en la protección de los ecosistemas y de las actividades productivas del hombre (González Vázquez, 2000: página 47).





Quando bebas agua,
acuérdate de la fuente.

Proverbio chino





Capítulo 2:

Problemática actual en el manejo y control de aguas residuales.

Es muy común que hoy en día la falta de agua en muchas ciudades y en general en todo México y en algunas partes del mundo. Esto es debido precisamente a que las fuentes de abastecimiento de agua como lo son los ríos, pozos, lagunas, etc. se están agotando, y la triste realidad es que existen muchas personas que no le damos la debida importancia al problema.

El motivo de la indiferencia de la población ante esta problemática puede ser el costo económico del agua, es decir; las personas relacionamos el valor del agua con una simple multiplicación del costo de metros cúbicos por el número consumido de los mismos, sin embargo es importante mencionar que existe un costo social que es todavía más importante que el económico ya que el desarrollo de cualquier sociedad esta sustentado en gran medida por sus abastecimientos de agua.

Por lo cual el valor del vital líquido esta muy lejos de calcularse con una simple multiplicación de números. Otro motivo por el cual las personas utilizan el agua de una manera irresponsable puede ser la falta de cultura del uso de la misma, ya que se tiene la falsa creencia de que por el hecho de pagar un costo económico del agua tenemos todo el derecho de desperdiciarla, cuando la realidad es que tenemos la gran responsabilidad de hacer un uso racional e inteligente del agua para poder asegurar el futuro de nuestros hijos y de la humanidad.

Pero si hablamos de una falta de cultura del uso del agua no podemos dejar de mencionar la casi nula cultura del reuso del agua, esto es propiciado en gran medida por la falta de información en lo referente a procesos para clarificar o purificar el agua residual.

En la actualidad existe una gran variedad de procesos por medio de los cuales podemos tratar las aguas residuales, es importante mencionar que dichos procesos varían en función de las necesidades, es decir; si queremos purificar el agua o solo clarificarla para enviarla al subsuelo o bien, utilizarla para riego de jardines y áreas verdes.



En la actualidad existen varias alternativas para resolver el problema de la falta de agua entre las cuales se encuentra la desalinización del agua de mar, racionalización de su uso, estudios acerca del uso inteligente del agua, y el tratamiento de aguas residuales para su reuso.

El tratamiento del agua residual puede ser por medio de una gran variedad de procesos y el método que se emplea para tratar el agua depende en gran parte, del fin al que se destina el abastecimiento.

Para uso doméstico es deseable eliminar las impurezas, ya sean suspendidas o disueltas, que sean perjudiciales a la apariencia y aspecto estético del agua. Es absolutamente necesario eliminar o volver inactiva cualesquier impureza, como las bacterias, que pueden ser perjudiciales para la seguridad y bienestar del público consumidor.

Por otro lado, los requerimientos de calidad para aguas industriales son diversos, según su empleo. Por otra parte, para utilizar el agua tratada en el riego de jardines y áreas verdes es deseable eliminar coliformes fecales así como bacterias que pueden ser nocivas para la salud.

Para poder eliminar todas las bacterias y elementos nocivos para la salud antes mencionados podemos utilizar el método de autopurificación y reposo que consiste en la premisa de que la naturaleza provee cierto grado de autopurificación a todas las aguas que hayan sido corrompidas o contaminadas por la introducción de desechos, ya sean debidos a escurrimientos de suelo, aguas negras o desperdicios industriales.

La velocidad a la que se verifica este proceso depende de la naturaleza y cantidad de material contaminante, así como de las condiciones y características físicas, químicas y biológicas del agua misma.

Otro método de purificación es la aereación, y esta se practica para introducir oxígeno del aire, dejar que escapen los gases disueltos, como el bióxido de carbono y el ácido sulfhídrico y para eliminar las sustancias volátiles que causan olor y sabor.





La aereación puede llevarse a cabo por métodos muy diversos. Se ha encontrado que el más eficaz consiste en usar aspersores por medio de los cuales el agua se pulveriza en la atmósfera hasta formar una neblina o gotas muy pequeñas optimizando la aereación y por ende oxigenando rápidamente el agua.

Por otra parte, aunque la tendencia general se dirige hacia la construcción de plantas de tratamiento que use la filtración rápida por arena existen instaladas ya muchas plantas que emplean la filtración lenta por arena y que son eficaces al proporcionar un agua segura y potable, sin embargo existe el inconveniente que el proceso es demasiado lento y en algunas ocasiones el filtrado no elimina en su totalidad las concentraciones fuertes de bacterias, disminuyendo así su seguridad para la potabilización.

Como podemos ver existe una gran variedad de métodos para tratar el agua y todos tienen sus ventajas y desventajas, lo importante es aplicar el proceso adecuado para las necesidades que se presenten.

Es importante mencionar que se han utilizado algunos procesos en forma conjunta obteniéndose excelentes resultados en la purificación del agua, de tal manera que la mayoría de las plantas de tratamiento que funcionan en la actualidad, son una combinación de los métodos antes mencionados y de otros más.

Esta claro que en un futuro se descubrirán nuevas y mejores formas de reutilizar el agua, pero si no se trabaja en la implementación de una cultura en el reuso del agua de nada servirán los esfuerzos y en esta responsabilidad estamos incluidos todos, puesto que a todos nos importa la calidad de vida que les heredaremos a nuestros hijos, debemos de actuar en forma coherente para concientizarnos de que el agua no es un recurso ilimitado y dejar de ver el agua residual como en desecho y aprovecharla como un recurso.

2.1 Identificación del Problema

De acuerdo al Banco Mundial, más de 300 millones de habitantes de ciudades en Latinoamérica producen 225,000 toneladas de residuos sólidos cada día. Sin embargo, menos del 5% de las aguas de alcantarillado de las ciudades reciben tratamiento.





Con la ausencia de tratamiento, las aguas negras son por lo general vertidas en aguas superficiales, creando un riesgo obvio para la salud humana, la ecología y los animales. En Latinoamérica, muchas corrientes son receptoras de descargas directas de residuos domésticos e industriales.

La contaminación del suelo ocurre tanto en áreas urbanas como rurales. Conteniendo 40% de las especies tropicales de plantas y animales del mundo, y 36% de las especies cultivadas de alimentos y productos industriales, la región presenta intenso interés en la preservación y protección del medio ambiente, sin mencionar una preocupación por la salud humana.

De 1950 a 1995, la población de Latinoamérica aumentó de 179 millones a 481 millones de habitantes, lo cual correspondió con una carga mayor sobre la infraestructura existente y un aumento en la producción de residuos domésticos. De igual manera, la tendencia de aumento en la población seguirá durante las próximas décadas, al igual que las presiones sobre la infraestructura.

Para 1995, se estimó que el porcentaje de latinoamericanos que contaban con instalaciones para el desecho de aguas residuales incluía 69% de la población total (80% urbana; 40% rural). Aunque, como promedio, 80% de la población urbana de Latinoamérica tiene acceso a servicios de recolección de aguas de alcantarillado, existe una gran variación entre los países. La mayor parte de las aguas negras no han recibido tratamiento. Aun las grandes ciudades como la Ciudad de México y Sao Paulo-Santos se encuentran a menudo altamente contaminadas y carecen de infraestructura de saneamiento para tratar los residuos peligrosos (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 1989).

Es difícil generalizar acerca de cualquier condición en Latinoamérica, debido a la diversidad económica, social y ambiental de la región, tanto entre país y país como dentro de una misma nación. Una gran inquietud, es la gente pobre que vive en áreas urbanas y habita en colonias y áreas que no son adecuadas para el desarrollo (como laderas empinadas de cerros, pantanos, y planicies propensas a inundaciones).

En Latinoamérica, existe una división marcada entre las poblaciones de escasos recursos y las de altos ingresos, con respecto al acceso a los servicios de saneamiento. Aproximadamente 18% de la población de escasos recursos cuenta con agua de tubería en sus casas, comparado con 80% de la población de altos ingresos. Las personas de escasos recursos se encuentran más susceptibles a las





enfermedades y potencialmente están menos conscientes de cómo mantener las condiciones salubres, lo cual lleva a una mayor propagación de enfermedades en la población general.

Propagando enfermedades

Se sabe que las aguas residuales albergan microorganismos que causan enfermedades (patógenos), incluyendo virus, protozoos y bacteria. Los organismos patogénicos pueden originarse en los individuos infectados o en animales domésticos o salvajes, de los cuales pueden o no presentar señales de enfermedad. La diarrea y la gastroenteritis se encuentran entre las tres principales causas de muerte en el mundo y en la región latinoamericana.

El agua no segura para beber y la contaminación a través del desecho inadecuado de aguas negras son responsables por la gran mayoría de estas muertes. De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud, sólo en Brasil, 20 niños mueren cada día debido a la falta de sistemas de aguas negras. Este es un problema que está directamente relacionado con la presencia de enfermedades infecciosas tales como el cólera, hepatitis, disentería, gastroenteritis y muchas otras (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 1989).

Necesidades de infraestructura

Para mejorar las condiciones de salud y saneamiento en las regiones en vías de desarrollo, se necesitan plantas de tratamiento eficientes para el manejo de agua potable y aguas residuales.

Sin embargo, dichos esfuerzos requieren inversiones sustanciales de capital. Solamente en México, se estima una inversión en US \$2,900 millones para proporcionar agua limpia y servicios de saneamiento a los habitantes urbanos. Se necesitan miles de millones de dólares para servir a la región latinoamericana.

En 1995, el Banco Mundial estimó que se requeriría una inversión de US \$12,000 millones anuales durante 10 años para elevar los estándares de abastecimiento de agua y de aguas residuales a niveles razonables. Aproximadamente US \$7,000 millones.

Agua en Latinoamérica septiembre/octubre 2002 para aguas residuales, con US \$4,400 millones para la recolección de aguas de alcantarillado, US \$1,200 millones





para tratamiento, US \$1,200 millones para rehabilitación de las instalaciones existentes, y el resto para el saneamiento rural. Estas estimaciones de costos estuvieron basadas en una meta de tratamiento de aguas residuales para 60% de la población con sistema de alcantarillado público.

Según un estudio patrocinado por el Banco Mundial en 1997, la construcción de una planta convencional para el tratamiento secundario de aguas residuales para una población de 1 millón de habitantes requiere una inversión capital de aproximadamente US \$100 millones, sin mencionar los costos sustanciales de operación y mantenimiento para su operación continua.

Sin embargo, los costos económicos asociados con un brote de enfermedad indican que la inversión inicial de capital valdría mucho la pena. En el primer año de la epidemia del cólera de 1991 en el Perú, se asociaron altos costos a las necesidades curativas y de atención preventiva de la salud para el público. Asimismo se incurrieron pérdidas debido a la disminución de turismo y una prohibición temporal sobre las importaciones de productos alimenticios peruanos. Sólo en el primer año, los cálculos de estas pérdidas varían entre US \$180-500 millones.

Además del desecho de residuos domésticos, también debe considerarse el control de residuos industriales, los cuales pueden ser altamente tóxicos y en muchos casos no pueden ser eliminados utilizando el tratamiento convencional de aguas residuales. Los requisitos ambientales cada vez más estrictos en los países desarrollados han resultado en la transferencia de residuos peligrosos (o la fabricación que los involucra) a otros países.

Se reporta que la mayor cantidad de residuos peligrosos va de los Estados Unidos hacia México. Los residuos de fabricantes locales, al igual que los residuos importados, idealmente deberían ser controlados en su fuente de producción. La prevención de la contaminación es mucho menos costosa que tratar de limpiar un suministro de agua contaminada o rectificar un brote de enfermedades contagiosas.

2.2 Opciones de tratamiento

Como promedio, solamente 10% de las aguas de alcantarillado recolectadas en Latinoamérica son sujetas a cualquier tipo de tratamiento. Además, continúan las dudas acerca del modo apropiado de operar las plantas de tratamiento existentes. Una evaluación de las plantas de tratamiento de aguas de alcantarillado en México calcula que solamente 5% de las plantas existentes están siendo operadas de manera satisfactoria.





El tratamiento de aguas residuales es necesario para la prevención de la contaminación ambiental y del agua, al igual que para la protección de la salud pública. Mientras que cada región tiene sus propias necesidades correspondientes a métodos de tratamiento particulares, cierto número de opciones tradicionales y modernas de tratamiento se encuentran disponibles.

Tabla 1. Población Servida con Suministro de Agua Pública y Saneamiento en Latinoamérica y el Caribe, 1995

País	Población (millones, redondeados)		Agua Potable (% hogares conectados)		Saneamiento Público (% hogares conectados)	
	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural
Argentina	30.3	4.1	68	24	39	42
Bahamas	0.3	**	88	86	16	100
Barbados	0.1	0.2	98	98	4	98
Belize	0.1	0.1	89	51	44	21
Bolivia	4.2	3.0	74	42	31	39
Brasil	124.5	37.2	74	28	35	43
Chile	12.2	2.0	99	47	79	7
Colombia	26.4	10.3	86	32	65	27
Costa Rica	1.5	1.6	100	99	55	95
Dominicana	5.2	2.9	56	55	28	68
Ecuador	6.5	4.7	79	10	61	26
El Salvador	2.7	3.4	78	24	60	65
Guatemala	4.2	6.1	84	48	70	50
Guyana	0.3	0.5	77	69	27	28
Haití	2.2	4.9	29	39	—	16
Honduras	2.8	3.1	77	66	50	71
Jamaica	1.4	1.1	57	53	34	65
México	68.1	22.7	93	57	81	29
Nicaragua	2.5	1.6	86	28	34	28
Panamá	1.6	1.4	98	73	64	81
Paraguay	2.6	2.4	59	6	20	44
Perú	16.8	6.6	63	31	59	23
Surinam	0.3	0.1	95	70	2	36
Trinidad	0.9	0.4	90	88	32	92
Uruguay	2.7	0.3	90	—	56	—
Venezuela	19.8	1.7	73	79	62	60
Total	340.2	122.4	79	39	52	39

— No disponible. **Insignificante

FUENTE: Edelovitch, E., y K. Ringskog, "Directions & Development: Wastewater Treatment in Latin America, Old and New Options," World Bank, Washington, D.C., 1997.

Factores que Contribuyen a un Mejoramiento en el Manejo de Residuos en Latinoamérica en el Futuro.

- Aumento en el crecimiento urbano.
- Mayor atención al tratamiento de aguas negras.
- Aumento en la conciencia pública sobre asuntos de impacto ambiental.
- Reglamentos y aplicación de la ley más estrictos.
- Mayor concienciación sobre el impacto de los residuos industriales.
- Enfoque en las municipalidades.
- Mayor participación por parte de todos los interesados.
- Mayor coordinación entre las agencias gubernamentales y el sector privado.
- Implementación de sistemas de manejo de cuencas hidrológicas.





- Aumento en el desarrollo de proyectos y financiamiento por parte de los gobiernos y el sector privado.
- Optimización de sistemas existentes de aguas residuales.
- Privatización de sistemas de abastecimiento de agua y sistemas de aguas residuales.

Es necesario hacer una evaluación del nivel óptimo de tratamiento requerido, al igual que una evaluación práctica de cuáles métodos de tratamiento están dentro del presupuesto. En aquellas áreas donde no es factible construir plantas convencionales de tratamiento de aguas residuales, podrían emplearse muchas otras opciones naturales de tratamiento. El manejo efectivo de aguas residuales debe dar como resultado un efluente ya sea reciclado o reusable, o uno que pueda ser descargado de manera segura en el medio ambiente.

La meta del tratamiento de aguas residuales nunca ha sido producir un producto estéril, sin especies microbianas, sino reducir el nivel de microorganismos dañinos a niveles más seguros de exposición, donde el agua es comúnmente reciclada para el riego o usos industriales.

Al escoger la tecnología apropiada de tratamiento, deben considerarse cierto número de factores, incluyendo la cantidad y composición de la corriente de residuos, los estándares del efluente, opciones indicadas de uso y desecho, opciones de pretratamiento industrial; y, factibilidad de funcionamiento (es decir, inquietudes económicas y técnicas) (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 1989).

Muchas opciones de tratamiento pueden ayudar a reducir los efectos de contaminación ambiental. La eficacia del tratamiento debe ser balanceada con el costo, la aplicación práctica y el cumplimiento con los métodos que han sido escogidos para la implementación. Para algunos ambientalistas, la opción más segura para deshacerse de los residuos puede ser la descarga costera, pero a mayor distancia para minimizar el impacto sobre los nadadores. Aún así, uno debe estar al tanto de que reportes recientes indican que la degradación de los arrecifes de coral en el Mar Caribe se ha atribuido a residuos humanos.

El reuso de aguas residuales es una opción válida para el desecho, donde el medio ambiente puede filtrar efectivamente las corrientes de residuos moderadamente tratados. La minimización del ingreso de residuos peligrosos





generados por procesos industriales (como, metales pesados) a las plantas municipales de tratamiento, es algo clave para reducir los efectos tóxicos de estos efluentes, muchos de los cuales no pueden ser eliminados a través de procesos convencionales de tratamiento.

Las alternativas para las operaciones de tratamiento de aguas residuales hechas por el hombre involucran cierto número de tratamientos naturales. Los sistemas de desecho en sitio (tanques sépticos o pozos negros) ofrecen una opción viable para deshacerse de los residuos, al ser debidamente manejados.

Además, el uso de lagunas de estabilización, sistemas de tratamiento de terrenos y sistemas acuáticos para el desecho de residuos son adecuados, nuevamente, al ser manejados apropiadamente.

Las lagunas de estabilización son una alternativa de bajo costo para el tratamiento de corrientes de residuos, pero requieren vastas extensiones de terreno. Las aguas de alcantarillado también pueden ser aplicadas al terreno y utilizadas como una fuente de agua para los cultivos agrícolas. Los sistemas de tratamiento acuático incluyen estanques o ciénagas con plantas que tienen la capacidad de tomar los contaminantes dañinos que se encuentran en las aguas negras. Estos sistemas pueden ser ciénagas naturales o hechas por el hombre.

Aunque existe la tecnología para producir un producto de agua potable de los efluentes de aguas residuales tratadas, los efluentes de aguas residuales son utilizados de manera más eficiente como aguas de enfriamiento en aplicaciones industriales, riego (como campos de golf y jardines públicos), aguas para recreo designadas solamente para un contacto corporal parcial (como velear) y uso doméstico no potable (como el inodoro). El efluente de aguas residuales parcialmente tratadas también puede utilizarse para recargar los acuíferos subterráneos, donde el suelo actúa como filtro natural, eliminando los contaminantes.

El lodo es un producto derivado del tratamiento de aguas residuales y del cual uno no puede deshacerse tan fácilmente.

Los rellenos sanitarios, las desembocaduras a corta distancia de la costa y lagunas han servido de depósitos para deshacerse del lodo. El lodo puede ser tratado y utilizado para una variedad de propósitos. La digestión del lodo de alcantarillado puede producir gas metano, el cual es útil para la producción de calor y energía.





El lodo también ha sido utilizado en los cultivos agrícolas y en terrenos forestales, añadiendo sustancias nutritivas a los suelos deficientes. La presencia de contaminantes dañinos, incluyendo patógenos y metales pesados, es algo de que preocuparse al deshacerse del lodo y deben tomarse los pasos apropiados para minimizar su presencia.

El lodo también puede ser utilizado como abono para producir fertilizantes o puede ser horneado para fabricar ladrillos para construcción.

2.3 Desechos hospitalarios: aspectos metodológicos de su manejo.

Los desechos considerados peligrosos, según sus características, pueden ser: tóxicos, explosivos, inflamables, corrosivos e infecciosos. Los desechos peligrosos generados en hospitales y centros de salud presentan riesgos y dificultades especiales debido, fundamentalmente, al carácter infeccioso de algunas de sus fracciones componentes. Contribuyen también a acrecentar tales riesgos y dificultades la heterogeneidad de su composición, la presencia frecuente de objetos punzocortantes y la presencia eventual de cantidades menores de sustancias tóxicas, inflamables y radiactivas de baja intensidad.

Cabe destacar que el manejo deficiente de los desechos peligrosos de hospitales no sólo puede crear situaciones de riesgo que amenacen la salud de la población hospitalaria (personal y pacientes), sino también puede ser causa de situaciones de deterioro ambiental que trasciendan los límites del recinto hospitalario, generar molestias y pérdida de bienestar a la población aledaña al establecimiento y someter a riesgo la salud de aquellos sectores de la comunidad que, directa o indirectamente, lleguen a verse expuestos al contacto con material infeccioso o contaminado, cuando los desechos son trasladados fuera del hospital para su tratamiento o disposición final.

Los desechos peligrosos generados en instituciones de salud requieren de un manejo especial para evitar la transmisión de enfermedades por esa vía, para lo cual es necesario un orden de procedimientos y medios materiales en cada unidad de salud (Pérez Medina, 2000: página 1)

Los principales aspectos que conforman una técnica para el manejo de los desechos peligrosos procedentes de hospitales, fundamentalmente infecciosos con el fin de establecer prioridades para acciones preventivas sobre la base de los peligros que para la salud humana y el ambiente éstos representan.





Identificación de los desechos y de las áreas donde se generan. Es importante separar o seleccionar apropiadamente los desechos según la clasificación adoptada (se adoptó la sugerida por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, que permite una fácil identificación del tipo de desecho y del punto o lugar de su generación).

Con el objetivo de:

- a) Reducir los riesgos para la salud, impidiendo que los desechos infecciosos o especiales, que generalmente son fracciones pequeñas, contaminen los otros desechos generados en el hospital.
- b) Disminuir costos, ya que sólo se dará tratamiento especial a una fracción y no a todos los desechos generados.
- c) Reciclar directamente algunos desechos que no requieren tratamiento ni acondicionamiento previo.

Envasado de los desechos generados de acuerdo con sus características físicas y biológico-infecciosas. Se debe contar con recipientes apropiados para cada tipo de desecho. El tamaño, peso, color, forma y material deben garantizar una apropiada identificación, facilitar las operaciones de transporte y limpieza, ser herméticos para evitar exposiciones innecesarias, y estar integrados a las condiciones físicas y arquitectónicas del lugar. Estos recipientes se complementan con el uso de bolsas plásticas para efectuar un apropiado embalaje de los desechos. Los recipientes, las bolsas y los lugares donde éstos se ubican deben tener un código de colores e impresos visibles que indiquen el tipo de desechos que representan (rojo para los infecciosos, negro o blanco para los comunes y verde o amarillo para los especiales).

Recolección y transporte interno: Consiste en trasladar los desechos en forma segura y rápida desde las fuentes de generación hasta el lugar destinado para su almacenamiento temporal, para lo cual se debe seguir las recomendaciones técnicas siguientes:

- a) Se utilizarán carros de tracción manual diseñados de forma tal que asegure rapidez y silencio en la operación, hermeticidad, impermeabilidad y estabilidad con el fin de evitar accidentes.





- b) Se establecerán rutas y horarios de recolección, de forma diferenciada, es decir con rutas y horarios diferentes según el tipo de desecho.
- c) No se recomienda la utilización de sistemas de gravedad o mecánicos; así como tampoco la utilización de carros mecánicos.
- d) Los carros utilizados deben lavarse y desinfectarse al final de la operación.
- e) El personal que efectúe la recolección deberá usar un equipo mínimo de protección.

Almacenamiento temporal: Se llevará a cabo en un lugar apropiado donde se centralizará el acopio de los desechos en espera de ser transportados al lugar de tratamiento, reciclaje o disposición final y deberá reunir las características técnicas siguientes:

- a) Exclusividad: el lugar debe ser utilizado solamente para los desechos peligrosos hospitalarios y contar con letreros alusivos a su peligrosidad y bajo ningún concepto se deben almacenar otros materiales. Para los desechos infecciosos se utilizarán contenedores de color rojo y rotulado con el símbolo internacional de Riesgo Biológico. Este color no podrá utilizarse para otro tipo de desechos. Los patológicos humanos o de animales deberán conservarse a una temperatura no mayor de 4 °C y el período de almacenamiento podrá exceder las 24 h, a menos que ocurra putrefacción de éstos, sin exceder los 4 días en total.
- b) Seguridad: el lugar debe reunir condiciones físicas estructurales que impidan que la acción del clima ocasione daños o accidentes y que personas no autorizadas ingresen fácilmente en éste. El acceso al área sólo se permitirá al personal responsable de estas actividades.
- c) Higiene y saneamiento: el lugar debe contar con buena iluminación y ventilación, tener pisos y paredes lisas y pintadas con colores claros, poseer un sistema de abastecimiento de agua fría y caliente con una presión adecuada. Que permita llevar a cabo operaciones de limpieza rápidas y eficientes; así como contar con un sistema de desagüe apropiado.

Por último, este lugar debe estar ubicado preferentemente en zonas alejadas de las áreas de pacientes, visitas, cocina, comedor, instalaciones sanitarias, sitios de reunión, áreas de esparcimiento, oficinas, talleres y lavandería, y cerca de las





puertas de servicio del local, con el fin de facilitar las operaciones de transporte externo.

5. Recolección y transporte externo, se llevará a cabo con los desechos que cumplan con el envasado, embalado y etiquetado o rotulado descrito anteriormente. En esta etapa se tendrá en cuenta que:

- a) Los desechos peligrosos infecciosos no deberán ser compactados durante su recolección y transporte.
- b) Los vehículos recolectores deberán contar con sistemas de carga y descarga mecanizados.
- c) El vehículo se deberá utilizar únicamente para el transporte de este tipo de desechos y al concluirse la jornada deberá lavarse y desinfectarse.
- d) Estos desechos no deberán mezclarse con ningún otro tipo de desechos municipales o industriales.

6. Tratamiento: Generalmente se realiza fuera del centro de salud; sin embargo, algunos centros u hospitales por su complejidad y magnitud cuentan dentro de sus instalaciones con sistemas de tratamiento. En esta etapa debe tenerse en cuenta que:

- a) Los desechos infecciosos deberán ser tratados por métodos físicos o químicos (la incineración es el método de elección para este tipo de desecho, pueden utilizarse la esterilización y la desinfección química) que garanticen la eliminación de microorganismos patógenos. No se acepta que sean dispuestos sin tratamiento. La selección de una de las opciones requiere un estudio previo de acuerdo con las condiciones económico-ambientales del lugar. Las operaciones de tratamiento deben vigilarse constantemente a fin de evitar posible contaminación del ambiente y riesgos a la salud y serán efectuadas por personal especializado (Pérez Medina, 2000: página 9).
- b) Los desechos especiales, según sus características, deben ser sometidos a tratamientos específicos o acondicionados para ser dispuestos en rellenos de seguridad o confinamientos.





c) Los desechos comunes no requieren un tratamiento especial y pueden ser dispuestos junto con los desechos municipales. Dependiendo de la composición y características de sus elementos, pueden ser reciclados y comercializados (USEPA, 1986: EPA/530-SW-86-014).

Los hospitales y establecimientos que presten atención médica deberán presentar un plan de contingencia para enfrentar las situaciones de emergencia. Dicho plan debe contener las medidas necesarias que se deben tomar durante eventualidades y deben ser efectivas, de fácil y rápida ejecución. La comunidad hospitalaria en general, y principalmente el personal a cargo del manejo del sistema de limpieza, debe capacitarse para enfrentar la emergencia y tomar a tiempo las medidas previstas.

7. Disposición final: Se realiza fuera del centro de salud. Los desechos infecciosos peligrosos tratados mediante la incineración se eliminarán como desechos no peligrosos y los que hayan sido tratados con el método de esterilización deberán triturarse o someterse a un proceso que los haga no dañinos al medio y salud.

Los desechos químicos no peligrosos pueden ser dispuestos junto con los desechos comunes, pero es necesario tomar medidas especiales con los desechos químicos peligrosos. Siempre que sea factible y económico, los desechos químicos peligrosos deben ser reciclados. Cuando el reciclado es impracticable por razones económicas o técnicas, deben adoptarse métodos de disposición alternativos, tales como la incineración (Villena J., 1004: páginas 1-57).

2.4 Desechos Hospitalarios en México.

Según datos del Instituto Nacional de Ecología, correspondientes a 1998, la infraestructura hospitalaria en México es de 128 mil 620 camas, y cada una genera en promedio cuatro kilogramos de basura por día. Añadiendo a este volumen las estimaciones de clínicas no registradas, centros de investigación, pequeños consultorios y hasta veterinarias, el total de desechos hospitalarios en el país asciende a 752 toneladas diarias.

Parte de esos desechos hospitalarios son los llamados Residuos Peligrosos Biológico-Infecciosos (RPBI), es decir, los desechos generalmente obtenidos de la atención médica y que tienen la posibilidad de transmitir agentes biológicos que pudieran conllevar algún riesgo para quien se ponga en contacto con ellos. Sólo la educación del trabajador de la salud permitirá reducir el riesgo de contagio por





contacto con desechos hospitalarios potencialmente peligrosos, mismos que actualmente se encuentran regulados por la Norma Oficial Mexicana NOM-087-Ecol-1995, que próximamente podría ser reformada y flexibilizada.

Esta norma define al RPBI como "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". Asimismo, las autoridades sanitarias establecieron en la citada normatividad los requisitos y criterios de separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los RPBI.

La preocupación del manejo de los RPBI se incrementó sensiblemente con el advenimiento del virus de la inmunodeficiencia humana (sida), junto con el mayor conocimiento de los riesgos de contagio con los virus de la hepatitis B y C.

Los objetos punzocortantes son definitivamente de alta peligrosidad, en tanto que la sangre y sus productos, el plasma y otros derivados hepáticos deben manejarse de manera especial; tejidos de pacientes y cultivos biológicos son elementos que requieren de un manejo y confinamiento especial, no así otros elementos como los abatelenguas, los tapabocas, los gorros y, en algunos casos los guantes, la ropa de cama y quirófano (Norma Oficial Mexicana NOM-087-Ecol-1995).

En el quirófano.

Sobre los procedimientos que se siguen con los diferentes residuos biológicos generados durante la atención médica, durante la cirugía se obtiene mucho material por diferentes formas, como piezas patológicas, tejidos, sangre, etcétera. El tejido que se obtiene de una intervención quirúrgica puede tener dos destinos, el primero sería el área de patología, donde lo estudiarán para determinar la salud del mismo, y en ese caso se coloca en unos frascos especiales para llevarlo a análisis. En caso contrario, se le deposita en una bolsa especial que debe ir al contenedor de RPBI, mismo camino que seguirá una vez concluidos los estudios en patología.

La sangre puede ser retirada de varias formas: con una gasa o compresa si se trata de una cantidad reducida y si es una cantidad mayor se utiliza un aparato que succiona la sangre y la va depositando en un contenedor especial, que al final queda sellado para ser enviado al depósito de los RPBI. Todas las agujas, bisturís, gasas ensangrentadas y demás material quirúrgico desechable que haya entrado en





contacto con la sangre es depositado en contenedores especiales para ser llevado junto con el resto de los RPBI.

Los problemas de criterio empiezan cuando se debe decidir si se trata igual una gasa empapada de sangre que una con una gota de plasma. La gente que es muy rigurosa dice que todo aquel material que entre en contacto con la sangre, o que se sospeche que entró en contacto con ella, debe recibir el tratamiento de RPBI.

Muchos hospitales son muy estrictos y tiran todo en el depósito de RPBI para evitar cualquier riesgo, pero esa no es la finalidad. Sin embargo, en otros lugares tirarán todo en la basura común, lo que refleja la falta de educación en este sentido. Las clínicas periféricas, muchas de las cuales no sabemos a ciencia cierta a qué se dedican, no saben qué hacer con esa basura. Los que tienen miedo de que se les multe o reprenda seguirán en alguna medida la normatividad, pero la falta de educación y una errada aplicación de criterio es evidentemente el gran problema en el manejo de estos RPBI.

Los residuos y su legislación.

Contrariamente a lo que sucede en la naturaleza, en la cual no se generan desperdicios puesto que los residuos de un proceso biológico se aprovechan en otro, los seres humanos desarrollan actividades y procesos productivos ineficientes que consumen grandes cantidades de energía, agua o materias primas y producen grandes cantidades de residuos que se emiten al aire o al agua o se traen a la basura.

Usualmente, los residuos son considerados por los generadores como aspectos negativos y periféricos de sus actividades y como elemento carente de valor, por lo que se deshacen de ellos.

Los residuos varían según el tipo de actividades y formas de consumo que los generan, por lo que también pueden cambiar conforme evolucionan éstas. Así por ejemplo, en las áreas urbanas al transcurrir de los años se ha visto un cambio en la composición de la basura, de manera que los residuos orgánicos (Por ejemplo residuos de alimentos) se ha ido reduciendo en proporción con respecto al los de tipo inorgánico (por Ejemplo envases de cartón, aluminio, vidrio o plástico).





La proporción de uno u otro tipo de residuos varían en las diferentes ciudades del país, y aun en las diferentes comunidades de una misma ciudad, reflejando los hábitos de consumo.

Por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, o infecciosas, diversos tipos de residuos pueden constituir un peligro para la salud de quienes se exponen a ellos directa o indirectamente o para el ambiente en general.

La exposición directa ocurre cuando se entra en contacto con ellos durante sus etapas de manejo como recolección, almacenamiento, transporte, separación y disposición final. Por otro lado la exposición indirecta, puede ser el resultado de las emisiones de gases o de partículas suspendidas que contaminan el aire y afectan a las poblaciones vecinas a ellos, de los incendios o explosiones que pueden ocurrir, de la filtración de sustancias tóxicas en el suelo y su migración hacia los cuerpos de agua a los que contaminan.

Los residuos constituyen una pérdida económica para quienes lo generan; este es el caso de la industria o servicios en la que los insumos en lugar de convertirse en productos se transforman en desperdicios, así como de los consumidores que dejan de recibir los beneficios de los productos al descartarlos. También representan un gasto, sí se considera el costo que implica para el generador o para la sociedad el deshacerse de ellos (INE, 1999).

Los depósitos de basura ambientalmente inadecuados, además de ser peligrosos, deterioran el paisaje y desvalorizan las propiedades de las comunidades vecinas, trayendo consigo un impacto económico y social.

Gran parte de los materiales que se desechan encierran un valor económico y pueden ser revalorizados a través de actividades de reuso, de reciclado o de recuperación de materiales secundarios.

En cuanto a la materia orgánica ésta puede ser transformada en mejorador orgánico de suelos o en gas a través de sus procesos de descomposición.

Estas actividades las realizan, ya sea en grupos sociales informales o comunidades organizadas, o empresas privadas generando con ello ingresos y empleos.





En el caso de las industrias, lo que puede ser un desecho para uno puede ser un insumo para otra, razón por la cual se han creado Bolsas de Residuos en las cuales se pone en contacto a los generadores de residuos con quienes los pueden emplear como materia prima. También se da el caso de fomentar la creación de parques industriales en los que los dos tipos de empresas se encuentran cercanas abaratando el costo del transporte (y en su caso, disminuyendo los riesgos del mismo).

Tanto por los peligrosos que conlleva el manejo de los residuos, como por sus implicaciones económicas y sociales, se han establecido disposiciones legales (leyes, reglamentos y normas) y procedimientos administrativos (manifiestos, permisos, licencias y registros), que definen las condiciones y restricciones que aplican a las diversas fases del ciclo de vida (generación, recolección, almacenamiento, envasado y etiquetado, transporte, tratamiento y disposición final) de los residuos de acuerdo con que éstos sean residuos sólidos municipales o que sean residuos especiales o peligrosos.

En lo que se refiere a los residuos sólidos municipales, son los gobiernos estatales y municipales los responsables de elaborar los reglamentos en la materia y de emitir las autorizaciones correspondientes.

No obstante lo anterior, la Federación, a través de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semarnap) y del Instituto Nacional de Ecología (INE), puede promover acuerdos de coordinación y asesoría con los gobiernos estatales y municipales, para instrumentar y mejorar los sistemas de almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de éstos, incluyendo la elaboración de inventarios de los mismos y de sus fuentes generadoras. Asimismo, dichas instancias pueden elaborar la normatividad en la materia.

En lo que respecta a los residuos especiales y peligrosos, de acuerdo con la legislación ambiental vigente y a la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal es la Semarnap, a través de sus dos órganos desconcentrados, el INE y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), la responsable de su regulación y control.

Corresponde al INE elaborar la política y los ordenamientos legales para regular los residuos especiales y peligrosos, así como emitir las autorizaciones al respecto, con el apoyo de las delegaciones de la Semarnap. Por otro lado la





PROFEPA y sus delegaciones, vigilan el cumplimiento de la legislación ambiental sobre dichos residuos.

2.5 Manejo de los residuos del Tratamiento de las Aguas Residuales

Los residuos generados por las aguas residuales son de dos tipos basura y lodos activados, La basura se elimina por métodos convencionales como lo son tiraderos municipales, fosas sépticas e incineración.

El lodo activado se extiende sobre lechos de arena para que se seque al aire libre. La absorción por la arena y la evaporación son los principales procesos responsables de la desecación. El secado al aire libre requiere de un clima seco y relativamente calido para su buen funcionamiento, el lodo desecado se usa sobre todo como acondicionador del suelo y en ocasiones se utiliza como fertilizante, debido a que contiene un 2% de nitrógeno y un 1% de fósforo (López Ruiz, 2000).

Pero en el caso de los hospitales solo se cuenta con químicos y materia orgánica que contiene el agua por lo que es muy importante su tratamiento y la no contaminación al medio ambiente pues estos al contener material peligroso por su naturaleza biológica puede generar malestar en la población aledaña a los centros hospitalarios o a la flora y fauna con la que estos desechos puedan tener contacto.

Como anteriormente se había mencionado los residuos provenientes de operaciones en quirófano van a contenedores especiales los cuales tienen un manejo especial, pero otros desechos como el de los baños utilizados por los mismos pacientes internados y postoperados también pueden contener sustancias como sangre, bacterias, virus, etc. Por lo que deben tener un tratamiento antes de ser desalojados a la tubería municipal, caso al cual se refiere esta tesis.

2.6 Residuos sólidos municipales.

Se consideran como residuos sólidos municipales, los que provienen de las actividades que se desarrollan en las casas-habitación, sitios de servicios privados y públicos, establecimientos comerciales, así como los generadores en la industria, salvo los que provienen de sus procesos de producción que pueden tener propiedades que los hagan peligrosos.

La política sobre residuos sólidos municipales contempla aspectos generales, ambientales y sociales. Los primeros se refieren a la organización eficiente y eficaz





de los sistemas de aseo urbano. Los segundos, a la protección al ambiente en general y en particular a los acuíferos y cuerpos de agua superficiales mediante la correcta selección del sitio donde se dispongan dichos residuos.

En lo social, se busca incorporar tanto a los grupos informales que se dedican a la separación de basura para recuperar materiales reciclables, como a las comunidades interesadas en la selección de tales materiales, a través de la instalación de plantas que permitan la obtención de ingresos y beneficios directos.

En su Artículo 5, fracción XII la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEPA), establece que: la regulación del manejo y disposición final de los residuos sólidos que no sean peligrosos conformen a esta ley y sus disposiciones reglamentarias son materia de competencia de las entidades federativas y municipios.

Esta ley faculta a la Semarnat - INE, a emitir las normas oficiales mexicanas (NOM's) a través de las cuales se regulan el funcionamiento de los sistemas de almacenamiento, recolección, transporte, reuso, y disposición final de los residuos sólidos municipales que operen los gobiernos estatales y municipales. En 1995 se publicaron seis NOM's para el manejo de estos residuos (las cuales se transformaron en Normas Mexicanas - voluntaristas la publicación en 1992 de la Ley Federal de Metrología y Normalización) y están en proceso tres anteproyectos de NOM's

2.7 Residuos peligrosos

De acuerdo con la legislación ambiental, los residuos peligrosos son aquellos residuos que en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas explosivas, inflamables, biológicas-infecciosas, representan un peligro para la salud o el ambiente.

Conforme al reglamento en materia de residuos peligrosos generación de residuos peligrosos, es la acción de producir dichos residuos. Quienes pretenden realizar obras o actividades públicas o privadas en las que pueden generarse residuos peligrosos, deben contar con la autorización del INE, inscribirse en el registro respectivo.

El manejo, el conjunto de operaciones que incluyen almacenamiento, recolección, transporte, reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final





de los residuos peligrosos. Todas estas actividades requieren de autorización del Instituto Nacional de Ecología.

La política nacional de residuos peligrosos acuerda importancia prioritaria a la reducción de su generación y peligrosidad en la fuente, en particular, mediante la opción de procesos productivos más limpios. Por otro lado la segunda prioridad es su reuso, reciclado y recuperación y la última su tratamiento y disposición final, todo ello, de manera ambientalmente adecuada.

Este esquema de prioridades tiene un horizonte de largo plazo, a fin de permitir crear la infraestructura de tratamiento y acondicionamiento para los residuos peligrosos que se encuentran almacenados y los que se generan en el transcurso de la incorporación de procesos de producción más limpios.

Esto en virtud de la necesidad de atraer inversiones para la creación de esa infraestructura y la de reciclado y recuperación, asegurando el flujo de residuos que se requieren, durante el tiempo necesario para recuperar las inversiones.

La política en la materia enfatiza la importancia de la valoración de los residuos susceptibles de reciclado o recuperación, como una oportunidad para crear redes comerciales, fuentes de negocios y empleo. Al mismo tiempo, busca contar con la sociedad como realidad para lograr el manejo ambientalmente seguro de los residuos, creando las instalaciones requeridas para ello, y evitando el rechazo de las comunidades con base en su participación informada en la planeación de la ubicación de la misma (INE, 1999: www.ine.gob.mx).





Lo que sabemos es una gota de agua,
lo que ignoramos es el océano.

Isaac Newton





Capítulo 3

De los Residuos Hospitalarios y el Tratamiento de Aguas Residuales.

3.1 Historia Nacional de Manejo de Desechos Hospitalarios

Los Desechos sólidos hospitalarios (dsh) son cualquier material generado en una instalación de salud a partir del momento en que se haya descartado. E instalación de salud es el nombre dado a cualquier establecimiento público o privado donde se preste atención a la salud humana o animal en prevención, tratamiento, análisis o investigación: hospitales propiamente dichos, centros y puestos de salud, laboratorios de análisis, clínicas odontológicas, clínicas veterinarias, bancos de sangre, farmacias y otros.

Los dsh contienen materiales que, al igual que los desechos domésticos y otros, pueden tener repercusiones en el ambiente y la salud de las personas, pero, además, poseen la particularidad de incluir material peligroso que, dentro de las instalaciones, podrían afectar directamente la salud del personal que los genera y manipula y la de los pacientes y visitantes; y fuera de las instalaciones de salud representan riesgo sanitario para los recuperadores y para las personas de las comunidades cercanas a los vertederos. Entre los peligros que estos desechos significan para la salud están la transmisión de enfermedades infectocontagiosas como las causadas por el virus de hepatitis B y el de inmunodeficiencia humana, la generación de infecciones bacterianas por gérmenes intrahospitalarios con alto potencial de resistencia a antimicrobianos y los derivados de los efectos secundarios de fármacos vencidos. Lo anterior ocurriría por la exposición directa de los trabajadores que los generan, manipulan y transportan, por la disposición final indiferenciada con desechos domésticos en áreas de acceso a las actividades de recuperación, y también por la potencial comercialización de éstos cuando han sido recuperados.

Se ha iniciado una fase de elaboración de propuestas de manejo de los desechos desde la generación hasta la disposición final, identificando y definiendo todos los procesos involucrados en la gestión operativa, diseñando material didáctico, estimando los requerimientos de recursos humanos y materiales necesarios, así como elaborando una estrategia de capacitación y concienciación en cascada.





En la actualidad se cuenta con normas de manejo institucionales y programas específicos en cada instalación sanitaria, adaptados a las particularidades de cada instalación y basados en los fundamentos diseñados, así como en las pautas internacionales para tal fin.

Respecto del diagnóstico de situación realizado en las capitales centroamericanas en 1994, éste evidenció que el manejo era inadecuado en todo el proceso, en el que existía mezcla de todos los desechos sin importar tipo ni peligrosidad. Solo el 10 por ciento de los centros de salud usaban contenedores especiales para punzocortantes, no se disponía de bolsas plásticas en los basureros o éstas eran reutilizadas y los restos de alimentos no se diferenciaban según origen. También se observó que en algunos casos los desechos radioactivos no cumplían con las especificaciones internacionales, como la de restricción de acceso al área de decaimiento, que los líquidos eran vertidos sin tratamiento ni precaución y que los depósitos temporales eran inadecuados, algunas veces a la intemperie, con acceso de recuperadores y depredadores como aves de rapiña, o que estaban mal diseñados e inadecuadamente ubicados. En algunos casos el tratamiento final consistía en la incineración a cielo abierto en el mismo sitio del depósito temporal (Rivero Serrano, 2000: Capítulos 2 y 3).

Para homogeneizar y estructurar los lineamientos generales se procedió a adoptar la clasificación de desechos según las orientaciones de la Organización Mundial de la Salud, haciendo referencia a los símbolos que los identifican así como a los contenedores específicos para cada desecho. También se definieron los procedimientos de segregación, acumulación, transporte interno con rutas y horarios ideales, procedimientos para reducir la peligrosidad, diseño y correcta utilización del depósito temporal o centro de acopio, así como las pautas de transporte externo en relación con los requisitos que debe cumplir el medio de transporte y el personal a cargo del mismo, frecuencia de transporte, rutas y horarios, estableciéndose además los requerimientos ideales para la disposición final en el vertedero o relleno sanitario.

Los desechos que produce toda institución de salud se han de categorizar así:
Desechos comunes: generados principalmente por las actividades administrativas, auxiliares y generales, cuya peligrosidad es similar a la de los desechos domésticos e incluyen: papelería, envases, alimentos no expuestos a pacientes, contenedores de diversos materiales (cajas de cartón y otros).





Desechos sólidos hospitalarios peligrosos: todos los residuos que puedan afectar la salud humana, animal o al ambiente; son diferenciados en clases: bioinfecciosos, químicos y radioactivos.

Desechos especiales: no incluidos en las categorías anteriores y que por sus características como gran tamaño o difícil manipulación requieren un manejo diferente. En general, corresponden a desechos provenientes de construcción, maquinaria obsoleta, fármacos vencidos que no califican como peligrosos y contenedores presurizados.

El manejo adecuado de los residuos sólidos hospitalarios presenta diversos impactos ambientales negativos que se evidencian en diferentes etapas como la segregación, el almacenamiento, el tratamiento, la recolección, el transporte y la disposición final. Las consecuencias de estos impactos no sólo afectan a la salud humana sino también a la atmósfera, el suelo y las aguas superficiales y subterráneas. A todo esto se suma el deterioro del paisaje natural y de los centros urbanos. Debido a que tradicionalmente la prioridad de la institución ha sido la atención al paciente, por mucho tiempo se ha restado importancia a los problemas ambientales, creando en muchos casos un círculo vicioso de enfermedades derivadas del manejo inadecuado de los residuos.

La cantidad y las características de los desechos generados en los establecimientos de atención de salud varían según la función de los servicios proporcionados.

MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD. En el desempeño de las actividades asistenciales, es primordial tener en cuenta los siguientes principios básicos de Bioseguridad. Todo trabajador de salud debe cumplir con las siguientes precauciones:

ADECUADO USO DEL UNIFORME HOSPITALARIO:

- El personal deberá contar con uniforme acordes con la actividad que realiza, que permita desplazamientos y movimientos de extensión y flexión, mantenerse limpio y ajuste perfecto que favorezca la presentación persona.
- El uniforme de servicio será de uso exclusivo intrahospitalario no se empleara en la calle o transporte público, con el objeto de evitar ser portador de gérmenes.

LAVADO DE MANOS: El factor más importante en la propagación de muchos patógenos nosocomiales es la contaminación por las manos del personal hospitalario





de estos se deduce que es fundamental el lavado de manos para prevenir la infección cruzada.

ACCESORIOS DE PROTECCION: Están diseñados para prevenir la propagación de infecciones que se puedan transmitir, tanto por contacto o por el aire, los cuales son: Guantes, Mascarilla, Anteojos y Vestimenta Especial.

AISLAMIENTO, precauciones generales:

Precauciones con la sangre y otros líquidos orgánicos

Tratar todos los productos sanguíneos y líquidos orgánicos como si fueran infecciosos.

- Lavarse las manos antes y después del contacto con el paciente y en caso de contaminación con sangre y líquidos orgánicos.
- Precauciones con las inyecciones y perforaciones de la piel
- Los objetos agudos deben ser considerados como potencialmente infectantes, han de ser manejados con extraordinarias precauciones, siempre con guantes, para prevenir lesiones accidentales y deben de ser situados en envases resistentes a la punción de uso exclusivo.
- Utilizar agujas y jeringas desechables y que no deben de ser cubiertas o encapuchadas con sus fundas una vez utilizadas.

MEDIDAS EN CASO DE ACCIDENTES: accidentes con material de paciente con diagnostico desconocido:

- Todo paciente y material en contacto con sangre o fluidos, deben de ser considerables como potencialmente infectados.
- En caso de sufrir lesión accidental con elementos punzocortantes potencialmente infectados, realizar un lavado minucioso con agua y jabón. Inmediatamente presionar los bordes de la herida para favorecer la salida de sangre por la misma, etc.

ACCIDENTES CON MATERIALES DE PACIENTES CON SIDA. El Virus de Inmunodeficiencia Humana (VIH) se puede transmitir en los establecimientos de salud a través de sangre, fluidos o materiales contaminados. Puede ocurrir de: Paciente a paciente, de paciente a trabajador de salud y de trabajador a pacientes. Medidas a tomar en caso de accidentes con material sospechoso de contener el virus de VIH.





- Después de producido un accidente con material potencialmente contaminado, se debe lavar la zona afectada con agua y jabón, favoreciendo el sangrado de la lesión si es necesario, se cubrirá la herida con un apósito.
- Se informara inmediatamente al médico de turno, quien debe de examinar la herida y determinar el tipo y gravedad (punción, lactancia superficial o profunda, contaminada de la piel o mucosa no intacta) y hasta que punto pudo contaminarse con la sangre.
- Medidas a tomar en caso de infección por VIH. Para las personas infectadas por VIH o con cuadro de SIDA, no es necesario indicar precauciones como aislamiento en habitaciones privadas, ni normas de admisión especiales.

TRATAMIENTO DE MATERIALES E INSUMOS CONTAMINADOS. Las practicas de limpieza, desinfección y esterilización son esenciales para cualquier programa de control y prevención de infecciones.

LIMPIEZA, Procedimientos de lavado de material:

DESINFECCION.

- Métodos Químicos: Desinfección de alto nivel y Desinfección de nivel intermedio.
- Métodos No Químicos: Irradiación, Radiación Ultravioleta, Pasteurización y Hervido.

ESTERILIZACION.

- Esterilizador por medios físicos: Tipos de Esterilizador a vapor y Esterilizador al calor seco.
- Métodos Químicos: Químicos-Líquidos, Químico-Gas y Químicos-Plasma.

MANEJO DE SUSTANCIAS QUIMICAS. La asimilación de sustancias por el cuerpo humano puede ocurrir a través de los pulmones, el aparato digestivo, la piel y las mucosas.

MATERIAL BIOLÓGICO, cuidados generales:

- Todas las muestras deben de ser tratadas como altamente infecciosas para evitar posible contagio.
- El personal que transporta las muestras, debe de utilizar guantes de plástico y conocer los procedimientos de descontaminación y desinfección.





DEPOSITO Y TRANSPORTE.

- Todas las muestras de sangre y fluidos corporales deben ser colocadas en recipientes seguros en buen estado y con tapa de cierre hermético.
- La persona que toma la muestra debe de tener especial cuidado de no contaminar la parte externa del recipiente.

CUIDADO DEL PERSONAL.

- Se debe de utilizar protección facial (tapa boca, mascarilla plástica) así se prevé un contacto posible de la membrana de la mucosa, con sangre o fluidos corporales.
- Nunca pipetear muestras, fluidos infecciosos o tóxicos con la boca, etc.

CUIDADOS Y LIMPIEZA DEL MATERIAL Y AREA.

- Las zonas de trabajo deben de desinfectarse después de producirse un derrame de sangre o fluido corporal, y al terminar las labores.
- Todo el material empleado en la realización de las pruebas donde se trabaje con especímenes clínicos, debe de esterilizarse por autoclave u otro método apropiado antes de ser utilizado, desplazado o eliminado, de acuerdo a las facilidades.

SANGRE Y HEMODERIVADOS.

- La sangre colectada, debe ser considerada como potencial infecciosa.
- Para tomar muestras de sangre se deben de utilizar jeringas y agujas descartables o sistemas de tubos al vacío.
- La toma de muestras de sangre, fluidos corporales u otros, debe de realizarse siempre con guantes.

SANGRE Y HEMODERIVADOS PARA TRANSFUSION.

- Se debe de tener mucho cuidado en la manipulación de las unidades de sangre. Retirar la aguja contaminada con la sangre del paciente, y colocarla en el recipiente de material contaminado.
- El Banco de Sangre se debe tener especial cuidado al atender a donantes más aún si se trata de sangría terapéutica o transfusión autóloga.

SEGURIDAD EN AREAS ESPECÍFICAS.

LABORATORIO. A continuación se señalan recomendaciones importantes sobre seguridad en el trabajo de laboratorio:





- El personal de laboratorio debe de pasar por previa evaluación médica completa que debe de comprender una historia clínica detallada al momento de su incorporación a la institución.
- Colocar a la señal internacional de riesgo biológico en las puertas de los locales donde se manipulen microorganismos.

SERVICIO DE LAVANDERIA. Uno de los problemas más importantes planteados por el uso y manipulación de la ropa hospitalaria se refiere a los riesgos de infección hospitalaria, por ello, estas recomendaciones básicas tienen como objetivos: Evitar errores en los procedimientos de desinfección y disminuir riesgos a los pacientes.

FASES DEL LAVADO DE ROPA

- Recogida-Selección.
- Transporte.
- Tratamiento en la lavandería.

VENTILACION DE AMBIENTES HOSPITALARIOS. La ventilación o renovación del aire constituye el elemento básico de control; y reducción de la contaminación bacteriológica del aire, única acción verdaderamente eficaz. Estos diversos sistemas de ventilación con menor o mayor grado de complejidad que, estarán indicados según las diferentes zonas del hospital, siendo las principales:

- Ventilación.
- Climatización convencional.
- Ventilación con aire estéril.
- Sistemas de flujo laminar.

ESTANDARES DE OCUPACION (m²)

- Las habitaciones de pacientes de tipo individual deberán tener un área mínima de 15 m².
- El área indicada incluirá un baño simple (lavatorio, inodoro y ducha).
- La altura del cuarto o distancia libre entre piso y techo tendrá como mínimo 2.4 m², para garantizar un mínimo de 30 m³ de aire al paciente.

RED DE AGUA Y DESAGUE.

ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE. Toda unidad de servicios de salud debe contar necesariamente de aprovisionamiento de agua potable en cantidad, presión y puntos de agua adecuados a la necesidad del servicio.





ELIMINACIÓN CORRECTA DE DESECHOS. En los hospitales y establecimientos de salud, los desechos son de dos tipos:

- Desechos Contaminados.
- Desechos no Contaminados.

EXCRETAS Y SECRECIONES

- Usar guantes gruesos para la manipulación y transporte.
- Desinfectar con solución de hipoclorito de calcio o de sodio.
- Lavar con agua potable (clorada) el fregadero, sumidero o inodoro utilizado.

RESIDUOS SÓLIDOS

- Separar los desechos orgánicos de los inorgánicos.
- Recolectar en envases diferentes los desechos orgánicos e inorgánicos.
- Almacenar los desechos en un lugar adecuado (aislado y protegido).
- Recomendaciones Técnicas: Que se deben seguir para el acondicionamiento de los residuos sólidos. Se deben implementar y cumplir: a) Uso de recipientes, b) Uso de Bolsas, c) Uso de otros embalajes y d) Uso de colores y símbolos.

DESECHOS PELIGROSOS/INFECCIOSOS, Estos desechos deben eliminarse cuidadosamente:

- Usando guantes gruesos.
- En caso de no contar con incinerador, el enterramiento debe hacerse en un rango de 2.00 a 1.00 m de profundidad, en un lugar en donde no exista agua subterránea o esta se encuentre a más de 20 m, etc.

TRATAMIENTO DE DESECHOS INFECCIOSOS. Entre las tecnologías disponibles para el tratamiento de residuos infecciosos se puede mencionar: a) Incineración, Autoclave y Trituración/Desinfección Química.

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN SERVICIOS DE SALUD.

FASES DEL TRATAMIENTO. Los tratamientos de las aguas residuales son divididos en varias fases: tratamiento preliminar, primario, terciario y adicional para atender determinado objetivo.





TRATAMIENTO DE DESINFECCION. Una desinfección causa una destrucción selectiva de los organismos causadores de esto es una diferencia de esterilización, que destruye completamente los organismos.

- Agentes Químicos.
- Agentes Físicos. Radiación.
- Cloración.
- Ozono.

DESINFECCION DE EFLUENTES DE TRATAMIENTO SECUNDARIO Y Terciario UTILIZANDO ULTRA-VIOLETA. La utilización de radiaciones ultra violetas para la reducción de microorganismos (usualmente para concentraciones menores que 200 coliformes por 100 ml), son perjudiciales al cuerpo receptor.

- Efluentes líquidos en unidades de servicios de salud.

Organización de Manejo de Desechos Hospitalarios (Pérez Medina, 2000: Capítulo. 5,6).

3.2 Métodos convencionales de depuración de aguas residuales.

Se incluyen aquí los métodos tradicionales de depuración cuya base de funcionamiento son también los procesos naturales de depuración pero bajo una concepción distinta; son sistemas intensivos, tienen bajos requerimientos de espacio pero precisan aporte de energía para el proceso y necesitan de control preciso. Son procesos de poca inercia, por lo que cualquier problema se manifiesta de forma inmediata en los resultados. Se caracterizan por: requieren mano de obra especializada, tienen altos costos de explotación, baja integración en el medio rural, obtiene buenos resultados en depuración y se adaptan media-baja a reutilización. En éste grupo pueden citarse: procesos físico-químicos y fangos activos incluyendo el tratamiento convencional de fangos (SEMARNAT, 2005: www.semarnat.gob.mx).

En los cuadros siguientes se resumen los diferentes sistemas usados para eliminar los contaminantes más importantes de las aguas residuales y la eficacia de diferentes procesos en la reducción de algunos de los parámetros más significativos.





Cuadro n° 3.0
 Sistemas de tratamiento usados para eliminar la mayoría de los contaminantes presentes en el agua residual.

CONTAMINANTES	SISTEMA DE TRATAMIENTO
Sólidos en suspensión	Sedimentación Desbaste Filtración Flotación Adición de polímeros o reactivos químicos Coagulación-sedimentación Sistemas de tratamiento por evacuación al terreno
Materia Orgánica biodegradable	Fangos activados Película fija: Filtros percoladores Película fija: discos biológicos Variaciones del lagunaje Filtración intermitente en arena Sistemas de tratamiento por evacuación al terreno Sistemas físico-químicos
Patógenos	Cloración Hipocloración Ozonización Sistemas de tratamiento por evacuación al terreno
Nitrógeno	Variaciones de sistemas de cultivo suspendido (nitrificación-Desnitrificación) Variaciones de sistemas de película fija (nitrificación-denitrificación) Arrastre de amoníaco (stripping) Intercambio de iones Sistemas de tratamiento por evacuación al terreno





Fósforo	Adición de sales metálicas Coagulación y sedimentación con sal Eliminación biológica de fósforo Sistemas de tratamiento por evacuación al terreno
Materia orgánica refractaria	Absorción en carbón Ozonización terciaria Sistemas de tratamiento por evacuación al terreno
Metales pesados	Precipitación química Intercambio de iones Sistema de tratamiento por evacuación al terreno
Sólidos inorgánicos disueltos	Intercambio de iones Osmosis inversa Electrodialisis

Fuente: SEMARNAT

Cuadro nº 3.1.

Intervalos de reducción de DBO₅, SS y coliformes tras la adopción de diferentes procesos de depuración.

TRATAMIENTO	% REDUCCIÓN		
	DBO ₅	SS	coliformes
Sólo cloración	15-30	-	90-95
Tratamiento previo	15-30	15-30	10-25
Decantación primaria	25-40 35	50-70 65	25-75 25-35
Efluente 1º + cloración	-	-	99
Fosas sépticas – tanques Imhoff	17-60	37-85	10-90





Físico - químico (fluoración)	70-80 50-75	80-90 70-85 65-90	80-90 40-60 99
Fangos activos (aireación prolongada)	75-95 85-99 96	83-99	90
Fangos activos (convencional)	85-95 75-90	85-92	90-98 90
Lechos bacterianos	80-90 60-95	70-92 52-90	90-95 80-90 90-99
Efluente 2º + cloración	-	-	98-99
Lagunas aerobias	80-95 60-96 70-90	70-90	99-99,99
Lagunas facultativas	80-95 60-95 90	50-90	99-99,99
Lagunas anaerobias	50-86 50-60 90	60-80	99-99,99
Lechos de turba	60-85 85-90	85-90 90	99,5
Biodiscos	70-97 85	75-97	85
Filtro verde (irrigación)	90-99 99	95-98 98 99-100	95-98 98 99-100





Filtro verde (escorrentía)	92-96	95	99,5
Infiltración - percolación	80-99 85-98	95	95

Fuente: Metcal - Eddy

3.3 La Reutilización de Aguas Residuales

Llamamos recuperación de las aguas residuales al tratamiento o proceso que sufren las aguas residuales para poder ser reutilizadas, y reutilización directa del agua al aprovechamiento de las aguas residuales tratadas con fines beneficiosos. Además, la reutilización directa de las aguas residuales requiere la existencia de tuberías u otros medios de conducción para la distribución del agua recuperada. La reutilización indirecta, a través del vertido de afluentes residuales en un agua receptora, para su asimilación y retirada aguas abajo, se considera como importante pero no constituye un sistema de reutilización directa y planificada de las aguas. Al contrario de lo que ocurre con la reutilización directa del agua, el reciclado del agua normalmente supone un sólo uso o usuario y sus efluentes se recogen y son devueltos para el mismo plan de utilización.

En las últimas décadas, el interés por el aprovechamiento de las aguas residuales urbanas que han recibido tratamientos avanzados de depuración ha ido en aumento. La convicción de que estas aguas deben ser aprovechadas y no desperdiciadas, junto con la escasez creciente de aguas y los problemas de protección medio ambiental, crean un entorno realista para considerar la reutilización de las aguas residuales en muchas áreas del mundo que se enfrentan a la escasez del agua, como los países ribereños del Mediterráneo, los del Oriente Medio, Estados Unidos, México y Centroamérica, entre otras, el uso de aguas residuales recuperadas es una práctica habitual que en los últimos años han tenido un incremento notable. Incluso, en zonas con abundancia de precipitaciones, como Japón o Florida, las aguas residuales se están reutilizando, en servicios higiénicos, sobre todo cuando las fuentes de agua se encuentran lejos y el transporte es caro o cuando existen demandas competitivas de otras regiones o usos. Entre los diversos destinos que pueden darse a las aguas reutilizadas, mediante actuaciones debidamente planificadas, destacan las aplicaciones a riego agrícola o de jardines, el abastecimiento para servicios higiénicos mediante sistemas dobles de distribución, el uso con fines estéticos o medioambientales y el uso para fines industriales.





La reutilización del agua es un elemento del desarrollo y la gestión de los recursos hídricos que proporciona opciones innovadoras y alternativas para la agricultura, el abastecimiento municipal y la industria. Los esfuerzos que se han dedicado en muchos países para controlar la contaminación del agua han conseguido poner a nuestra disposición aguas residuales tratadas que pueden suponer un mayor ahorro para el suministro actual existente si se compara con el desarrollo de nuevos recursos hídricos cada vez más caros y ecológicamente destructivos. Sin embargo, la reutilización del agua es tan sólo una de las alternativas a la planificación que ha de hacer frente a las necesidades futuras de recursos hídricos. La conservación del agua, su reciclado, la gestión y el uso eficaces de los suministros de agua existentes, y el nuevo desarrollo de recursos hídricos basado en la gestión de las cuencas, constituyen ejemplos de otras alternativas.

La reutilización del agua requiere un estudio profundo de planificación de la infraestructura y de los recursos, el emplazamiento de la planta de tratamiento de las aguas residuales, la fiabilidad del tratamiento, el análisis económico y financiero, y una gestión del uso del agua que suponga una integración del agua recuperada con otro tipo de agua no recuperada. Hoy día, existen tratamientos técnicamente probados o procesos de purificación capaces de suministrar agua de casi cualquier calidad que se desee. Así, la reutilización de las aguas residuales tiene su propio lugar y desempeña un papel importante a la hora de hacer una óptima planificación y una gestión y un uso más eficientes de los recursos hídricos en muchas áreas del mundo.

Las posibilidades de reutilización de las aguas residuales tratadas son numerosas y variadas dependiendo del nivel de tratamiento a que se sometan, lo que determinará la calidad del efluente conseguido, destacando como destino más frecuente, en la mayoría de los proyectos, el riego agrícola.

3.4 El aprovechamiento en riego agrícola y sus limitaciones.

La aplicación de las aguas residuales a terrenos agrícolas para riego, aprovechando su valor fertilizante, o para su eliminación evitando la contaminación de ríos, es una práctica realizada desde la antigüedad por griegos y romanos y habitual en China, Inglaterra o Alemania durante los siglos XVI, XVII, XIX y principios del siglo XX. A lo largo de este siglo la reutilización para la aplicación en riego de las aguas residuales, ha adquirido un nuevo auge como sistema alternativo de





depuración, como mecanismo eficaz para regular los recursos hídricos en zonas muy deficitarias y para crear barreras hidráulicas contra la intrusión marina.

La agricultura en áreas áridas y semiáridas depende casi absolutamente del riego, y la demanda de agua para riego representa un porcentaje que supera en muchos casos el 80% de la demanda total de agua. La elevada demanda de agua para riego unida al hecho de que este uso ha pasado a ocupar el tercer lugar en la prioridades de satisfacción de demanda, después del suministro urbano y el uso ecológico, convierte el aprovechamiento de las aguas residuales para riego en la agricultura constituye una alternativa especialmente adecuada de reutilización. No obstante, ésta sólo será óptima si se cuenta con las condiciones y conocimientos necesarios para garantizar tanto la conservación de la fertilidad del suelo (características orgánicas, minerales e hidrogeológicas) como la obtención de productos que respondan a las calidades higiénicas y sanitarias exigibles según su destino, para lo cual es necesario que el aprovechamiento de aguas residuales se realice de modo controlado (SEMARNAT, 2005).

Los elementos presentes en las aguas residuales, que pueden limitar su uso en riego, son los siguientes:

- Sólidos en suspensión: Su acumulación da lugar a depósitos de lodos que generan condiciones anaeróbicas en el suelo, pudiendo, además, provocar obturación en sistemas de riego localizados.
- Materia orgánica biodegradable: Las proteínas, carbohidratos y grasas generan unas necesidades de oxígeno disuelto, medidas como DBO_5 ó DQO (Demanda bioquímica y química de oxígeno), cuya no satisfacción da lugar al desarrollo de condiciones sépticas.
- Patógenos: La presencia de virus (enterovirus, adenovirus, rotavirus), bacterias (coliformes, etc.), protozoos o helmintos de origen humano y su posible transmisión a través de los productos cultivados puede ser origen de diversas enfermedades.
- Nutrientes: Los nutrientes como nitrógeno, fósforo ó potasio esenciales para el desarrollo vegetal, enriquecen las aguas para riego, pero una carga excesiva puede provocar efectos nocivos para el terreno y/o las aguas subterráneas.
- Materia orgánica no biodegradable: Determinados productos tóxicos no degradables por los sistemas de tratamientos, tales como fenoles, pesticidas y órganoclorados, pueden limitar el uso en riego.
- PH: El pH del agua afecta la solubilidad de los metales y pueden alterar el equilibrio del suelo.





- Metales pesados: Los vertidos industriales, sobre todo, pueden aportar al agua metales como cadmio, mercurio, cinc y otros, cuya presencia reduce la aplicabilidad para riego de las aguas residuales por sus efectos tóxicos para los cultivos y la salud.
- Conductividad eléctrica: Una excesiva salinidad derivada de la presencia de iones Na, Ca, Mg, Cl, ó B, puede producir daños a los cultivos y provocar problemas de permeabilidad en el suelo.
- Cloro residual: Concentraciones de radicales de cloro libre mayor que 0,5 mg/l, limitan la aplicación del agua a cultivos sensibles.

El conocimiento de todos estos parámetros nos permitirá adecuar el tratamiento a que deben someterse las aguas residuales para reutilizarlas en riego, en función del tipo de cultivo a que se apliquen.

3.5 Reutilización y Salud Pública.

La reutilización de aguas residuales exige la adopción de medidas de protección de la salud pública. En todo proceso de recuperación y reutilización de aguas residuales, existe algún riesgo de exposición humana a los agentes infecciosos. El tratamiento de las aguas residuales para fines de reutilización tiene como enfoque principal la reducción considerable de los microorganismos patógenos, sean de origen bacteriano, viral, de protozoos o helmintos, además de la eliminación de malos olores u otras sustancias que pudiesen tener un efecto negativo en la práctica de la reutilización como los sólidos en suspensión que obstruyen los aspersores o las boquillas para el riego por goteo. Por ello es preciso prestar una atención especial a los requisitos de calidad general de las aguas residuales y a las medidas de seguridad.

Para proteger la salud pública, se han realizado considerables esfuerzos en orden a establecer unas condiciones y normas que permitan el uso seguro de las aguas residuales recuperadas. Aunque no exista ninguna serie estándar uniforme, se ha podido disponer de normas internacionales, nacionales y estatales sobre las aguas residuales (O.M.S., 1989; U.S. EPA, 1992; California, 1978). Estas normas atienden a criterios de tipo sanitario y no tienen en cuenta la tecnología del tratamiento, la forma de aplicación del agua ni el efecto potencial del agua recuperada sobre las cosechas o el suelo.

Otras medidas de seguridad para las aplicaciones no potables de la reutilización del agua pueden incluir la instalación de sistemas separados de





almacenamiento y distribución del agua potable; el uso de etiquetas codificadas por colores para distinguir las instalaciones de tuberías de agua potable y no potable; dispositivos para la prevención del reflujo y de la interconexión; el uso periódico de tintes trazadores para detectar la posible contaminación cruzada en las vías de suministro potables ó el riego en horas de bajo consumo para minimizar todavía más el riesgo potencial por el contacto humano.

La Contaminación del Agua

Los principales contaminantes del agua son los siguientes:

- Agentes infecciosos.

Nutrientes vegetales que pueden estimular el crecimiento de las plantas acuáticas. Éstas, a su vez, interfieren con los usos a los que se destina el agua y, al descomponerse, agotan el oxígeno disuelto y producen olores desagradables.

- Productos químicos.

Incluyendo los pesticidas, diversos productos industriales, las sustancias tensioactivas contenidas en los detergentes, y los productos de la descomposición de

- otros compuestos orgánicos.

Petróleo, especialmente el procedente de los vertidos accidentales.

- Minerales inorgánicos y compuestos químicos.

Sedimentos formados por partículas del suelo y minerales arrastrados por las tormentas y escorrentías desde las tierras de cultivo, los suelos sin protección, las explotaciones mineras, las carreteras y los derribos urbanos.

- Sustancias radiactivas procedentes de los residuos producidos por la minería y el refinado del uranio y el torio, las centrales nucleares y el uso industrial, médico y científico de materiales radiactivos.

El calor también puede ser considerado un contaminante cuando el vertido del agua empleada para la refrigeración de las fábricas y las centrales energéticas hace subir la temperatura del agua de la que se abastecen.





Efectos de la contaminación del agua.

Los efectos de la contaminación del agua incluyen los que afectan a la salud humana. La presencia de nitratos (sales del ácido nítrico) en el agua potable puede producir una enfermedad infantil que en ocasiones es mortal.

El cadmio presente en los fertilizantes derivados del cieno o lodo puede ser absorbido por las cosechas; de ser ingerido en cantidad suficiente, el metal puede producir un trastorno diarreico agudo, así como lesiones en el hígado y los riñones. Hace tiempo que se conoce o se sospecha de la peligrosidad de sustancias inorgánicas, como el mercurio, el arsénico y el plomo.

Los lagos son especialmente vulnerables a la contaminación. Hay un problema, la eutrofización, que se produce cuando el agua se enriquece de modo artificial con nutrientes, lo que produce un crecimiento anormal de las plantas. Los fertilizantes químicos arrastrados por el agua desde los campos de cultivo pueden ser los responsables. El proceso de eutrofización puede ocasionar problemas estéticos, como mal sabor y olor, y un cúmulo de algas o verdín desagradable a la vista, así como un crecimiento denso de las plantas con raíces, el agotamiento del oxígeno en las aguas más profundas y la acumulación de sedimentos en el fondo de los lagos, así como otros cambios químicos, tales como la precipitación del carbonato de calcio en las aguas duras. Otro problema cada vez más preocupante es la lluvia ácida, que ha dejado muchos lagos del norte y el este de Europa y del noreste de Norteamérica totalmente desprovistos de vida.

3.6 Fuentes y Control.

Las principales fuentes de contaminación acuática pueden clasificarse como urbanas, industriales y agrícolas:

La contaminación urbana está formada por las aguas residuales de los hogares y los establecimientos comerciales. Durante muchos años, el principal objetivo de la eliminación de residuos urbanos fue tan sólo reducir su contenido en materias que demandan oxígeno, sólidos en suspensión, compuestos inorgánicos disueltos (en especial compuestos de fósforo y nitrógeno) y bacterias dañinas. En los últimos años, por el contrario, se ha hecho más hincapié en mejorar los medios de eliminación de los residuos sólidos producidos por los procesos de depuración. Los principales métodos de tratamiento de las aguas residuales urbanas tienen tres fases: el tratamiento primario, que incluye la eliminación de arenillas, la filtración, el





molido, la floculación (agregación de los sólidos) y la sedimentación; el tratamiento secundario, que implica la oxidación de la materia orgánica disuelta por medio de lodo biológicamente activo, que seguidamente es filtrado; y el tratamiento terciario, en el que se emplean métodos biológicos avanzados para la eliminación del nitrógeno, y métodos físicos y químicos, tales como la filtración granular y la adsorción por carbono activado. La manipulación y eliminación de los residuos sólidos representa entre un 25 y un 50% del capital y los costes operativos de una planta depuradora.

Las características de las aguas residuales industriales pueden diferir mucho tanto dentro como entre las empresas. El impacto de los vertidos industriales depende no sólo de sus características comunes, como la demanda bioquímica de oxígeno, sino también de su contenido en sustancias orgánicas e inorgánicas específicas. Hay tres opciones (que no son mutuamente excluyentes) para controlar los vertidos industriales. El control puede tener lugar allí donde se generan dentro de la planta; las aguas pueden tratarse previamente y descargarse en el sistema de depuración urbana; o pueden depurarse por completo en la planta y ser reutilizadas o vertidas sin más en corrientes o masas de agua.

La agricultura, la ganadería comercial y las granjas avícolas, son la fuente de muchos contaminantes orgánicos e inorgánicos de las aguas superficiales y subterráneas. Estos contaminantes incluyen tanto sedimentos procedentes de la erosión de las tierras de cultivo como compuestos de fósforo y nitrógeno que, en parte, proceden de los residuos animales y los fertilizantes comerciales. Los residuos animales tienen un alto contenido en nitrógeno, fósforo y materia consumidora de oxígeno, y a menudo albergan organismos patógenos. Los residuos de los criaderos industriales se eliminan en tierra por contención, por lo que el principal peligro que representan es el de la filtración y las escorrentías. Las medidas de control pueden incluir el uso de depósitos de sedimentación para líquidos, el tratamiento biológico limitado en lagunas aeróbicas o anaeróbicas, y toda una serie de métodos adicionales.

Las aguas residuales.

La infiltración se produce cuando se sitúan conductos de alcantarillado por debajo del nivel freático o cuando el agua de lluvia se filtra hasta el nivel de la tubería. Esto no es deseable, ya que impone una mayor carga de trabajo al tendido general y a la planta depuradora. La cantidad de agua de lluvia que habrá que drenar





dependerá de la pluviosidad así como de las escorrentías o rendimiento de la cuenca de drenaje.

Un área metropolitana estándar vierte un volumen de aguas residuales entre el 60 y el 80% de sus requerimientos diarios totales, y el resto se usa para lavar coches y regar jardines, así como en procesos como el enlatado y embotellado de alimentos.

Composición de las Aguas Residuales

La composición de las aguas residuales se analiza con diversas mediciones físicas, químicas y biológicas. Las mediciones más comunes incluyen la determinación del contenido en sólidos, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5), la demanda química de oxígeno (DQO) y el pH.

Los residuos sólidos comprenden los sólidos disueltos y en suspensión. Los sólidos disueltos son productos capaces de atravesar un papel de filtro, y los suspendidos los que no pueden hacerlo. Los sólidos en suspensión se dividen a su vez en depositables y no depositables, dependiendo del número de miligramos de sólido que se depositan a partir de 1 litro de agua residual en una hora. Todos estos sólidos pueden dividirse en volátiles y fijos, siendo los volátiles, por lo general, productos orgánicos y los fijos materia inorgánica o mineral (Microsoft Encarta 2000).

DBO (demanda biológica de oxígeno): cantidad de oxígeno requerida por los organismos descomponedores aeróbicos para descomponer la materia orgánica disuelta o en suspensión.

La concentración de materia orgánica se mide con los análisis DBO_5 y DQO. La DBO_5 es la cantidad de oxígeno empleado por los microorganismos a lo largo de un periodo de cinco días para descomponer la materia orgánica de las aguas residuales a una temperatura de 20 °C. De modo similar, la DQO es la cantidad de oxígeno necesario para oxidar la materia orgánica por medio de dicromato en una solución ácida y convertirla en dióxido de carbono y agua. El valor de la DQO es siempre superior al de la DBO_5 porque muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse químicamente, pero no biológicamente. La DBO_5 suele emplearse para comprobar la carga orgánica de las aguas residuales municipales e industriales biodegradables, sin tratar y tratadas. La DQO se usa para comprobar la carga orgánica de aguas residuales que, o no son biodegradables o contienen compuestos que inhiben la actividad de los microorganismos. El pH mide la acidez de una





muestra de aguas residuales. Los valores típicos para los residuos sólidos presentes en el agua y la DBO₅ del agua residual doméstica aparecen en la tabla adjunta. El contenido típico en materia orgánica de estas aguas es un 50% de carbohidratos, un 40% de proteínas y un 10% de grasas; y entre 6,5 y 8,0, el pH puede variar (Microsoft Encarta 2000).

Tipos de sólidos	Sólidos (mg/l)			DBO ₅ DQO	
	Fijos	Volátiles	Total	mg/l	mg/l
Suspendidos	70	175	245	110	108
Precipitables	45	100	145	50	42
No precipitables	25	75	100	60	66
Disueltos	210	210	420	30	42
Total	280	385	665	140	150

Fuente: Microsoft® Encarta® 2000

No es fácil caracterizar la composición de los residuos industriales con arreglo a un rango típico de valores dado según el proceso de fabricación. La concentración de un residuo industrial se pone de manifiesto enunciando el número de personas, o equivalente de población (PE), necesario para producir la misma cantidad de residuos. Este valor acostumbra a expresarse en términos de DBO₅. Para la determinación del PE se emplea un valor medio de 0,077 kg, en 5 días, a 20 °C de DBO por persona y día. El equivalente de población de un matadero, por ejemplo, oscilará entre 5 y 25 PE por animal.

La composición de las infiltraciones depende de la naturaleza de las aguas subterráneas que penetran en la canalización. El agua de lluvia residual contiene concentraciones significativas de bacterias, elementos traza, petróleo y productos químicos orgánicos.

Oxígeno disuelto: Indica la "salud" del agua. Un río sano supera los 8 mg por litro y los peces mueren cuando hay menos de 4,5. en donde se pueden detectar microorganismos que no consumen oxígeno y que suelen metabolizar el sulfuro de hidrógeno, causante del típico olor a huevo podrido.

Bacterias coliformes: su hábitat natural es el intestino humano y su presencia en el río indica contaminación cloacal. Para que el agua sea potable no debe tener más de 2/100 ml (dos bacterias cada 100 mililitros) y para que un río sea factible de potabilizar no puede superar los 5.000/ml En el riachuelo fluctúan entre 2.400.000 y





7.900.000 ml. Este último índice tomado en puente La Noria señalaría una mayor descarga de desechos cloacales.

3.7 Residuos Peligrosos en el Ambiente y su Efecto en la Salud Humana.

La importancia de manejar adecuadamente los Residuos Peligrosos (RP) se deriva de la necesidad de controlar sus efectos adversos para la salud humana y los ecosistemas. Desafortunadamente, estas implicaciones no fueron tomadas en consideración sino hasta muy recientemente.

En el aspecto de salud, en los últimos años se han acumulado evidencias sobre los efectos adversos para la salud humana debidos a la exposición a químicos tóxicos, contaminación de aguas superficiales y subterráneas y contaminación atmosférica por volatilización y quema; es decir, por el mal manejo de los residuos peligrosos.

Los problemas ambientales y de salud pública que acarrea su disposición final inadecuada son de tal magnitud que puede decirse que constituye uno de los desafíos más importantes que enfrenta la sociedad moderna.

En términos de salud, es importante mencionar la definición de RP que propone la Agencia de Protección Ambiental Estadounidense.

Un residuo sólido o una combinación de residuos, los cuales, debido a su cantidad, concentración, características físicas, químicas o infecciosas son capaces de: causar o contribuir significativamente a incrementar la mortalidad o las enfermedades crónicas o representar un peligro significativo o potencial para la salud humana o el ambiente cuando se tratan, almacenan, transportan o eliminan inadecuadamente.

En contraste con la definición adoptada por nuestro país, en esta el aspecto central es la salud humana. Las etapas de interacción de los RP con el organismo humano son las siguientes:

- **Exposición:** se considera que un individuo está expuesto cuando el RP se encuentra en la vecindad inmediata de las vías de ingreso al organismo: respiratoria (inhalación); tegumentaria (absorción a través de la piel y las mucosas) y gastrointestinal (ingestión).





- **Absorción:** consiste en el paso del RP a través de las membranas biológicas correspondientes a la circulación sistémica. En la sangre las sustancias que la componen se solubilizan en el plasma y/o se unen a las proteínas plasmicas o a los glóbulos rojos.
- **Eliminación:** ocurre ya sea por la excreción urinaria y/o intestinal y por biotransmisión. En términos globales, el metabolismo tiende a generar sustancias menos activas y fácilmente excretables.
- **Acumulación:** de acuerdo con las características fisicoquímicas del residuo, puede llegar a fijarse en ciertos tejidos y acumularse en ellos e incrementar con las macromoléculas celulares.

En el caso de exposición a RP, deben de considerarse: la atmósfera, suelo, agua y alimentos, para estimar la exposición personal, se puede medir la dosis potencial, la dosis sanguínea y las dosis en el órgano blanco. Que es la biológicamente efectiva – fracción del contaminante o de su(s) metabolito(s) en el sitio de acción, que en donde se producirán efectos sobre la salud. La dosis sanguínea generalmente se mide a través del monitoreo biológico – exámenes y pruebas de laboratorio. Este monitoreo tiene limitantes cuando hablamos de evaluar la exposición a RP: una de ellas es como manejar las mezclas de residuos cuyos efectos pueden antagonizarse o potenciarse; la otra es la viabilidad biológica normal del hombre; y, por ultimo, este tipo de monitoreo generalmente indica exposiciones recientes (Villena J., 1994).

3.8 Consideraciones Generales sobre Riesgos de Exposición a Residuos Peligrosos.

Cuando los gobiernos ponen en marcha programas de control ambiental, surge la necesidad de identificar cuales son los contaminantes de mayor prioridad. Las prioridades pueden ser tomadas desde diversos puntos de vista, ya sean económicos, políticos o ambos.

Los criterios que se utilizan para establecer la normatividad en la protección de la calidad del aire, agua potable y aguas residuales; exposición a radiaciones; incineradores municipales; eliminación de desechos sólidos; análisis cuantitativos de fugas y pruebas de nuevos productos químicos entre otros.





El proceso de evaluación de riesgos fue establecido para utilizar los conocimientos disponibles como base para predecir el impacto de la exposición a xenobióticos sobre la salud humana.

Algunos críticos culpan a este proceso como un factor que ha retrasado la limpieza del ambiente, así como el haber ocasionado un enorme aumento en los costos. Es posible que la limpieza de contaminantes químicos pueda solucionarse en ocasiones mediante el transporte de químicos de un lado a otro, solamente con un cierto retraso en la eliminación de los mismos (Villena J., 1994).

Caracterización del Riesgo.

Combina la evaluación de la exposición con la de la toxicidad, lo que produce una expresión cuantitativa del riesgo al humano asociado a un determinado sitio.

Cuando se menciona la necesidad de clasificar los residuos peligrosos tomando en cuenta el daño que pueden ocasionar en el ser humano, es necesario recordar las posibles rutas de exposición a estos agentes. Las más comunes en el ser humano son: aérea, oral, contacto con la piel o mucosas y penetración, de acuerdo con el medio en el que se encuentra el Residuo Peligroso.

Rutas Posibles de Exposición a través de Distintos Medios.

medio	Rutas de Exposición.
Agua Subterránea Superficial	Ingestión directa. Contacto dérmico y/o reacción. Contacto ocular y/o reacción Inhalación secundaria debido a usos domésticos.
Suelo	Ingestión directa principalmente por niños de 9 meses a 5 años de edad. Absorción dérmica. Contacto ocular y/o reacción. Inhalación de sustancias volatilizadas en el suelo. Inhalación de polvo arrastrado. Ingestión de contaminantes inhalados; capturados por macrófagos pulmonares barridos por las células mucociliares hacia el tracto intestinal.





<p>Aire Intramuros Extramuros</p>	<p>Inhalación. Diseminación de contaminantes inhalados capturado por los macrófagos pulmonares.</p>
<p>Alimentos</p>	<p>Ingestión de plantas, animales o productos contaminados, secundaria a la ingesta de agua contaminada. Ingestión de plantas, animales o productos contaminados, secundaria a la ingesta de tierra, polvo o aire contaminados. Ingestión de plantas, animales o productos contaminados secundaria a la inhalación, evaporación, transpiración de aire contaminado. Contacto dérmico con y/o reacción a plantas, animales y productos contaminados; contacto ocular y/o reacción.</p>
<p>Medios Diversos Lodos, Sedimentos, etc.</p>	<p>Ingestión directa. Contacto dérmico; contacto ocular y/o reacciones. Inhalación secundaria a la volatilización o arrastre de medios diversos. Ingestión de plantas, animales y productos contaminados; ingestión secundaria al contacto con medios contaminados (exposición a residuos de materiales de construcción.</p>

Fuente: SEMARNAT

Riesgos Prioritarios para la Salud por Residuos Peligrosos, anomalías congénitas. Trastornos para la salud:

- cáncer (sitios específicos).
- alteraciones inmunológicas.
- trastornos renales.
- trastornos hepáticos.
- enfermedades respiratorias y pulmonares.
- trastornos neurotóxicos (Rivero Serrano, 2000: Capítulos 2 y 3).

Categorías Sometidas a Control.

Corrientes de desechos:

- Desechos clínicos resultantes de la atención médica prestada en hospitales, centros médicos y clínicas para la salud humana y animal.





- Desechos resultantes de la producción y preparación de productos farmacéuticos.
- Desechos de medicamentos y productos farmacéuticos para la salud humana y animal.
- Desechos resultantes de la producción, la fabricación y utilización de biocidas y productos fitosanitarios.
- Desechos resultantes de la fabricación, preparación y utilización de productos químicos para la preservación de la madera.
- Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de disolventes orgánicos.
- Desechos que contengan cianuros, resultantes del tratamiento térmico y las operaciones de templeaje.
- Desechos de aceites minerales no aptos para el uso a que estaban destinados.
- Mezclas y emulsiones de desecho de aceite y agua o de hidrocarburos y agua.
- Sustancias y artículos de desecho que contengan o no estén contaminados por bifelinos (PCB), trifenilos policlorados (PCT) o bifenilos plibromados (PBB)
- Residuos alquitranados resultantes de la refinación, destilación o cualquier otro tratamiento pirolítico.
- Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices.
- Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de resinas, látex, plastificantes o colas y adhesivos.
- Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación, desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el ambiente no se conozcan.
- Desechos de carácter explosivo que no estén sometidos a una legislación diferente.
- Desechos resultantes del tratamiento de superficies de metales y plásticos.
- Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales (Mabel Carrara, 2002: Anexo 1 página 18,19).





Si la tierra tuviera sólo unos pocos centímetros de diámetro y flotara unos pocos centímetros sobre el suelo en cualquier lugar, acudiría gente de toda partes a admirarla. Darían vueltas a su alrededor, maravillándose de sus grandes estanques de agua, de los pequeños y de las corrientes que fluyen entre ellos. La gente se maravillaría de sus prominencias y oquedades, de la finísima capa de gas que la rodea y del agua suspendida en el gas. La gente se maravillaría de todos los seres que andan por la superficie de la esfera y de los animales acuáticos. La gente la declararía sagrada por ser única y la protegería para que nadie le hiciera daño. La esfera sería la mayor maravilla conocida y la gente acudiría a rezarle, a ser curados por ella, a adquirir conocimiento, a admirar su belleza, preguntándose como sería posible. La gente la amaría y la defendería con su vida, porque sabrían de algún modo que su vida no sería nada sin ella. Si la tierra sólo tuviera unos pocos centímetros de diámetro.

Joe Miller





Capítulo 4

Planteamiento del Problema en la Comunidad de Uruapan Michoacán.

4.1 Planteamiento del Problema

La presente tesis es un estudio sobre las acciones hechas en la ciudad de Uruapan Michoacán, específicamente en los principales hospitales que se encuentran dentro de la mencionada ciudad. Se consideró este tema por el poco conocimiento dentro del estudio de la Ingeniería Ambiental en la ciudad y su posible afectación tanto al sistema de drenaje de la ciudad, así como al río Cupatitzio que cruza por Uruapan.

En esta tesis se estudió los diferentes tipos de tratamiento de aguas residuales de los principales hospitales de la ciudad y los casos en los que no contaban con dichos sistemas, proponemos el mas adecuado para sus necesidades; además se hizo mención sobre el posible daño al medio ambiente circundante, así como también a las normas a las que se deben someter para un buen manejo de los sistemas de tratamiento, los cuales deben ser estudiados por el Ingeniero Civil al momento de diseñar y ejecutar estos tipos de obras.

Actualmente el tema ambiental en México es de gran preocupación debido a que los altos índices de contaminantes tanto en el aire, como en el agua, hacen que la Ingeniería sea un factor clave para el manejo adecuado de los residuos producto de procesos de manufactura, de residuos sólidos municipales, peligrosos y de origen orgánico, a los cuales se hace mención en este trabajo. Se pretendió además ampliar un poco en el conocimiento de este campo de acción para el Ingeniero Civil actual en dónde se requiere de profesionales en la materia de Ingeniería Ambiental como en la Ingeniería Civil que puedan manejar estos temas de acuerdo a las reglamentaciones actuales para un mejor control de estos desechos y la conservación del medio ambiente que es fundamental para el desarrollo del ser humano.

De las soluciones que se le han dado a este tema en la ciudad han sido el del control de dichos desechos por métodos tanto físicos como el de lagunaje para la depuración de las aguas, así como el de métodos químicos también para su depuración; los resultados que se pretendieron alcanzar con esta tesis son el de





conocer si las medidas tomadas hasta ahora han sido las adecuadas, o si estas se están volviendo ineficientes o no cumplen con lo establecido con la ley.

De acuerdo a lo anterior, buscamos dar respuestas a preguntas como: ¿Cuáles son los tipos de tratamiento de aguas residuales que contengan materia peligrosa para la salud humana?, ¿Cómo funcionan estos sistemas?, ¿A que leyes se tienen que apegar estos sistemas de tratamiento?, ¿Cómo se desechan estos residuos al ambiente?, ¿Son suficientes las acciones tomadas hasta ahora para su manejo adecuado?, ¿Cuáles son las deficiencias que se tienen y cual es su posible solución?, entre otras incógnitas que pudiese tener cualquier ciudadano o ingeniero al que le interese este tema.

4.2 Objetivos de la Investigación.

Objetivo General:

Verificar que los sistemas de tratamiento de agua residual en los principales centros hospitalarios de la Ciudad de Uruapan Michoacán sean los adecuados y cumplan con la normatividad propuesta por las leyes mexicanas, descritas en esta tesis, en materia de salud, medio ambiente y manejo de residuos peligrosos, todo lo cual es necesario para el cuidado del medio ambiente de la ciudad, evitando con esto su deterioro mediante la aplicación de las leyes correspondientes.

Objetivos Específicos:

- Dar a conocer que existen distintos tipos de aguas residuales y que su composición también es diferente, y sus requerimientos para los distintos tipos de manejo, así como también de depuración.
- Determinar los daños al medio ambiente por un mal manejo de estos residuos.
- Dar a conocer las medidas tomadas en los centros hospitalarios de la ciudad para el desecho adecuado de sus residuos y en caso de que no cuenten con estos proponer un sistema adecuado de acuerdo a sus necesidades para que no se sigan arrojando libremente al sistema de drenaje.
- Conocer las Normas Oficiales Mexicanas a que están sujetos estos residuos para su depósito en sistemas de drenaje o disposición en la naturaleza.
- Brindar un resumen de los sistemas utilizados en materia de depuración de aguas en la Ciudad de Uruapan Michoacán, además de dar resultados de la



investigación donde se pueda observar si estos sistemas cumplen con lo establecido por la ley o la deficiencia de dichos sistemas, así como lo necesario para que todo quede dentro del marco establecido por las leyes mexicanas.

4.3 Localización de la Ciudad de Uruapan Michoacán.

La ciudad de Uruapan, cabecera del municipio del mismo nombre en el estado de Michoacán, se ubica a 120 km en la dirección suroeste de la ciudad de Morelia, capital del estado; tiene coordenadas 102° 04' de longitud oeste y 19° 25' de latitud norte.

Se estudiara los principales centros hospitalarios dentro de la población para conocer si estos cuentan con la normatividad para el manejo de sus aguas residuales. La extensión total de la población en de 3 540. 40 ha. Uruapan se asienta en la margen izquierda del río Cupatitzio; habiéndose extendido hacia la margen derecha prácticamente hasta la tenencia de Jicalán, al norte las nuevas colonias han poblado los cerros de la Cruz y la Charanda, y hacia el sur se han conurbado con la tenencia de Zumpimito.

Uno de los rangos mas sobresalientes en la ciudad es el Parque Nacional donde aforan múltiples manantiales (algunos aprovechados para abastecer a la población), que da forma al río Cupatitzio. El cual cruza al poniente de la ciudad en dirección norte – sur, en general la topografía es muy accidentada, siendo características las fuertes pendientes en las calles del centro histórico de la ciudad, así como las barrancas, canales y lomas que se tienen en la mancha urbana y que en conjunto da forma a la ciudad (Rendón Pérez, 2003: Capítulo 2).

Las características morfológicas en el área de la ciudad de Uruapan están dadas por los rangos de las subprovincias neovolcanicas Tarascas y Escarpa Litiforme del sur en las que se encuentra situada la ciudad a la cual servirá para hacer este estudio.

4.4 Recursos Hidráulicos y Clima.

En la zona de Uruapan tiene una situación privilegiada con respecto a la disponibilidad de agua aprovechable ya que en el norte de la localidad brotan una serie de manantiales que dan origen al río Cupatitzio. Y cuyo caudal no sólo es suficiente para el abastecimiento de agua para el consumo de la población, sino





adicionalmente se tiene un excedente considerable con el cual se riega una gran diversidad de productos agrícolas sobre todo huertas de aguacate, también industrias locales y se aprovecha también para la generación de energía hidroeléctrica (Rendón Pérez, 2003: Capítulo 3).

4.5 Servicios de Agua Potable en la Comunidad.

En la ciudad de Uruapan se tiene gran abundancia de agua ya que en los márgenes del río afloran una serie de manantiales que se han captado para el abastecimiento de agua en la localidad como anteriormente se había mencionado, anteriormente no se necesitaba del uso de tanques de regulación, pues se podía extraer de estos manantiales el gasto máximo horario que requería la población, sin embargo, en épocas recientes las captaciones existentes han disminuido los niveles de los manantiales y las tuberías de conducción que anteriormente trabajaban a tubo lleno actualmente y en algunos casos funcionan a la mitad de su capacidad.

Si a lo anterior se le suma el crecimiento en la demanda de agua potable ha generado problemas en su abastecimiento.

4.6 Historia de los Hospitales.

Un hospital es una compleja institución con una plantilla médica y de enfermería organizada, y con instalaciones permanentes, que ofrece gran variedad de servicios médicos, incluyendo cirugía, para quienes requieran un tratamiento u observación más intensivos. También incluye instalaciones para atender las urgencias, a los recién nacidos y lactantes, así como diversas consultas ambulatorias y el llamado "hospital de día", donde se realizan curas y atenciones sin hospitalización permanente del paciente.

Origen.

Ciertos historiadores afirman que ya en el año 4000 a.C. los templos de los antiguos dioses fueron utilizados como casa de refugio para los enfermos e inválidos, y como escuelas de aprendizaje para los médicos. Más tarde, los templos de Esculapio (Asclepio), el dios griego de la medicina, fueron utilizados con el mismo propósito. Los documentos históricos también demuestran que ya en la India en el siglo III a.C. bajo el dominio budista existían hospitales. Su número creció en los primeros siglos de la era cristiana. En el siglo IV d.C. se fundaron hospitales en Cesárea y en Roma.





El florecimiento de las órdenes monacales dio lugar también a la creación de hospitales, que junto con los hospicios y escuelas, funcionaron como parte integral de los monasterios. Bajo la dirección de la iglesia Católica Romana se fundaron hospitales en otros lugares, como el Hôtel Dieu en París, que se inició bajo la dirección de St Landry, obispo de París desde el año 650 hasta alrededor del 656. Durante las cruzadas, la misión principal de las órdenes religiosas era cuidar de los enfermos y estas órdenes construyeron un gran número de hospitales, especialmente en la zona del Mediterráneo. La más famosa fue la orden de los Caballeros de San Juan de Jerusalén. Durante toda la edad media, el renacimiento, e incluso después, los hospitales fueron dirigidos casi en su totalidad por comunidades religiosas (IES SUEL, consultado en 2005: <http://iessuel.org/salud/hospi.htm>).

Durante el siglo XVIII, se crearon los primeros hospitales municipales dirigidos por autoridades civiles, en especial en Inglaterra. En muchas partes ciertos pequeños hospitales privados fueron regentados por religiosos y por médicos particulares, pero hasta muy tarde no se fundó el primer hospital público. A partir de la mitad del siglo XIX, el número de hospitales creció mucho, debido sobre todo al descubrimiento de la anestesia y de las técnicas quirúrgicas asépticas. Durante el siglo XX la demanda de hospitales ha aumentado a la par que el progreso.

Los primeros hospitales agrupaban a todos los pacientes en una única sala, con independencia de su enfermedad. Excepciones notables eran los asilos mentales, los centros de cuarentena y los sanatorios para tuberculosos que se establecieron a finales del siglo XIX. Aunque los avances en los tratamientos han hecho que la mayoría de estas instituciones especiales sean innecesarias, han aparecido otras dedicadas a tratar ciertos tipos de pacientes o enfermedades. Gracias a las ventajas que aportan las técnicas y los equipos especializados, hay hospitales independientes para las mujeres y los niños y para el tratamiento de enfermedades oculares y trastornos como el cáncer. Este tipo de hospitales suelen estar asociados a instituciones dedicadas a la investigación y la enseñanza. Los hospitales generales modernos pueden consistir en un centro médico urbano con un millar o más camas, del que dependen varios hospitales especializados; o puede ser un hospital con 10 a 20 camas al servicio de una comunidad de unas pocas miles de personas, con medicina general, cirugía y maternidad.

Durante el siglo XX el cuidado de pacientes crónicos e inválidos incurables ha sido llevado a cabo en su mayor parte en hogares de acogida. Los hospitales se centran en la atención de pacientes con enfermedades y lesiones agudas y en





servicios ambulatorios. Un hospital general moderno, incluso de tamaño mediano, es una institución compleja. Además de las funciones propiamente médicas, el hospital debe proporcionar también a sus pacientes y personal alojamiento, alimento y otros servicios. Una zona importante del edificio del hospital se debe reservar a la sala de calderas, lavandería, cocina, cafeterías, ropa y almacén. Los servicios médicos requieren espacio para laboratorios, rayos X y otros equipos de diagnóstico, farmacia, sala de urgencias, quirófanos, salas de partos, laboratorio de anatomía patológica, controles de enfermería, depósito de cadáveres y salas para diversos tipos de tratamientos como fisioterapia y terapia ocupacional. El alojamiento de los pacientes consiste en salas, habitaciones semiprivadas (dos a seis camas) y habitaciones privadas, salas de aislamiento, salas de recién nacidos y salas especiales para prematuros, salas para enfermos y salas de espera. La administración del hospital debe contar con oficinas y archivos. Muchos hospitales grandes incluyen escuela de enfermería que requiere la asignación de aulas y laboratorios para los estudiantes (IES SUEL, consultado en 2005: <http://iessuel.org/salud/hospi.htm>).

4.7 Historia de los Hospitales en México.

Los hospitales aparecen en América apenas se inicia en ella la obra de España. Pues bien al ocurrir la conquista y poco después la colonización de América, empiezan a presentarse circunstancias muy semejantes, ante un pueblo nuevo, pues la peste apareció en América al igual que en Europa como uno de los peores azotes.

Las enfermedades del viejo continente, sumadas a las del nuevo, dieron resultados sumamente trágicos. Las nuevas formas de trabajo, la miseria de los nativos y el abuso de gran parte de los conquistadores, fueron factores que conjugados causaron la enfermedad y la muerte a millares de personas. La cosa se agravaba más por la falta de albergues definitivos, tanto para los emigrantes españoles, como para los indígenas desplazados de sus primitivos centros de habitación, por la destrucción de sus pueblos o por el traslado forzoso a nuevos centros de trabajo. Las gentes morían en los caminos, en las calles o en las chozas, sin recibir auxilios.

Es así como nació la necesidad de espacios para el tratamiento de estas personas que eran la mano de obra en ese tiempo así como para los colonizadores que podían contagiarse con alguna nueva enfermedad, también se atendieron a personas que requerían de algún tipo de cirugía, práctica que en ese tiempo era muy





rudimentaria por la falta tanto de higiene como de material de curación (Muriel Josefina, 1990: páginas 33 a 35).

Cuando se requería de esta práctica, se recurría al agua corriente como método de limpieza de heridas la cual era simplemente desechada a la calle sin ningún tipo de consideración razón por la cual las epidemias se esparcían mas rápido entre los habitantes de poblaciones de la época de la colonia, también se desechaban sin cuidado alguno tanto materiales de curación como productos orgánicos de desecho pues sino hasta mucho tiempo después que existieron los primeros sistemas de drenaje en las comunidades o la utilización de fosas sépticas para el deposito de estas sustancias peligrosas para la salud publica.

En la actualidad debido al gran número de habitantes en una población se requiere del saneamiento de sus aguas residuales para no afectar al medio ambiente además de no ocasionar problemas de salud por lo que nuevas regulaciones se tienen que tomar en cuenta para el desecho de estos residuos.

En la Ciudad de Uruapan Michoacán se pretende realizar el estudio sobre el tratamiento de aguas residuales en los principales hospitales de la ciudad para conocer un poco mas sobre las regulaciones que se tienen que seguir además de saber si se cuenta con procesos de tratamiento para esta clase de desechos líquidos que si no son tratados se pueden tener problemas como los que ya se tienen: contaminación en algunos puntos del río Cupatitzio, Malos Olores y sobre todo daño al medio ambiente circundante.

Recordemos que el principal atractivo turístico de la ciudad es el Parque Nacional "Barranca del Cupatitzio" donde nace el río con el mismo nombre, río abajo se puede apreciar que las colonias asentadas a sus márgenes desechan sus aguas residuales directamente al río y no a tubería de drenaje municipal ya sea por que no existe tubería aun o por la facilidad para desalojar sus desechos, también existe la posibilidad de que algunos hospitales desechen sus aguas sin ningún tratamiento al drenaje de la ciudad, el cual llega hasta la planta de tratamiento de aguas residuales de "Santa Rosa".





Mucha gente piensa que se nos avecina un desastre ecológico. Por todas partes, se pregonan estadísticas horripilantes; el proceso parece imparable. Y la destrucción no reconoce fronteras. Se todo eso y, sin embargo, no acabo realmente de entenderlo. Yo me levanto con la idea sencilla de que mi día empezará de forma distinta, si por la mañana, luce el sol y puedo contemplar un árbol exultante de fortaleza. El día me sonrío y de pronto siento como si yo estuviera devolviendo esa sonrisa.

Arpád Göncz





Capítulo 5

Reglamentación de las Aguas Residuales según las Normas Oficiales Mexicanas.

5.1 Legislación de los Residuos Peligrosos en México.

En México el Código Sanitario de los Estados Unidos Mexicanos del año 1955, ya contemplaba el problema de la contaminación de las agua se indicaba acciones para proteger la Salud de los habitantes de nuestro país.

Posteriormente, la Secretaria de Salubridad y Asistencia logró en 1972 que se promulgara la Ley Federal para prevenir y controlar la contaminación; basado en esta Ley se expidió el “Reglamento para prevenir y controlar la contaminación de las aguas, el que actualmente sigue vigente con algunas modificaciones, como parte de la actual Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, que junto con la Ley de Aguas Nacionales son las que actualmente rigen la política Ambiental.

En nuestro país, la Normatividad tiene su origen en nuestra Carta Magna, la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la que en sus artículos 4º. (Protección de la salud), 27 (propiedad, cuidado y conservación de las aguas y recursos naturales) y 73, fracc. XVI (Consejo de Salubridad General) norma la política ambiental a seguir para proteger la salud y el ambiente; además en su Artículo 115 da la responsabilidad a los Municipios de manejo de las aguas residuales en las poblaciones, ya que según los juristas, las aguas que maneja el municipio (agua potable en los sistemas y las aguas residuales en el alcantarillado) son las únicas que no son de jurisdicción Federal.

De los anteriores Artículos de la Constitución se deriva la Ley Federal de Aguas Nacionales que por ser propiedad de la nación y las Leyes Generales en lo que respecta a la salud y al ambiente, donde además de la federación, participan los Estados y los Municipios.

De las leyes se derivan los Reglamentos, así tenemos el Reglamento de las Aguas Nacionales; el Reglamento para Prevenir y Controlar la Contaminación de las Aguas donde se establecen las características de los cuerpos de agua y el Reglamento de la Ley General de Salud en Relación a Productos, Establecimientos y Servicio.





De los Reglamentos se derivan las Normas Oficiales Mexicanas como son en este caso las que establecen las características de las descargas a los cuerpos receptores y otras que determinan las características físicas, químicas y bacteriológicas del agua potable.

Además se tienen las Normas Mexicanas, que aunque no son obligatorias, si sirven como guías que uniformizan acciones (López Ruiz, 2000; Cáp. 3 Pág. 1 y 2).

La contaminación es el desfase en la relación consumo de energía y explotación de mano de obra y materias primas, bajo un esquema de despilfarro y desperdicio.

El derecho a vivir en un medio ambiente saludable actualmente se entiende como una prolongación de la esfera de la personalidad humana; si bien el ámbito natural no se halla íntimamente ni físicamente ligado al hombre este debe sentirlo y defenderlo como parte de su mismo cuerpo, como un valor que le pertenece pero que no puede establecer sobre el una relación de dominio.

En razón a ello el ambiente se introduce en el ordenamiento jurídico como un derecho de la personalidad sustentado en el equilibrio ecológico propicio e indispensable para el desarrollo de la persona humana; como los derechos personales no conforman un claustro cerrado, constantemente ingresan en su normativa nuevos intereses producto de las transformaciones sociales e industriales.

Los derechos de la personalidad son tutelados jurídicamente, las limitaciones al desarrollo de la persona, producto de la contaminación ambiental (aunque no se verifique un daño concreto hacia su persona) son por el solo hecho de existir causa de la responsabilidad civil y penal del agente contaminante; y se estudiara en este capitulo las Normas Oficiales Mexicanas para la observación del funcionamiento de la legislación en cuanto al tratamiento de aguas residuales y su ingreso a la naturaleza o al drenaje municipal.

Además el tema de los residuos es eminentemente económico; se genera en la microeconomía, en el nivel de eficiencia del proceso productivo y afecta directamente a la macroeconomía, al impactar tanto a las políticas económicas como a los esquemas de consumo de energía.





Marco Conceptual.

Los residuos se entienden como el remanente del sistema productivo; si son susceptibles de ser reciclados, generan lo que podemos denominar la nueva industria ambiental del reciclaje y la reutilización. Sin embargo, muchos de ellos no pueden ser objeto de este proceso y se convierten en un problema.

Los residuos desde el punto de vista jurídico, son el producto de un esquema de propiedad privada incompleto, bajo el cual el dueño del bien después de “aprovechar” y “consumir”, puede, sin ninguna responsabilidad desechar el sobrante.

Su responsabilidad como propietario termina en el momento en que voluntariamente lo abandona. Este sistema se ve fortalecido por los esquemas de servicios públicos, en los que el estado interviene prestando el servicio de recolección y destino final.

Pero tampoco debemos olvidar nuestra responsabilidad con el medio ambiente al cual se va a depositar finalmente los desechos que sean tanto sólidos como aguas residuales. En este capítulo se trata de estudiar la responsabilidad que debe tener un ingeniero al momento de diseñar o manejar aguas residuales para su depósito tanto a la naturaleza como al drenaje municipal y como tiene que ser tratada para un menor impacto ambiental o lo que dicten nuestras leyes mexicanas.

5.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

Los residuos peligrosos son regulados de manera específica por la ley general del Equilibrio ecológico y la Protección al Ambiente, así como también la Comisión Nacional del Agua y el Instituto Nacional de Ecología.

Se entenderá por residuo, según la fracción XXVI del 2º artículo, cualquier material generado por los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento, cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

Normas Oficiales Mexicanas Ecológicas

El Instituto Nacional de Ecología y la Comisión Nacional del Agua han expedido en forma coordinada tres Normas Oficiales Mexicanas para la prevención y control de la contaminación del agua.





NOM-001-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 6 de enero de 1997 y entró en vigor el día 7 de enero de 1997. Esta norma se complementa con la aclaración publicada en el mismo medio de difusión del día 30 de abril de 1997.

Fechas de cumplimiento de la NOM-001-SEMARNAT-1996

Descargas municipales		
Fecha de cumplimiento a partir de:	Rango de población (Según Censo de 1990)	Número de localidades (Según Censo de 1990)
1 de enero de 2000	Mayor de 50 000 habitantes	139
1 de enero de 2005	De 20 001 a 50 000 habitantes	181
1 de enero de 2010	De 2 501 a 20 000 habitantes	2 266
Descargas no municipales		
Fecha de cumplimiento a partir de:	Demanda bioquímica de oxígeno (t/día)	Sólidos suspendidos totales (t/día)
1 de enero de 2000	Mayor de 3.0	Mayor de 3.0
1 de enero de 2005	De 1.2 a 3.0	De 1.2 a 3.0
1 de enero de 2010	Menor de 1.2	Menor de 1.2

NOM-002-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 3 de junio de 1998 y entró en vigor el día 4 de junio de 1998.

NOM-003-SEMARNAT-1997. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 21 de septiembre de 1998 y entró en vigor el día 22 de septiembre de 1998.

5.3 Normas Oficiales Mexicanas del Sector Agua

La Comisión Nacional del Agua a través de su Comité Consultivo Nacional de Normalización del Sector Agua, expide Normas Oficiales Mexicanas en la materia, mediante las cuales ejerce las atribuciones que le confiere la Ley de Aguas



Nacionales y su Reglamento, como son aprovechar adecuadamente y proteger el recurso hídrico nacional.

Dichas normas establecen las disposiciones, las especificaciones y los métodos de prueba que permiten garantizar que los productos y servicios ofertados a los organismos operadores de sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento, cumplan con el objetivo de aprovechar, preservar en cantidad y calidad y manejar adecuada y eficientemente el agua.

5.4 Normas Oficiales Mexicanas de la Secretaría de Salud

El abastecimiento de agua para uso y consumo humano con calidad adecuada es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales y otras, para lo cual se requiere establecer límites permisibles en cuanto a sus características microbiológicas, físicas, organolépticas, químicas y radiactivas, con el fin de asegurar y preservar la calidad del agua en los sistemas, hasta la entrega al consumidor.

Por tales razones la Secretaría de Salud, elaboró la siguiente Norma Oficial Mexicana, con la finalidad de establecer un eficaz control sanitario del agua que se somete a tratamientos de potabilización a efecto de hacerla apta para uso y consumo humano:

5.5 Normas Oficiales Mexicanas Referentes al Tema de Estudio

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEMARNAT-1996, QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS

DE AGUAS RESIDUALES EN AGUAS Y BIENES NACIONALES

Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, con el objeto de proteger su calidad y posibilitar sus usos, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas. Esta Norma Oficial Mexicana no se aplica a las descargas de aguas provenientes de drenajes separados de aguas pluviales.





Definiciones

Carga contaminante

Cantidad de un contaminante expresado en unidades de masa por unidad de tiempo, aportada en una descarga de aguas residuales.

Condiciones particulares de descarga

El conjunto de parámetros físicos, químicos y biológicos y de sus niveles máximos permitidos en las descargas de agua residual, determinados por la Comisión Nacional del Agua para el responsable o grupo de responsables de la descarga o para un cuerpo receptor específico, con el fin de preservar y controlar la calidad de las aguas conforme a la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.

Contaminantes básicos

Son aquellos compuestos y parámetros que se presentan en las descargas de aguas residuales y que pueden ser removidos o estabilizados mediante tratamientos convencionales. En lo que corresponde a esta Norma Oficial Mexicana sólo se consideran los siguientes: grasas y aceites, materia flotante, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno₅, nitrógeno total (suma de las concentraciones de nitrógeno Kjeldahl de nitritos y de nitratos, expresadas como mg/litro de nitrógeno), fósforo total, temperatura y pH.

Contaminantes patógenos y parasitarios

Son aquellos microorganismos, quistes y huevos de parásitos que pueden estar presentes en las aguas residuales y que representan un riesgo a la salud humana, flora o fauna. En lo que corresponde a esta Norma Oficial Mexicana sólo se consideran los coliformes fecales y los huevos de helminto.

Cuerpo receptor

Son las corrientes, depósitos naturales de agua, presas, cauces, zonas marinas o bienes nacionales donde se descargan aguas residuales, así como los terrenos en donde se infiltran o inyectan dichas aguas cuando puedan contaminar el suelo o los acuíferos.





Descarga

Acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor en forma continua, intermitente o fortuita, cuando éste es un bien del dominio público de la Nación.

Límite máximo permisible

Valor o rango asignado a un parámetro, el cual no debe ser excedido en la descarga de aguas residuales.

TABLA 1- NOM-001-SEMARNAT-1996

FRECUENCIA DE MUESTREO			
HORAS POR DIA QUE OPERA EL PROCESO GENERADOR DE LA DESCARGA	NUMERO DE MUESTRAS SIMPLES	INTERVALO ENTRE TOMA DE MUESTRAS SIMPLES (HORAS)	
		MINIMO	MAXIMO
Menor que 4	Mínimo 2	N.E.	N.E.
De 4 a 8	4	1	2
Mayor que 8 y hasta 12	4	2	3
Mayor que 12 y hasta 18	6	2	3
Mayor que 18 y hasta 24	6	3	4

N.E.= No especificado

Especificaciones

La concentración de contaminantes básicos, metales pesados y cianuros para las descargas de aguas residuales a aguas y bienes nacionales, no debe exceder el valor indicado como límite máximo permisible en las Tablas 2- NOM-001-SEMARNAT-1996 y 3- NOM-001-SEMARNAT-1996 de esta Norma Oficial Mexicana. El rango permisible del potencial hidrógeno (pH) es de 5 a 10 unidades.





Para determinar la contaminación por patógenos se tomará como indicador a los coliformes fecales. El límite máximo permisible para las descargas de aguas residuales vertidas a aguas y bienes nacionales, así como las descargas vertidas a suelo (uso en riego agrícola) es de 1,000 y 2,000 como número más probable (NMP) de coliformes fecales por cada 100 ml para el promedio mensual y diario, respectivamente.

Para determinar la contaminación por parásitos se tomará como indicador los huevos de helminto. El límite máximo permisible para las descargas vertidas a suelo (uso en riego agrícola), es de un huevo de helminto por litro para riego no restringido, y de cinco huevos por litro para riego restringido, lo cual se llevará a cabo de acuerdo a la técnica establecida en el anexo 1 de esta Norma.

Al responsable de la descarga de aguas residuales que antes de la entrada en vigor de esta Norma Oficial Mexicana se le hayan fijado condiciones particulares de descarga, podrá optar por cumplir los límites máximos permisibles establecidos en esta Norma, previo aviso a la Comisión Nacional del Agua.

Los responsables de las descargas de aguas residuales vertidas a aguas y bienes nacionales deben cumplir con la presente Norma Oficial Mexicana de acuerdo con lo siguiente:

- a) Las descargas municipales tendrán como plazo límite las fechas de cumplimiento establecidas en la Tabla 4 - NOM-001-SEMARNAT-1996. El cumplimiento es gradual y progresivo, conforme a los rangos de población. El número de habitantes corresponde al determinado en el XI Censo Nacional de Población y Vivienda, correspondiente a 1990, publicado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- b) Las descargas no municipales tendrán como plazo límite hasta las fechas de cumplimiento establecidas en la Tabla 5 - NOM-001-SEMARNAT-1996. El cumplimiento es gradual y progresivo, dependiendo de la mayor carga contaminante, expresada como demanda bioquímica de oxígeno₅ (DBO₅) o sólidos suspendidos totales (SST), según las cargas del agua residual, manifestadas en la solicitud de permiso de descarga, presentada a la Comisión Nacional del Agua.





TABLA 2-NOM-001-SEMARNAT-1996

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA CONTAMINANTES BÁSICOS																					
PARÁMETROS	RÍOS						EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES				AGUAS COSTERAS						SUELO		HUMEDALES NATURALES (B)		
	Uso en riego agrícola (A)		Uso público urbano (B)		Protección de vida acuática (C)		Uso en riego agrícola (B)		Uso público urbano (C)		Explotación pesquera, navegación y otros usos (A)		Recreación (B)		ESTUARIOS (B)		Uso en riego agrícola (A)				
	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	
Temperatura °C (1)	N.A.	N.A.	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	N.A.	N.A.	40	40
Grasas y Aceites (2)	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	
Materia Flotante (3)	AUSENTE																				
Sólidos Sedimentables (ml/l)	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	N.A.	N.A.	1	2	
Sólidos Suspendidos Totales	150	200	75	125	40	60	75	125	40	60	150	200	75	125	75	125	N.A.	N.A.	75	125	





Demanda Bioquímica de Oxígeno ₅	150	200	75	150	30	60	75	150	30	60	150	200	75	150	75	150	N.A	N.A	75	150
Nitrógeno Total	40	60	40	60	15	25	40	60	15	25	N.A.	N.A	N.A.	N.A.	15	25	N.A	N.A	N.A	N.A
Fósforo Total	20	30	20	30	5	10	20	30	5	10	N.A	N.A	N.A.	N.A.	5	10	N.A	N.A	N.A	N.A

TABLA 3- NOM-001-SEMARNAT-1996

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA METALES PESADOS Y CIANUROS																					
PARÁMETROS (*)	RÍOS						EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES				AGUAS COSTERAS						SUELO				
	Uso en riego agrícola (A)		Uso público urbano (B)		Protección de vida acuática (C)		Uso en riego agrícola (B)		Uso público urbano (C)		Explotación pesquera, navegación y otros usos (A)		Recreación (B)		ESTUARIOS (B)		Uso en riego agrícola (A)		HUMEDALES NATURALES (B)		
	P.M.	P.D	P.M	P.D	P.M	P.D	P.M	P.D	P.M	P.D	P.M	P.D	P.M	P.D	P.M	P.D	P.M	P.D	P.M	P.D	P.M
Arsénico	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2.	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	
Cadmio	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.05	0.1	0.1	0.2	





Cianuros	1.0	3.0	1.0	2.0	1.0	2.0	2.0	3.0	1.0	2.0	1.0	2.0	2.0	3.0	1.0	2.0	2.0	3.0	1.0	2.0
Cobre	4.0	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4	6.0	4	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4	6.0	4.0	6.0
Cromo	1	1.5	0.5	1.0	0.5	1.0	1	1.5	0.5	1.0	0.5	1.0	1	1.5	0.5	1.0	0.5	1.0	0.5	1.0
Mercurio	0.01	0.02	0.005	0.01	0.005	0.01	0.01	0.02	0.005	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.005	0.01	0.005	0.01
Níquel	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4
Plomo	0.5	1	0.2	0.4	0.2	0.4	0.5	1	0.2	0.4	0.2	0.4	0.5	1	0.2	0.4	5	10	0.2	0.4
Zinc	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20

1) Instantáneo **(2)** Muestra Simple Promedio Pondera **(3)** Ausente según el Método de Prueba definido en la NMX-AA-006. P.D.= Promedio Diario; P.M. = Promedio Mensual; N.A. = No es aplicable. (A), (B) y (C): Tipo de Cuerpo Receptor según la Ley Federal de Derechos.

Tabla 3 - NOM-001- SEMARNAT - 1996

(*) Medidos de manera total.

P.D. = Promedio Diario P.M. = Promedio Mensual N.A. = No es aplicable

(A), (B) y (C): Tipo de Cuerpo Receptor según la Ley Federal de Derechos.





TABLA 4 - NOM-001-SEMARNAT-1996

DESCARGAS MUNICIPALES	
FECHA DE CUMPLIMIENTO A PARTIR DE:	RANGO DE POBLACION:
1 de enero de 2000	mayor de 50,000 habitantes
1 de enero de 2005	De 20,001 a 50,000 habitantes
1 de enero de 2010	De 2,501 a 20,000 habitantes

TABLA 5 - NOM-001-SEMARNAT-1996

DESCARGAS NO MUNICIPALES		
FECHA DE CUMPLIMIENTO A PARTIR DE:	CARGA CONTAMINANTE	
	DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO ₅ t/d (toneladas/día)	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES t/d (toneladas/día)
1 enero 2000	Mayor de 3.0	mayor de 3.0
1 enero 2005	de 1.2 a 3.0	de 1.2 a 3.0
1 enero 2010	menor de 1.2	menor de 1.2

Las fechas de cumplimiento establecidas en las Tablas 4-NOM-001-SEMARNAT-1996 y 5-NOM-001-SEMARNAT-1996 de esta Norma Oficial Mexicana podrán ser adelantadas por la Comisión Nacional del Agua para un cuerpo receptor en específico, siempre y cuando exista el estudio correspondiente que valide tal modificación.

Los responsables de las descargas de aguas residuales municipales y no municipales, cuya concentración de contaminantes en cualquiera de los parámetros básicos, metales pesados y cianuros, que rebasen los límites máximos permisibles señalados en las Tablas 2-NOM-001-SEMARNAT-1996 y 3-NOM-001-SEMARNAT-1996 de esta Norma Oficial Mexicana, multiplicados por cinco, para cuerpos receptores tipo B (ríos, uso público urbano), quedan obligados a presentar un programa de las acciones u obras a realizar para el control de la calidad del agua de sus descargas a la Comisión Nacional del Agua, en un plazo no mayor de 180 días naturales, a partir de la publicación de esta Norma en el Diario Oficial de la Federación.





Los demás responsables de las descargas de aguas residuales municipales y no municipales, que rebasen los límites máximos permisibles de esta norma, quedan obligados a presentar un programa de las acciones u obras a realizar para el control de la calidad de sus descargas a la Comisión Nacional del Agua, en los plazos establecidos en las Tablas 6-NOM-001-SEMARNAT-1996y 7-NOM-001-SEMARNAT-1996.

Lo anterior, sin perjuicio del pago de derechos a que se refiere la Ley Federal de Derechos y a las multas y sanciones que establecen las leyes y reglamentos en la materia.

TABLA 6- NOM-001-SEMARNAT-1996

DESCARGAS MUNICIPALES	
RANGO DE POBLACION	FECHA LIMITE PARA PRESENTAR PROGRAMA DE ACCIONES
Mayor de 50,000 habitantes	30 de junio de 1997
De 20,001 a 50,000 habitantes	31 de diciembre de 1998
De 2,501 a 20,000 habitantes	31 de diciembre de 1999

TABLA 7- NOM-001-SEMARNAT-1996

CARGA CONTAMINANTE DE LAS DESCARGAS NO MUNICIPALES	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO₅ Y/O SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES t/d (toneladas/día)	FECHA LIMITE PARA PRESENTAR PROGRAMA DE ACCIONES
Mayor de 3.0	30 de junio de 1997
De 1.2 a 3.0	31 de diciembre de 1998
Menor de 1.2	31 de diciembre de 1999

El responsable de la descarga queda obligado a realizar el monitoreo de las descargas de aguas residuales para determinar el promedio diario y mensual. La periodicidad de análisis y reportes se indican en la Tabla 8 para descargas de tipo municipal y en la Tabla 9-NOM-001-SEMARNAT-1996 para descargas no municipales. En situaciones que justifiquen un mayor control, como protección de fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano, emergencias hidroecológicas o procesos productivos fuera de control, la Comisión Nacional del Agua podrá modificar la periodicidad de análisis y reportes. Los registros del





monitoreo deberán mantenerse para su consulta por un periodo de tres años posteriores a su realización.

El responsable de la descarga estará exento de realizar el análisis de alguno o varios de los parámetros que se señalan en la presente Norma Oficial Mexicana, cuando demuestre que, por las características del proceso productivo o el uso que le dé al agua, no genera o concentra los contaminantes a exentar, manifestándolo ante la Comisión Nacional del Agua, por escrito y bajo protesta de decir verdad. La autoridad podrá verificar la veracidad de lo manifestado por el usuario. En caso de falsedad, el responsable quedará sujeto a lo dispuesto en los ordenamientos legales aplicables.

En el caso de que el agua de abastecimiento registre alguna concentración promedio mensual de los parámetros referidos en los puntos anteriores de la presente Norma Oficial Mexicana, la suma de esta concentración al límite máximo permisible promedio mensual, es el valor que el responsable de la descarga está obligado a cumplir, siempre y cuando lo notifique por escrito a la Comisión Nacional del Agua, para que ésta dictamine lo procedente.

TABLA 8- NOM-001-SEMARNAT-1996

RANGO DE POBLACION	FRECUENCIA DE MUESTREO Y ANALISIS	FRECUENCIA DE REPORTE
mayor de 50,000 habitantes	MENSUAL	TRIMESTRAL
De 20,001 a 50,000 habitantes	TRIMESTRAL	SEMESTRAL
De 2,501 a 20,000 habitantes	SEMESTRAL	ANUAL

TABLA 9- NOM-001-SEMARNAT-1996

DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO ₅ t/d (toneladas/día)	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES t/d (toneladas/día)	FRECUENCIA DE MUESTREO Y ANALISIS	FRECUENCIA DE REPORTE
mayor de 3.0	mayor de 3.0	MENSUAL	TRIMESTRAL
de 1.2 a 3.0	de 1.2 a 3.0	TRIMESTRAL	SEMESTRAL
menor de 1.2	menor de 1.2	SEMESTRAL	ANUAL





Cuando se presenten aguas pluviales en los sistemas de drenaje y alcantarillado combinado, el responsable de la descarga tiene la obligación de operar su planta de tratamiento y cumplir con los límites máximos permisibles de esta Norma Oficial Mexicana, o en su caso con sus condiciones particulares de descarga, y podrá a través de una obra de desvío derivar el caudal excedente. El responsable de la descarga tiene la obligación de reportar a la Comisión Nacional del Agua el caudal derivado.

El responsable de la descarga de aguas residuales que, como consecuencia de implementar un programa de uso eficiente y/o reciclaje del agua en sus procesos productivos, concentre los contaminantes en su descarga, y en consecuencia rebase los límites máximos permisibles establecidos en la presente Norma, deberá solicitar ante la Comisión Nacional del Agua se analice su caso particular, a fin de que ésta le fije condiciones particulares de descarga.

Observancia de esta Norma

La vigilancia del cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, por conducto de la Comisión Nacional del Agua, y a la Secretaría de Marina en el ámbito de sus respectivas atribuciones, cuyo personal realizará los trabajos de inspección y vigilancia que sean necesarios. Las violaciones a la misma se sancionarán en los términos de la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

TRANSITORIO

A partir de la entrada en vigor de esta Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, el responsable de la descarga de aguas residuales:

- 1)** Que cuente con planta de tratamiento de aguas residuales, está obligado a operar y mantener dicha infraestructura de saneamiento, cuando su descarga no cumpla con los límites máximos permisibles de esta Norma.

Puede optar por cumplir con los límites máximos permisibles establecidos en esta Norma Oficial Mexicana, o los establecidos en sus condiciones particulares de descarga, previa notificación a la Comisión Nacional del Agua.





En el caso de que la calidad de la descarga que se obtenga con dicha infraestructura no cumpla con los límites máximos permisibles establecidos en esta Norma Oficial Mexicana, debe presentar a la Comisión Nacional del Agua, en los plazos establecidos en las Tablas 6-NOM-001-SEMARNAT-1996 y 7-NOM-001-SEMARNAT-1996, su programa de acciones u obras a realizar para cumplir en las fechas establecidas en las Tablas 4-NOM-001-SEMARNAT-1996 y 5-NOM-001-SEMARNAT-1996, según le corresponda.

Los que no cumplan, quedarán sujetos a lo dispuesto en la Ley Federal de Derechos.

En el caso de que el responsable de la descarga opte por cumplir con los límites máximos permisibles establecidos en esta Norma Oficial Mexicana y que descargue una mejor calidad de agua residual que la establecida en esta Norma, puede gozar de los beneficios e incentivos que para tal efecto establece la Ley Federal de Derechos.

2) Que se hubiere acogido a los Decretos Presidenciales que otorgan facilidades administrativas y fiscales a los usuarios de Aguas Nacionales y sus Bienes Públicos inherentes, publicados en el Diario Oficial de la Federación el 11 de octubre de 1995, en la materia, quedará sujeto a lo dispuesto en los mismos y en lo conducente a la Ley Federal de Derechos.

3) No debe descargar concentraciones de contaminantes mayores a las que descargó durante los últimos tres años o menos, si empezó a descargar posteriormente, de acuerdo con sus registros y/o con los informes presentados ante la Comisión Nacional del Agua en ese periodo si su descarga tiene concentraciones mayores a las establecidas como límite máximo permisible en esta Norma. Los responsables que no cumplan con esta especificación quedarán sujetos a lo dispuesto en la Ley Federal de Derechos.

4) Que establezca una nueva instalación industrial, posterior a la publicación de esta Norma Oficial Mexicana en el Diario Oficial de la Federación, no podrá acogerse a las fechas de cumplimiento establecidas en la Tabla 5 de esta Norma y debe cumplir con los límites máximos permisibles para su descarga, 180 días calendario después de iniciar la operación del proceso generador, debiendo notificar a la Comisión Nacional del Agua dicha fecha.





- 5) Que incremente su capacidad o amplíe sus instalaciones productivas, posterior a la publicación de esta Norma Oficial Mexicana en el **Diario Oficial de la Federación**, éstas nuevas descargas no podrán acogerse a las fechas de cumplimiento establecidas en la Tabla 5 de esta Norma y debe cumplir con los límites máximos permisibles para éstas, 180 días calendario después de iniciar la operación del proceso generador, debiendo notificar a la Comisión Nacional del Agua dicha fecha.
- 6) Que no se encuentre en alguno de los supuestos anteriores, deberá cumplir con los límites máximos permisibles establecidos en esta Norma Oficial Mexicana, sujeto a lo dispuesto en la Ley Federal de Derechos, en lo conducente.

***NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-002-SEMARNAT-1996, QUE ESTABLECE
LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS
DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES A LOS SISTEMAS DE
ALCANTARILLADO URBANO O MUNICIPAL***

Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal con el fin de prevenir y controlar la contaminación de las aguas y bienes nacionales, así como proteger la infraestructura de dichos sistemas, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas. Esta Norma no se aplica a la descarga de las aguas residuales domésticas, pluviales, ni a las generadas por la industria, que sean distintas a las aguas residuales de proceso y conducidas por drenaje separado.

Referencias

Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de enero de 1997.

Especificaciones

Los límites máximos permisibles para contaminantes de las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, no deben ser superiores a los indicados en la Tabla 1-NOM-002-SEMARNAT-1996. Para las





grasas y aceites es el promedio ponderado en función del caudal, resultante de los análisis practicados a cada una de las muestras simples.

Los límites máximos permisibles establecidos en la columna instantáneo, son únicamente valores de referencia, en el caso de que el valor de cualquier análisis exceda el instantáneo, el responsable de la descarga queda obligado a presentar a la autoridad competente en el tiempo y forma que establezcan los ordenamientos legales locales, los promedios diario y mensual, así como los resultados de laboratorio de los análisis que los respaldan.

El rango permisible de pH (potencial hidrógeno) en las descargas de aguas residuales es de 10 (diez) y 5.5 (cinco punto cinco) unidades, determinado para cada una de las muestras simples. Las unidades de pH no deberán estar fuera del intervalo permisible, en ninguna de las muestras simples.

TABLA 1-NOM-002-SEMARNAT-1996

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES			
PARAMETROS (miligramos por litro, excepto cuando se especifique otra)	PROMEDIO MENSUAL	PROMEDIO DIARIO	INSTANTANEO
Grasas y aceites	50	75	100
Sólidos sedimentables (mililitros por litro)	5	7.5	10
Arsénico total	0.5	0.75	1
Cadmio total	0.5	0.75	1
Cianuro total	1	1.5	2
Cobre total	10	15	20
Cromo hexavalente	0.5	0.75	1
Mercurio total	0.01	0.015	0.02
Níquel total	4	6	8
Plomo total	1	1.5	2
Zinc total	6	9	12

El límite máximo permisible de la temperatura es de 40°C. (Cuarenta grados Celsius), medida en forma instantánea a cada una de las muestras simples. Se permitirá descargar con temperaturas mayores, siempre y cuando se demuestre a la





autoridad competente por medio de un estudio sustentado, que no dañe al sistema del mismo.

La materia flotante debe estar ausente en las descargas de aguas residuales, de acuerdo al método de prueba establecido en la Norma Mexicana NMX-AA-006, referida en el punto 2 de esta Norma Oficial Mexicana.

Los límites máximos permisibles para los parámetros demanda bioquímica de oxígeno y sólidos suspendidos totales, que debe cumplir el responsable de la descarga a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, son los establecidos en la Tabla 2- NOM-001-SEMARNAT-1996 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996 referida en el punto 2 de esta Norma, o a las condiciones particulares de descarga que corresponde cumplir a la descarga municipal.

El responsable de la descarga de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal que no dé cumplimiento a lo establecido en el punto anterior, podrá optar por remover la demanda bioquímica de oxígeno y sólidos suspendidos totales, mediante el tratamiento conjunto de las aguas residuales en la planta municipal, para lo cual deberá de:

- a) Presentar a la autoridad competente un estudio de viabilidad que asegure que no se generará un perjuicio al sistema de alcantarillado urbano o municipal.
- b) Sufragar los costos de inversión, cuando así se requiera, así como los de operación y mantenimiento que le correspondan de acuerdo con su caudal y carga contaminante de conformidad con los ordenamientos jurídicos locales aplicables.

No se deben descargar o depositar en los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, materiales o residuos considerados peligrosos, conforme a la regulación vigente en la materia.

La autoridad competente podrá fijar condiciones particulares de descarga a los responsables de las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado, de manera individual o colectiva, que establezcan lo siguiente:

- a) Nuevos límites máximos permisibles de descarga de contaminantes.
- b) Límites máximos permisibles para parámetros adicionales no contemplados en esta Norma.





Dicha acción deberá estar justificada por medio de un estudio técnicamente sustentado, presentado por la autoridad competente o por los responsables de la descarga.

Los valores de los parámetros en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal a que se refiere esta Norma, se obtendrán de análisis de muestras compuestas, que resulten de la mezcla de las muestras simples, tomadas éstas en volúmenes proporcionales al caudal medido en el sitio y en el momento del muestreo, de acuerdo con la Tabla 2-NOM-002-SEMARNAT-1996.

TABLA 2-NOM-002-SEMARNAT-1996

FRECUENCIA DE MUESTREO			
HORAS POR DIA QUE OPERA EL PROCESO GENERADOR DE LA DESCARGA	NUMERO DE MUESTRAS SIMPLES	INTERVALO MAXIMO ENTRE TOMA DE MUESTRAS SIMPLES (HORAS)	
		MINIMO	MAXIMO
Menor que 4	Mínimo 2	-	-
De 4 a 8	4	1	2
Mayor que 8 y hasta 12	4	2	3
Mayor que 12 y hasta 18	6	2	3
Mayor que 18 y hasta 24	6	3	4

En el caso de que en el periodo de operación del proceso o realización de la actividad generadora de la descarga, ésta no se presente en forma continua, el responsable de dicha descarga deberá presentar a consideración de la autoridad competente la información en la que se describa su régimen de operación y el programa de muestreo para la medición de los contaminantes.

Los responsables de las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal deben cumplir los límites máximos permisibles establecidos en esta Norma, en las fechas establecidas en la Tabla 3-NOM-002-





SEMARNAT-1996. De esta manera, el cumplimiento es gradual y progresivo, conforme al rango de población, tomando como referencia el XI Censo General de Población y Vivienda, 1990.

TABLA 3-NOM-002-SEMARNAT-1996

FECHA DE CUMPLIMIENTO A PARTIR DE:	RANGO DE POBLACION
1 de enero de 1999	mayor de 50,000 habitantes
1 de enero de 2004	De 20,001 a 50,000 habitantes
1 de enero de 2009	de 2,501 a 20,000 habitantes

Las fechas de cumplimiento establecidas en la Tabla 3-NOM-002-SEMARNAT-1996 de esta Norma, para el o los responsables de descargas individuales o colectivas, pueden ser modificadas por la autoridad competente, cuando:

- a) El sistema de alcantarillado urbano o municipal cuente con una o varias plantas de tratamiento en operación y la o las descargas causen efectos nocivos a la misma, el responsable de la descarga queda obligado a presentar a la autoridad competente, en un plazo no mayor de 180 (ciento ochenta) días a partir de la fecha de publicación de esta Norma, un programa de acciones en el cual se establezca en tiempo y forma el cumplimiento de esta Norma Oficial Mexicana.
- b) La autoridad competente, previa a la publicación de esta Norma, haya suscrito formalmente compromisos financieros y contractuales para construir y operar la o las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales.
- c) La Comisión Nacional del Agua oficialmente establezca emergencias hidroecológicas o prioridades en materia de saneamiento, y en consecuencia se modifique la fecha de cumplimiento establecida en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, referida en el punto 2 de esta Norma, para su descarga correspondiente.
- d) Exista previo a la publicación de esta Norma, reglamentación local que establezca fechas de cumplimiento para los responsables de las descargas a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.





Cuando la autoridad competente determine modificar las fechas de cumplimiento, deberá notificarlo a los responsables de las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, conforme a los procedimientos legales locales correspondientes.

Los responsables de las descargas tienen la obligación de realizar los análisis técnicos de las descargas de aguas residuales, con la finalidad de determinar el promedio diario o el promedio mensual, analizando los parámetros señalados en la Tabla 1-NOM-002-SEMARNAT-1996 de la presente Norma Oficial Mexicana. Asimismo, deben conservar sus registros de análisis técnicos por lo menos durante tres años posteriores a la toma de muestras.

El responsable de la descarga podrá quedar exento de realizar el análisis de alguno o varios de los parámetros que se señalan en esta Norma, cuando demuestre a la autoridad competente que, por las características del proceso productivo, actividades que desarrolla o el uso que le dé al agua, no genera o concentra los contaminantes a exentar, manifestándolo ante la autoridad competente, por escrito y bajo protesta de decir verdad. La autoridad competente podrá verificar la veracidad de lo manifestado por el responsable. En caso de falsedad, el responsable quedará sujeto a lo dispuesto en los ordenamientos legales locales aplicables.

El responsable de la descarga, en los términos que lo establezca la legislación local, queda obligado a informar a la autoridad competente, de cualquier cambio en sus procesos productivos o actividades, cuando con ello modifique la calidad o el volumen del agua residual que le fueron autorizados en el permiso de descarga correspondiente.

El responsable de la descarga de aguas residuales que, como consecuencia de implantar o haber implantado un programa de uso eficiente y/o reciclaje del agua en sus procesos productivos, concentre los contaminantes en su descarga, y en consecuencia rebase los límites máximos permisibles establecidos en la presente Norma, deberá solicitar ante la autoridad competente se analice su caso particular, a fin de que ésta le fije condiciones particulares de descarga.

En el caso de que el agua de abastecimiento registre alguna concentración promedio diario o mensual de los parámetros referidos en el punto 4 de esta Norma, la suma de esta concentración al límite máximo permisible correspondiente, es el valor que el responsable de la descarga está obligado a cumplir, siempre y cuando lo demuestre y notifique por escrito a la autoridad competente.





Observancia de esta Norma

La vigilancia del cumplimiento de esta Norma Oficial Mexicana corresponde a los Gobiernos Estatales, Municipales y del Distrito Federal, en el ámbito de sus respectivas competencias, cuyo personal realizará los trabajos de verificación, inspección y vigilancia que sean necesarios. Las violaciones a la misma se sancionarán en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Transitorios

PRIMERO.- La Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996, el responsable de la descarga a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal que cuente con planta de tratamiento de aguas residuales está obligado a operar y mantener dicha infraestructura de saneamiento, cuando su descarga no cumpla con los límites máximos permisibles de esta Norma.

En el caso de que la calidad de la descarga que se obtenga con dicha infraestructura no cumpla con los límites máximos permisibles de esta Norma, el responsable de la descarga debe presentar a la autoridad competente su programa de acciones u obras a realizar para cumplir en las fechas establecidas en el punto 4 de esta Norma, según le corresponda.

SEGUNDO.- Las fechas de cumplimiento establecidas en la Tabla 3-NOM-002-SEMARNAT-1996 de esta Norma Oficial Mexicana, no serán aplicables cuando se trate de instalaciones nuevas o de incrementos en la capacidad o ampliación de las instalaciones existentes en fecha posterior a la entrada en vigor del presente instrumento, el responsable de la descarga deberá cumplir con los límites máximos permisibles establecidos en la presente Norma Oficial Mexicana, en un periodo no mayor de 180 (ciento ochenta) días naturales posteriores al inicio de la actividad u operación del proceso generador, debiendo notificar a la autoridad competente dicha fecha.

TERCERO.- En tanto se alcanzan las fechas de cumplimiento establecidas en la Tabla 3-NOM-002-SEMARNAT-1996 y en el caso de que las descargas a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal contengan concentraciones de





contaminantes superiores a los límites máximos permisibles establecidos en la presente Norma Oficial Mexicana, el responsable de la descarga no podrá descargar concentraciones de contaminantes mayores a las que descargó durante los últimos tres años, de acuerdo con sus registros y los informes presentados ante la autoridad competente.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-003-SEMARNAT-1997, QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES PARA LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS QUE SE REUSEN EN SERVICIOS AL PUBLICO

Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público, con el objeto de proteger el medio ambiente y la salud de la población, y es de observancia obligatoria para las entidades públicas responsables de su tratamiento y reuso.

En el caso de que el servicio al público se realice por terceros, éstos serán responsables del cumplimiento de la presente Norma, desde la producción del agua tratada hasta su reuso o entrega, incluyendo la conducción o transporte de la misma.

Referencias

Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de enero de 1997 y su aclaración, publicada en el citado órgano informativo el 30 de abril de 1997

Especificaciones

Los límites máximos permisibles de contaminantes en aguas residuales tratadas son los establecidos en la Tabla 1- *NOM-003-ECOL-1997* de esta Norma Oficial Mexicana.





TABLA 1- *NOM-003-ECOL-1997*

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES					
TIPO DE REUSO	PROMEDIO MENSUAL				
	Coliformes fecales NMP/100 ml	Huevos de helminto (h/l)	Grasas y aceites mg/l	DBO ₅ mg/l	SST mg/l
SERVICIOS AL PÚBLICO CON CONTACTO DIRECTO	240	[1]	15	20	20
SERVICIOS AL PÚBLICO CON CONTACTO INDIRECTO U OCASIONAL	1,000	[5]	15	30	30

La materia flotante debe estar ausente en el agua residual tratada, de acuerdo al método de prueba establecido en la Norma Mexicana NMX-AA-006, referida en el punto 2 de esta Norma Oficial Mexicana.

El agua residual tratada reusada en servicios al público, no deberá contener concentraciones de metales pesados y cianuros mayores a los límites máximos permisibles establecidos en la columna que corresponde a embalses naturales y artificiales con uso en riego agrícola de la Tabla 3 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, referida en el punto 2 de esta Norma.

Las entidades públicas responsables del tratamiento de las aguas residuales que reusen en servicios al público, tienen la obligación de realizar el monitoreo de las aguas tratadas en los términos de la presente Norma Oficial Mexicana y de conservar al menos durante los últimos tres años los registros de la información resultante del muestreo y análisis, al momento en que la información sea requerida por la autoridad competente.

Observancia de esta Norma

La vigilancia del cumplimiento de esta Norma Oficial Mexicana corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, a través de la Comisión Nacional del Agua, y a la Secretaría de Salud, en el ámbito de sus respectivas atribuciones, cuyo personal realizará los trabajos de inspección y vigilancia que sean necesarios. Las violaciones a la misma se sancionarán en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley General de Salud y demás ordenamientos jurídicos aplicables.





La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación. Las plantas de tratamiento de aguas residuales referidas en esta Norma que antes de su entrada en vigor ya estuvieran en servicio y que no cumplan con los límites máximos permisibles de contaminantes establecidos en ella, tendrán un plazo de un año para cumplir con los lineamientos establecidos en la presente Norma.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-029-ECOL-1993, QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES A CUERPOS RECEPTORES PROVENIENTES DE HOSPITALES.

Considerando.

Que las descargas de aguas residuales en las redes colectoras, ríos, cuencas, causes, vasos, aguas marinas, y demás depósitos o corrientes de agua y los derrames de aguas residuales en los suelos o su infiltración en los terrenos, provenientes de hospitales, provocan efectos adversos en los ecosistemas, por lo que es necesario fijar los límites máximos permisibles que deberán satisfacer dichas descargas.

Objeto.

Esta norma oficial mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de hospitales.

Campo de Aplicación.

La presente norma oficial mexicana es de observancia obligatoria para los responsables de las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de hospitales.

Definiciones.

Para efectos de esta norma se asumen las definiciones que se mencionan en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Ley de Aguas Nacionales y Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de Aguas, además de las siguientes:





Aguas residuales de hospitales.

Las que se generan por los servicios de hospitales.

Hospital.

Todo aquel establecimiento publico, social o privado, cualquiera que sea su denominación y que tenga como finalidad la atención de enfermos que se internen para su diagnostico, tratamiento o rehabilitación, puede también tratar enfermos ambulatorios y efectuar actividades de formación y desarrollo de personal para la salud y de investigación.

Muestra compuesta.

La que resulta de mezclar varias muestras simples.

Muestra simple.

La que se tome ininterrumpidamente durante el periodo necesario para completar un volumen proporcional del caudal, de manera que este resulte representativo de la descarga de aguas residuales, medido en el sitio y en el momento de muestreo.

Parámetro.

Unidad de medición, que al tener un valor determinado, sirve para mostrar de una manera simple las características principales de un contaminante.

ESPECIFICACIONES.

Las descargas de aguas residuales provenientes de hospitales deben cumplir con las especificaciones que se indican en la tabla mostrada a continuación.





TABLA 1- NOM – 029 – ECOL – 1993.

PARAMETROS	Límites Máximos Permitidos	
	Prom. Diario	Prom. Instantáneo
pH (unidades de pH)	6 a 9	6 a 9
Demanda química de oxígeno (mg/l)	80	120
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/l)	40	60
Grasas y aceites (mg/l)	15	20
Sólidos sedimentables (ml/l)	1.0	2.0
Sólidos suspendidos totales (mg/l)	40	60
Materia flotantes (mg/l)	ausente	ausente
Coliformes fecales (NMP/100ml)	1 000	2 000
Cloro libre residual (mg/l)	0.2	0.4

Para fines de la presente norma se entenderá por límite máximo permisible promedio diario, los valores, rangos y concentraciones de los parámetros que debe cumplir el responsable de la descarga en función del análisis de muestras compuestas, de las aguas residuales provenientes de esta industria.

Para fines de la presente norma se entenderá por límite máximo permisible instantáneo, los valores, rangos y concentraciones de los parámetros que deben cumplir el responsable de la descarga, y este tendrá el derecho a que la autoridad competente le fije, previa solicitud, condiciones particulares de descarga que tomen en consideración lo anterior.

Condiciones particulares de descarga.

En el caso de que se identifiquen descargas que a pesar del cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en esta norma causen efectos negativos en el cuerpo receptor, la Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos a través de la Comisión Nacional del Agua fijará condiciones particulares de descarga para señalar límites máximos permisibles si lo considera necesario, en los siguientes parámetros.

- Fósforo total.
- Materiales pesados.
- Nitrógeno total.
- Radiactividad: alfa total y beta total.
- Sustancias activas al azul de metileno.





- Temperatura.
- Tóxicos orgánicos.
- Unidades de toxicidad aguda con *Daphnia magna*.

Muestreo.

Los valores de los parámetros en las descargas de aguas residuales provenientes de los hospitales se obtendrán del análisis de muestras compuestas que resulten de la mezcla de las muestras simples, tomadas estas en volúmenes proporcionales al caudal, medido en el sitio y en el momento de muestreo, de acuerdo con la tabla mostrada a continuación.

TABLA 2- NOM – 029 – ECOL – 1993

Horas por día que opera el proceso generador de las descarga.	Numero de muestras	Intervalo entre toma de muestras simples (horas)	
		Mínimo	Máximo
Hasta 8	4	1	2
Mas de 8 y hasta 12	4	2	3
Mas de 12 y hasta 18	6	2	3
Mas de 18 y hasta 24	6	3	4

En el caso que durante el periodo de operación del proceso generador de la descarga, esta no se presente en forma continua, el responsable de dicha descarga deberá presentar a consideración de la autoridad competente, la información en la que se describa su régimen de operación y el programa de muestreo para la medición de los parámetros contaminantes.

El reporte de los valores de los parámetros de las descargas de aguas residuales obtenidos mediante el análisis de las muestras compuestas a que se refiere el punto de muestreo se integra en los términos que establezca la autoridad competente.





Métodos de Prueba.

Para determinar los valores de los parámetros señalados en la tabla 1 de esta norma, se deberán aplicar los métodos de prueba que se establecen en las normas mexicanas referidas en el punto de referencias de esta norma.

Vigilancia.

La secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos por conducto de la Comisión Nacional del Agua, es la autoridad competente para vigilar el cumplimiento de la presente norma oficial mexicana, coordinándose con la Secretaría de Marina cuando las descargas sean al mar y con la Secretaría de Salud cuando se trate de saneamiento ambiental.

Sanciones.

El incumplimiento de la presente norma oficial mexicana será sancionado conforme a lo dispuesto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley de Aguas Nacionales y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

Concordancia con Normas Internacionales.

Esta norma oficial mexicana coincide parcialmente con la norma Effluent Guidelines and Standards for Hospitals (40 CFR 460; 41 FR 18774 may 6 1976) de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América.





NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-052-ECOL-1993, QUE ESTABLECE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS, EL LISTADO DE LOS MISMOS Y LOS LÍMITES QUE HACEN A UN RESIDUO PELIGROSO POR SU TOXICIDAD AL AMBIENTE.

Los residuos peligrosos en cualquier estado físico por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, venenosas, biológico infecciosas representan un peligro para el equilibrio ecológico, por lo que es necesario definir cuales son esos residuos identificándolos y ordenándolos por giro industrial y por proceso, los generados por fuente no específica, así como los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

Que habiéndose cumplido el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para la elaboración de proyectos de normas oficiales mexicanas, el C. Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental ordenó la publicación del proyecto de norma oficial mexicana NOM-PA-CRP-001/93, que establece las características de los residuos peligrosos y el listado de los mismos, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 2 de julio de 1993, con el objeto de que los interesados presentaran sus comentarios al citado Comité Consultivo.

OBJETO

Esta norma oficial mexicana establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

CAMPO DE APLICACION

Esta norma oficial mexicana es de observancia obligatoria en la definición y clasificación de residuos peligrosos.

REFERENCIAS

NOM-053-ECOL Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.





DEFINICIONES

Cretib

El código de clasificación de las características que contienen los residuos peligrosos y que significan: corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable y biológico infeccioso.

Fuente no específica

Las actividades que generan residuos peligrosos y que pueden aplicarse a diferentes giros o procesos.

Proceso

El conjunto de actividades físicas o químicas relativas a la producción, obtención, acondicionamiento, envasado, manejo, y embalado de productos intermedios o finales.

CLASIFICACION DE LA DESIGNACION DE LOS RESIDUOS

El procedimiento a seguir por el generador de residuos para determinar si son peligrosos o no, se muestra en el anexo 1.

Se consideran como peligrosos los residuos clasificados en las tablas 1-NOM-052-ECOL-1993 (anexo 2), 2-NOM-052-ECOL-1993 (anexo 3), 3-NOM-052-ECOL-1993 y 4-NOM-052-ECOL-1993 (anexo 4), así como los considerados en el punto 5. En casos específicos y a criterio de la Secretaría de Desarrollo Social, podrán ser exceptuados aquellos residuos que habiendo sido listados como peligrosos en las tablas 1-NOM-052-ECOL-1993, 2-NOM-052-ECOL-1993, 3-NOM-052-ECOL-1993 y 4-NOM-052-ECOL-1993 de los mencionados anexos, puedan ser considerados como no peligrosos porque no excedan los parámetros establecidos para ninguna de las características indicadas en el punto referente a la clasificación de la designación de los residuos.

Los residuos peligrosos atendiendo a su fuente generadora, se clasifican en residuos peligrosos por giro industrial y por procesos, así como por fuente no específica de acuerdo a las tablas 1-NOM-052-ECOL-1993 (anexo 2), 2-NOM-052-ECOL-1993 (anexo 3), 3-NOM-052-ECOL-1993 y 4-NOM-052-ECOL-1993 (anexo 4).

Para fines de identificación y control, en tanto la Secretaría no los incorpore en cualquiera de las tablas 1-NOM-052-ECOL-1993 (anexo 2), 2-NOM-052-ECOL-1993





(anexo 3) ó 3-NOM-052-ECOL-1993 y 4-NOM-052-ECOL-1993 (anexo 4), los residuos determinados en el punto referente a la clasificación de la designación de los residuos. Se denominarán como se indica en la siguiente tabla:

CARACTERISTICAS	No. SEDESOL
Corrosividad (C)	P 01
Reactividad (R)	P 02
Explosividad (E)	P 03
Toxicidad al Ambiente (T)	El correspondiente al contaminante tóxico según las Tablas : 5-NOM-052-ECOL-1993, 6- NOM-052-ECOL-1993 y 7- NOM-052-ECOL-1993
Inflamabilidad (I)	P 04
Biológico Infecciosas (B)	P 05

Además de los residuos peligrosos comprendidos en las tablas 1-NOM-052-ECOL-1993 (anexo 2), 2-NOM-052-ECOL-1993 (anexo 3), 3-NOM-052-ECOL-1993 y 4-NOM-052-ECOL-1993 (anexo 4), se considerarán peligrosos aquéllos que presenten una o más de las siguientes características: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y/o biológico infecciosas; atendiendo a los siguientes criterios.

Un residuo se considera peligroso por su corrosividad cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- En estado líquido o en solución acuosa presenta un pH sobre la escala menor o igual a 2.0, o mayor o igual a 12.5.
- En estado líquido o en solución acuosa y a una temperatura de 55 °C es capaz de corroer el acero al carbón (SAE 1020), a una velocidad de 6.35 milímetros o más por año.
- Un residuo se considera peligroso por su reactividad cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:
- Bajo condiciones normales (25 °C y 1 atmósfera), se combina o polimeriza violentamente sin detonación.





- En condiciones normales (25 °C y 1 atmósfera) cuando se pone en contacto con agua en relación (residuo-agua) de 5:1, 5:3, 5:5 reacciona violentamente formando gases, vapores o humos.
- Bajo condiciones normales cuando se ponen en contacto con soluciones de pH; ácido (HCl 1.0 N) y básico (NaOH 1.0 N), en relación (residuo-solución) de 5:1, 5:3, 5:5 reacciona violentamente formando gases, vapores o humos.
- Posee en su constitución cianuros o sulfuros que cuando se exponen a condiciones de pH entre 2.0 y 12.5 pueden generar gases, vapores o humos tóxicos en cantidades mayores a 250 mg de HCN/kg de residuo o 500 mg de H₂S/kg de residuo.
- Es capaz de producir radicales libres.

Un residuo se considera peligroso por su explosividad cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- Tiene una constante de explosividad igual o mayor a la del dinitrobenzeno.
- Es capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva a 25°C y a 1.03 kg/cm² de presión.

Un residuo se considera peligroso por su toxicidad al ambiente cuando presenta la siguiente propiedad:

- Cuando se somete a la prueba de extracción para toxicidad conforme a la norma oficial mexicana NOM-053-ECOL-1993, el lixiviado de la muestra representativa que contenga cualquiera de los constituyentes listados en las tablas 5-NOM-052-ECOL-1993, 6-NOM-052-ECOL-1993 y 7-NOM-052-ECOL-1993 (anexo 5) en concentraciones mayores a los límites señalados en dichas tablas.

Un residuo se considera peligroso por su inflamabilidad cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- En solución acuosa contiene más de 24% de alcohol en volumen.
- Es líquido y tiene un punto de inflamación inferior a 60°C.
- No es líquido pero es capaz de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos (a 25°C y a 1.03 kg/cm²).
- Se trata de gases comprimidos inflamables o agentes oxidantes que estimulan la combustión.





Un residuo con características biológico - infecciosas se considera peligroso cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- Cuando el residuo contiene bacterias, virus u otros microorganismos con capacidad de infección.
- Cuando contiene toxinas producidas por microorganismos que causen efectos nocivos a seres vivos.

La mezcla de un residuo peligroso conforme a esta norma con un residuo no peligroso será considerada residuo peligroso.

MANEJO

Los residuos que hayan sido clasificados como peligrosos y los que tengan las características de peligrosidad conforme a esta norma oficial mexicana deberán ser manejados de acuerdo a lo previsto en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos, las normas oficiales mexicanas correspondientes y demás procedimientos aplicables.

VIGILANCIA

La Secretaría de Desarrollo Social por conducto de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, es la autoridad competente para vigilar el cumplimiento de la presente norma oficial mexicana.

SANCIONES

El incumplimiento a esta norma oficial mexicana será sancionado conforme a lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, su Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos y demás disposiciones jurídicas aplicables.

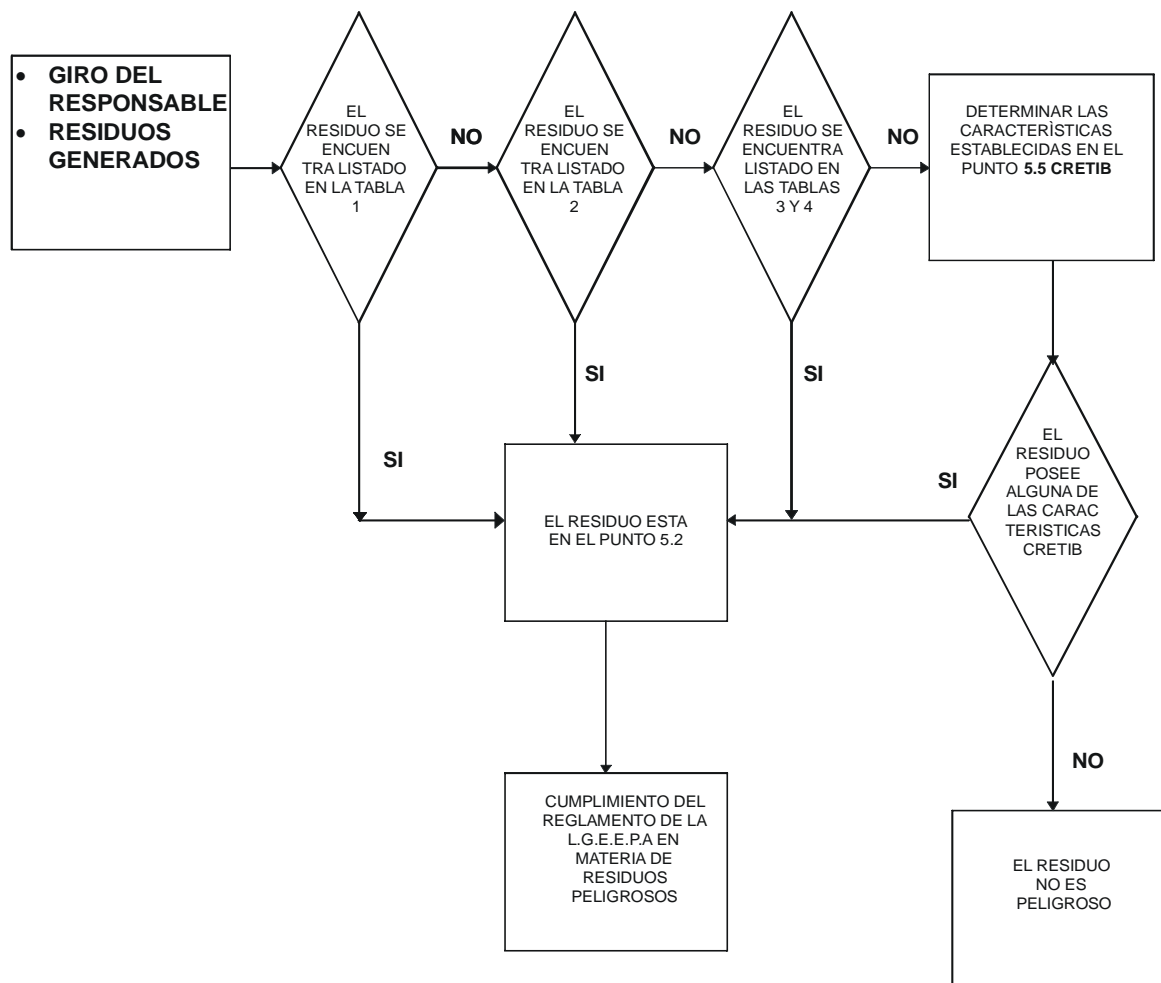
CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

Esta norma oficial mexicana coincide parcialmente con el Code of Federal Regulations, Vol. 40, Part, 260, 1991. U.S.A. (Código Federal de Regulaciones, Vol. 40, Parte 260, 1991, Estados Unidos de América).





ANEXO 1 CLASIFICACION DE LA DESIGNACION DE LOS RESIDUOS





ANEXO 2
TABLA 1-NOM-052-ECOL-1993,
CLASIFICACION DE RESIDUOS PELIGROSOS POR GIRO INDUSTRIAL Y
PROCESO.

NO. DE GIRO	GIRO INDUSTRIAL Y PROCESO.	CLAVE CRETIB	RESIDUO PELIGROSO	NO. INE
15.	QUÍMICO FARMACEUTICA.			
15.1	PRODUCCION DE FARMOQUÍMICOS	(T)	RESIDUOS DE LA PRODUCCION QUE CONTENGAN SUSTANCIAS TOXICAS AL AMBIENTE.	RP15.1/0 1
		(T)	CARBON ACTIVADO GASTADO QUE HAYA TENIDO CONTACTO CON PRODUCTOS QUE CONTENGAN SUSTANCIAS TOXICAS AL AMBIENTE.	RP15.1/0 2
		(T)	MATERIALES FUERA DE ESPECIFICACION QUE CONTENGAN SUSTANCIAS TOXICAS AL AMBIENTE.	RP15.1/0 3
15.2	ELABORACION DE MEDICAMENTOS.	(T)	RESIDUOS DE LA PRODUCCION Y MATERIALES CADUCOS O FUERA DE ESPECIFICACION QUE CONTENGAN SUSTANCIAS TOXICAS AL AMBIENTE.	RP15.2/0 1
		(T)	CARBON ACTIVADO GASTADO QUE HAYA TENIDO CONTACTO CON PRODUCTOS QUE CONTENGAN SUSTANCIAS TOXICAS AL AMBIENTE.	RP15.2/0 2
15.3	PRODUCCION DE BIOLÓGICOS.	(B)	RESIDUOS DE LA PRODUCCION, MATERIALES CADUCOS Y FUERA DE ESPECIFICACION.	RP15.3/0 1
		(T)	RESIDUOS DE PROCESOS QUE CONTENGAN SUSTANCIAS TOXICAS AL AMBIENTE.	RP15.3/0 2
15.4	PRODUCCION DE HEMODERIVADOS.	(B)	MATERIALES FUERA DE ESPECIFICACIONES.	RP15.4/0 1
15.5	PRODUCCION DE PRODUCTOS VETERINARIOS DE COMPUESTOS DE ARSENICO U ORGANO-ARSENICALES.	(T)	LODOS DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. RP15.5/01	
		(T)	RESIDUOS DE DESTILACION (BREAS) DE COMPUESTOS A BASE DE ANILINA.	RP15.5/0 2





ANEXO 3
TABLA 2-NOM-052-ECOL-1993,
CLASIFICACION DE RESIDUOS POR FUENTE NO ESPECÍFICA.

NO.DE FUENTE		CLAVE CRETIB	RESIDUO PELIGROSO	NO.IINE
1	FUENTES DIVERSAS Y NO ESPECÍFICAS.			
1.1	FUENTES NO ESPECIFICAS.	(T)	ENVASES Y TAMBOS VACIOS USADOS EN EL MANEJO DE MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS.	RPNE1.1/01
		(T)	LODOS DE DESECHO DEL TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES QUE CONTENGA CUALQUIER SUBSTANCIA TOXICA AL AMBIENTE EN CONCENTRACIONES MAYORES A LOS LÍMITES SEÑALADOS EN EL ARTICULO 5.5 DE ESTA NORMA.	RPNE1.1/02
		(T,I)	ACEITES LUBRICANTES GASTADOS.	RPNE1.1/03
		(T)	RESIDUOS DE BIFENILOS POLICLORADOS O DE CUALQUIER OTRO MATERIAL QUE LOS CONTENGA EN CONCENTRACION MAYOR DE 50 PPM.	RPNE1.1/04
		(T)	RESIDUOS DE EL MANEJO DE LA FIBRA DE ASBESTO PURO, INCLUYENDO POLVO, FIBRAS Y PRODUCTOS FACILMENTE DESMENUZABLES CON LA PRESION DE LA MANO (TODOS LOS RESIDUOS QUE CONTENGAN ASBESTO EL CUAL NO ESTE SUMERGIDO O FIJO EN UN AGLUTINANTE NATURAL O ARTIFICIAL).	RPNE1.1/05
		(T)	TODAS LAS BOLSAS QUE HAYAN TENIDO CONTACTO CON LA FIBRA DE ASBESTO, ASI COMO LOS MATERIALES FILTRANTES PROVENIENTES DE LOS EQUIPOS DE CONTROL COMO SON: LOS FILTROS, MANGAS, RESPIRADORES PERSONALES Y OTROS; QUE NO HAYAN RECIBIDO UN	RPNE1.1/06





NO.DE FUENTE		CLAVE CRETIB	RESIDUO PELIGROSO	NO.INE
			TRATAMIENTO PARA ATRAPAR LA FIBRA EN UN AGLUTINANTE NATURAL O ARTIFICIAL.	
		(T)	TODOS LOS RESIDUOS PROVENIENTES DE LOS PROCESOS DE MANUFACTURA CUYA MATERIA PRIMA SEA EL ASBESTO Y LA FIBRA SE ENCUENTRE EN FORMA LIBRE, POLVO O FACILMENTE DESMENUZABLE CON LA PRESION DE LA MANO.	RPNE1.1/07
		(T)	LOS SIGUIENTES SOLVENTES HALOGENADOS GASTADOS EN OPERACIONES DE DESENGRASADO: TETRACLOROETILENO, TRICLOROETILENO, CLORURO DE METILENO, 1,1,1-TRICLOROETANO, TETRACLORURO DE CARBONO, FLUOROCARBONOS CLORADOS Y LOS SEDIMENTOS O COLAS DE LA RECUPERACION DE ESTOS SOLVENTES Y MEZCLAS DE SOLVENTES GASTADOS.	RPNE1.1/08
		(T)	LOS SIGUIENTES SOLVENTES HALOGENADOS GASTADOS USADOS EN OTRAS OPERACIONES QUE NO SEA EL DESENGRASADO: TETRACLOROETILENO, CLORURO DE METILENO, TRICLOROETILENO, 1,1,1-TRICLOROETANO, CLOROBENCENO, 1,1,2-TRICLORO-1,2,2-TRIFLUORETANO, O-DICLOROBENCENO, TRICLOROFLUOROMETANO Y 1,1,2-TRICLOROETANO; Y LOS SEDIMENTOS O COLAS DE LA RECUPERACION DE ESTOS SOLVENTES Y MEZCLAS DE SOLVENTES GASTADOS.	RPNE1.1/09
		(T,I)	LOS SIGUIENTES SOLVENTES GASTADOS NO HALOGENADOS: XILENO, ACETONA, ACETATO DE ETILO, ETILBENCENO, ETER ETILICO,	RPNE1.1/10





NO.DE FUENTE		CLAVE CRETIB	RESIDUO PELIGROSO	NO.INE
			ISOBUTIL METIL CETONA, ALCOHOL N-BUTILICO, CICLOHEXANONA Y METANOL: Y LOS SEDIMENTOS O COLAS DE LA RECUPERACION DE ESTOS SOLVENTES Y MEZCLAS DE SOLVENTES GASTADOS.	
		(I,T)	LOS SIGUIENTES SOLVENTES GASTADOS NO HALOGENADOS: TOLUENO, ETIL METIL CETONA, DISULFURO DE CARBONO, ISOBUTANOL, PIRIDINA, BENCENO, 2-ETOXIETANOL; 2-NITROPROPANO Y LOS SEDIMENTOS DE LA RECUPERACION DE ESTOS SOLVENTES Y MEZCLAS DE SOLVENTES GASTADOS.	RPNE1.1/11
		(E,T)	LOS SIGUIENTES SOLVENTES GASTADOS NO HALOGENADOS: CRESOLES, ACIDO CRESILICO, NITROBENCENO Y LOS SEDIMENTOS DE LA RECUPERACION DE ESTOS SOLVENTES Y MEZCLAS DE SOLVENTES GASTADOS.	RPNE1.1/12
		(T)	RESIDUOS DEL TRI-TETRA-, O PENTACLOROFENOL PROVENIENTES DE SU PRODUCCION O DE SU USO COMO REACTANTE, PRODUCTO INTERMEDIO O COMPONENTE DE UNA FORMULACION.	RPNE1.1/13
		(T)	RESIDUOS DE TETRA-PENTA-, O HEXACLOROBENCENO PROVENIENTES DE SU USO COMO REACTANTE, PRODUCTO INTERMEDIO O COMPONENTE DE UNA FORMULACION, BAJO CONDICIONES ALCALINAS.	RPNE1.1/14





NO.DE FUENTE		CLAVE CRETIB	RESIDUO PELIGROSO	NO.INE
1.2	RESIDUOS PROVENIENTES DE HOSPITALES, LABORATORIOS Y CONSULTORIOS MEDICOS.	(B)	RESIDUOS DE SANGRE HUMANA.	RPNE1.2/01
		(B)	RESIDUO DE CULTIVO Y CEPAS DE AGENTES INFECCIOSOS.	RPNE1.2/02
		(B)	RESIDUOS PATOLOGICOS.	RPNE1.2/03
		(B)	RESIDUOS NO ANATOMICOS DE UNIDADES DE PACIENTES.	RPNE1.2/04
		(B)	RESIDUOS DE OBJETOS PUNZOCORTANTES USADOS.	RPNE1.2/05
		(B)	RESIDUOS INFECCIOSOS MISCELANEOS COMO: MATERIALES DE CURACION Y ALIMENTOS DE ENFERMOS CONTAGIOSOS.	RPNE1.2/06

ANEXO 4

TABLA 3-NOM-052-ECOL-1993.

CLASIFICACION DE RESIDUOS DE MATERIAS PRIMAS QUE SE CONSIDERAN PELIGROSAS EN LA PRODUCCION DE PINTURAS.

Esta tabla no se incluyo en este capitulo de tesis dado que su contenido no tiene relevancia alguna para la investigación, pero como es mencionada en esta norma se incluye solo el nombre y a que hace referencia dicha tabla.

TABLA 4-NOM-052-ECOL-1993.

CLASIFICACION DE RESIDUOS Y BOLSAS O ENVASES DE MATERIAS PRIMAS QUE SE CONSIDERAN PELIGROSAS EN LA PRODUCCION DE PINTURAS.

Esta tabla no se incluyo en este capitulo de tesis dado que su contenido no tiene relevancia alguna para la investigación, pero como es mencionada en esta norma se incluye solo el nombre y a que hace referencia dicha tabla.





ANEXO 5
TABLA 5-NOM-052-ECOL-1993
CARACTERISTICAS DEL LIXIVIADO (PECT) QUE HACEN PELIGROSO A UN
RESIDUO POR SU TOXICIDAD AL AMBIENTE

NO. DE INE	CONSTITUYENTES INORGANICOS.	CONCENTRACION MAXIMA PERMITIDA (mg/l)
C.1.01	ARSENICO	5.0
C.1.02	BARIO	100.00
C.1.03	CADMIO	1.0
C.1.04	CROMO HEXAVALENTE	5.0
C.1.05	NIQUEL	5.0
C.1.06	MERCURIO	0.2
C.1.07	PLATA	5.0
C.1.08	PLOMO	5.0
C.1.09	SELENIO	1.0

TABLA 6-NOM-052-ECOL-1993

NO. DE INE.	CONSTITUYENTES ORGANICOS	CONCENTRACION MAXIMA PERMITIDA (mg/l)
C.O.01	ACRILONITRILO	5.0
C.O.02	CLORDANO	0.03
C.O.03	o-CRESOL	200.0
C.O.04	m-CRESOL	200.0
C.O.05	p-CRESOL	200.0
C.O.06	ACIDO 2,4-DICLOROFENOXIACETICO	10.0
C.O.07	2,4-DINITROTOLUENO	0.13





C.O.08	ENDRIN	0.02
C.O.09	HEPTACLORO (Y SU EPOXIDO)	0.008
C.O.010	HEXACLOROETANO	3.0
C.O.011	LINDANO	0.4
C.O.012	METOXICLORO	10.0
C.O.013	NITROBENCENO	2.0
C.O.014	PENTACLOROFENOL	100.0
C.O.015	2,3,4,6-TETRACLOROFENOL	1.5
C.O.016	TOXAFENO (CANFENOCLORADO TECNICO)	0.5
C.O.017	2,4,5-TRICLOROFENOL	400.0
C.O.018	2,4,6-TRICLOROFENOL	2.0
C.O.019	ACIDO 2,4,5-TRICLORO FENOXIPROPIONICO (SILVEX)	1.0

TABLA 7-NOM-052-ECOL-1993

No. DE INE	CONSTITUYENTE ORGANICO VOLATIL	CONCENTRACION MAXIMA PERMITIDA (mg/l)
C.V.01	BENCENO	0.5
C.V.02	ETER BIS (2-CLORO ETILICO)	0.05
C.V.03	CLOROBENCENO	100.0
C.V.04	CLOROFORMO	6.0
C.V.05	CLORURO DE METILENO	8.6





TABLA 7-NOM-052-ECOL-1993

No. DE INE	CONSTITUYENTE ORGANICO VOLATIL	CONCENTRACION MAXIMA PERMITIDA (mg/l)
C.V.06	CLORURO DE VINILO	0.2
C.V.07	1,2-DICLOROBENCENO	4.3
C.V.08	1,4-DICLOROBENCENO	7.5
C.V.09	1.2-DICLOROETANO	0.5
C.V.010	1,1-DICLOROETILENO	0.7
C.V.011	DISULFURO DE CARBONO	14.4
C.V.012	FENOL	14.4
C.V.013	HEXACLOROBENCENO	0.13
C.V.014	HEXACLORO-1,3-BUTADIENO	0.5
C.V.015	ISOBUTANOL	36.0
C.V.016	ETILMETILCETONA	200.0
C.V.017	PIRIDINA	5.0
C.V.018	1,1,1,2-TETRACLOROETANO	10.0
C.V.019	1,1,2,2-TETRACLOROETANO	1.3
C.V.020	TETRACLORURO DE CARBONO	0.5
C.V.021	TETRACLOROETILENO	0.7
C.V.022	TOLUENO	14.4
C.V.023	1,1,1-TRICLOROETANO	30.0
C.V.024	1,1,2-TRICLOROETANO	1.2





TABLA 7-NOM-052-ECOL-1993

No. DE INE	CONSTITUYENTE ORGANICO VOLATIL	CONCENTRACION MAXIMA PERMITIDA (mg/l)
C.V.025	TRICLOROETILENO	0.5

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-055-ECOL-1993, QUE ESTABLECE LOS REQUISITOS QUE DEBEN REUNIR LOS SITIOS DESTINADOS AL CONFINAMIENTO CONTROLADO DE RESIDUOS PELIGROSOS, EXCEPTO DE LOS RADIATIVOS.

CONSIDERANDO

Que la construcción de confinamientos controlados para la disposición final de los residuos peligrosos debe reunir condiciones de máxima seguridad, a fin de garantizar la protección de la población y el equilibrio ecológico.

Que habiéndose cumplido el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para la elaboración de proyectos de normas oficiales mexicanas, el C. Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental ordenó la publicación del proyecto de norma oficial mexicana NOM-PA-CRP-004/93, que establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos, excepto de los radiactivos, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 2 de julio de 1993, con el objeto de que los interesados presentaran sus comentarios al citado Comité Consultivo.

OBJETO

Esta norma oficial mexicana establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos, excepto de los radiactivos.

CAMPO DE APLICACION

La presente norma oficial mexicana es de observancia obligatoria para la selección de sitios destinados al confinamiento de residuos peligrosos.





REFERENCIAS

NOM-052-ECOL

Que establece las características de los residuos peligrosos, listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

NOM-053-ECOL

Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

NOM-054-ECOL

Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-ECOL-1993.

ESPECIFICACIONES

Los requisitos que debe reunir el sitio destinado al confinamiento controlado de residuos peligrosos, son los siguientes:

Geohidrológicos

- Ubicarse preferentemente en una zona que no tenga conexión con acuíferos.
- De no cumplirse la condición anterior, el acuífero subyacente debe estar a una profundidad mínima de 200 metros.
- En caso de no cumplirse las condiciones anteriores, el acuífero subyacente debe ser un acuífero confinado y las características del material ubicado entre éste y la superficie, deben ser tales que cualquier elemento contaminante quede retenido en él antes de llegar al acuífero.
- El tiempo de flujo de la superficie al manto freático debe ser mayor de 300 años.

Hidrología superficial

- Ubicarse fuera de llanuras de inundación con un período de retorno de 10,000 años delimitado con un ajuste de tipo Gumbell (Springall, 1980).
- Estar alejado en desnivel 20 metros a partir del fondo del cauce de corrientes con un escurrimiento medio anual mayor de 100 metros cúbicos.





- Estar alejado longitudinalmente 500 metros a partir del centro del cauce de cualquier corriente superficial, ya sea permanente o intermitente, sin importar su magnitud.

La cuenca de aportación hasta el sitio debe ser en lo posible, pequeña y cerrada.

- De no cumplirse la condición anterior, debe ubicarse dentro de la cuenca hidrológica aguas abajo de asentamientos humanos mayores de 10,000 habitantes y de zonas con una densidad industrial mayor de 50 industrias.

Ecológicos.

- Ubicarse fuera de las zonas que comprende el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas y de las zonas del patrimonio cultural.
- Ubicarse en áreas en donde no represente un peligro para las especies protegidas o en peligro de extinción, o en aquéllas en las que el impacto ambiental sea mínimo para los recursos naturales.

Climáticos

- Ubicarse en zonas en donde se evite que los vientos dominantes transporten las posibles emanaciones a los centros de población y sus asentamientos humanos.
- La porción de la lluvia promedio diaria susceptible de infiltrarse, calculada a partir del coeficiente de escurrimiento promedio diario, debe ser menor que la capacidad de campo del terreno.
- Evitar regiones con intensidad de precipitación media anual mayor de 2,000 milímetros.
- La evaporación promedio mensual, debe ser al menos el doble de la lluvia promedio mensual.

- Crecimiento de centros de población
- La distancia del límite del centro de población debe ser como mínimo de 25 kilómetros para poblaciones mayores de 10,000 habitantes con proyección al año 2010.
- La distancia del límite del centro de población debe ser como mínimo de 15 kilómetros para poblaciones entre 5,000 y 10,000 habitantes con proyección al año 2010.





Sísmicos

- Ubicarse preferentemente en zona asísmica.
- De no cumplirse la condición anterior, el riesgo sísmico debe ser mínimo por lo que no deben haberse registrado más de cuatro sismos de magnitud mayores de 7 grados en la escala de Richter en los últimos 100 años.

Topográficos

- La pendiente media del terreno natural del sitio de confinamiento no debe ser menor de 5 por ciento, ni mayor de 30 por ciento.

Acceso

- El camino de acceso que une al sitio con las vías principales de comunicación debe ser transitable en todo tiempo y estar en buenas condiciones de seguridad. El sitio debe localizarse a no menos de 500 metros de vías de comunicación federal o estatal.

CONDICIONANTES

- La Secretaría de Desarrollo Social podrá autorizar la realización de medidas y obras, cuyos efectos resulten equivalentes a los que se obtendrán del cumplimiento de los requisitos previstos en los puntos anteriores, cuando se acredite técnicamente su efectividad.

VIGILANCIA

- La Secretaría de Desarrollo Social por conducto de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, es la autoridad competente para vigilar el cumplimiento de la presente norma oficial mexicana.

SANCIONES

- El incumplimiento a las disposiciones contenidas en esta norma oficial mexicana será sancionado conforme a lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, su Reglamento en materia de Residuos Peligrosos y demás disposiciones jurídicas aplicables.





NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-056-ECOL-1993, QUE ESTABLECE LOS REQUISITOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LAS OBRAS COMPLEMENTARIAS DE UN CONFINAMIENTO CONTROLADO DE RESIDUOS PELIGROSOS.

CONSIDERANDO

Que los confinamientos controlados para la disposición final de residuos peligrosos deben reunir las condiciones de máxima seguridad para garantizar la protección de la población y el equilibrio ecológico, por lo que es necesario establecer los requisitos para el diseño y construcción de sus obras complementarias.

OBJETO

Esta norma oficial mexicana establece los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.

CAMPO DE APLICACION

Esta norma oficial mexicana es de observancia obligatoria en el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.

REFERENCIAS

NOM-055-ECOL

Que establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos, excepto de los radiactivos.

NOM-057-ECOL

Que establece los requisitos que deben observarse en el diseño, construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado para residuos peligrosos.

NOM-058-ECOL

Que establece los requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.

DEFINICIONES

Celda de confinamiento

El espacio creado artificialmente dentro de un confinamiento controlado para la disposición final de residuos peligrosos.





Celda de tratamiento

El espacio creado artificialmente para reducir la peligrosidad y volumen de los residuos peligrosos.

Obras complementarias

El conjunto de obras de apoyo necesarias para llevar a cabo la correcta operación del confinamiento controlado.

Zonas restringidas

Las áreas del confinamiento controlado que requieren de equipo de protección personal, conocimiento del riesgo y entrenamiento preciso para permanecer en ellas.

ÁREAS DE ACCESO Y ESPERA

Las áreas de acceso y espera tienen como propósito el control de entradas y salidas del personal y vehículos del confinamiento controlado.

El área de acceso debe tener un ancho de 8.00 m como mínimo.

El área de espera deberá tener la capacidad suficiente para el estacionamiento de los vehículos que transporten residuos peligrosos y que requieran esperar turno de acceso.

CERCA PERIMETRAL Y DE SEGURIDAD

La cerca perimetral del confinamiento controlado deberá construirse con alambre de púas de cinco hilos de 1.50 m de alto, a partir del nivel del suelo con postes de concreto o tubo galvanizado debidamente empotrados.

La cerca de seguridad para zonas restringidas del confinamiento controlado deberán ser de malla tipo ciclónica de 5 cm de separación, soportada con postes de tubo galvanizado de 2 pulgadas de diámetro, colocados como máximo cada 3 m entre sí y con una altura mínima de 2.60 m.

CASETA DE VIGILANCIA

La caseta de vigilancia deberá instalarse a la entrada del confinamiento controlado y tendrá dimensiones mínimas de 4 m².

CASETA DE PESAJE Y BÁSCULA

La caseta de pesaje contará con una superficie mínima de 16 m² para alojar el dispositivo indicador de la báscula y el mobiliario necesario para el registro y archivo de datos.

La báscula deberá ubicarse cerca de la entrada del confinamiento controlado y contar con:





Superficie de dimensiones suficientes para dar servicio a la unidad de transporte de mayor capacidad de carga y capacidad mínima de 60 toneladas.

La báscula podrá ser de operación manual o semiautomática, con divisiones mínimas de 2 a 5 kg; precisión de 2 a 4 kg y su instalación deberá apegarse a las especificaciones del fabricante.

LABORATORIO

El laboratorio de análisis físico-químico deberá contar con los dispositivos y equipos necesarios para la toma de muestreos, verificar la composición y características de peligrosidad de los residuos, así como para realizar los análisis de lixiviados y pruebas de campo.

El laboratorio debe reunir como mínimo las condiciones siguientes:

- Localizarse fuera del área administrativa y de las celdas de confinamiento.
- Contar con extracción de aire, con arreglos de bocatoma para las mesas de trabajo y vacío para flujo laminar.
- Iluminación a prueba de explosión.
- Pisos antiderrapantes y sellados.
- Mesas de trabajo con instalación eléctrica.
- Materiales de construcción no inflamables.
- Tarja de acero inoxidable.
- Tanque de recepción de agua para lavado de equipo.
- Regadera de emergencia.
- Lavaojos.
- Cuarto de albergue de gases para análisis.
- Múltiple con cinturón para sujeción de cilindros.
- Estantería para el almacenamiento de reactivos.
- Campana de extracción con flujo laminar.
- Área de instrumentos.
- Tanque o fosa de recepción de aguas de lavado de equipo.

ÁREA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL

El área de almacenamiento temporal estará destinada para la recepción de residuos peligrosos incompatibles: cuando sea necesario el tratamiento previo, no haya celda disponible o cuando no sea posible en forma inmediata realizar su confinamiento.





Esta área deberá:

Tener una capacidad mínima de siete veces el volumen promedio de residuos peligrosos que diariamente se reciban.

Contar con los compartimientos suficientes para la separación de los residuos, según sus características de incompatibilidad.

Estar techada con material no inflamable, contar con equipo contra incendios y plataformas para la descarga de envases y embalajes.

Tener capacidad para estibar como máximo tres tambores de 200 l conteniendo residuos peligrosos.

En el área de almacenamiento temporal no se deberán depositar residuos peligrosos a granel.

ÁREA DE EMERGENCIA

El área de emergencia estará destinada para la recepción de residuos peligrosos que:

Provegan de alguna contingencia.

Requieran de almacenamiento temporal por un período no mayor de tres meses.

Deban estabilizarse para su depósito en celdas especiales o, en su defecto, para ser retirados a otro confinamiento que cumpla con los requisitos de seguridad que señalen las normas oficiales mexicanas aplicables.

El área de emergencia deberá:

Estar ubicada en un lugar separado de las demás obras complementarias.

Tener una superficie de 20 m² como mínimo.

Estar techada con material no inflamable.

Contar con los compartimientos suficientes para mantener separados los residuos peligrosos en función de sus características físico-químicas y tóxicas.

ÁREA DE LIMPIEZA

El área de limpieza estará destinada para el aseo de vehículos de transporte, equipos y materiales utilizados en la operación del confinamiento y deberá reunir las condiciones siguientes:

Estar ubicada a distancia del área administrativa y cerca de las celdas del confinamiento.

Contar con iluminación suficiente.

Estar dotada con equipo de agua y aire a presión.

Tener pisos con acabado rugoso y juntas estructurales debidamente selladas a la losa de desplante.





Tener instaladas en los pisos canaletas y rejillas con pendiente de un 2% para conducir los líquidos a un depósito con capacidad suficiente para captar los líquidos que se generen.

Ser de fácil aseo y evitar espacios muertos.

DRENAJE

Las obras de drenaje serán de tipo exterior e interior.

Las obras de drenaje exterior, conforme a las condiciones topográficas del sitio, deben ser a base de canales abiertos con diques o muros de contención y sujetarse a las bases siguientes:

En condiciones topográficas suaves deben emplearse canales abiertos para el desvío de las corrientes provenientes de las áreas circundantes.

En el caso de que el terreno sea plano el contorno se deberá proteger mediante muros de contención.

Los canales exteriores deben revestirse con mortero, cemento-arena en proporción 1:3 o mediante un zampeado de piedra junteada con mortero, cemento-arena en proporción 1:5. La velocidad del agua dentro de los canales no debe ser menor de 0.60 m/seg, ni mayor de 3.00 m/seg.

Las obras de drenaje interior deberán:

Construirse mediante canales de sección triangular con taludes 3:1, rellenos con grava de 3 cm de tamaño máximo, para evitar socavaciones.

Captar las aguas pluviales y conducir las a una celda con impermeabilización natural o sintética en la base.

En los drenajes exteriores e interiores la dimensión de canales se efectuará mediante la fórmula de Manning, obteniendo el gasto de diseño a partir del Método Racional Americano o la fórmula de Burkli-Ziegler.

Fórmula del Método Racional Americano:

$$Q = \frac{C i A}{0.36}$$

Q = Gasto máximo en l/s

C = Coeficiente de escurrimiento

i = Intensidad de lluvia en mm/h

A = Área por drenar en Ha

0.36 = Factor de conversión





Fórmula de Burkli-Ziegler:

$$Q = 27.78 C i S^{1/4} A^{3/4}$$

Q = Gasto máximo en l/s

C = Coeficiente de escurrimiento (sin dimensiones)

i = Intensidad de lluvia en cm/h

S = Pendiente del terreno en milésimas

A = Área por drenar en Ha

SEÑALAMIENTOS

Los señalamientos deberán instalarse en el área de acceso, en los caminos exteriores e interiores, andadores y zonas restringidas.

Los señalamientos deberán ser de tres tipos: informativo, preventivo y restrictivo.

Los señalamientos de tipo informativo deberán:

Estar ubicados en sitios próximos a la caseta de pesaje, báscula y demás lugares de interés, a una distancia no menor de 60 m, ni mayor de 150 m de dicho sitio.

Colocarse sobre placas de 0.60 x 0.40 m.

Ser de colores en fondo blanco con biseles y letras negras.

Los señalamientos de tipo preventivo deberán:

Estar ubicados en los sitios próximos a curvas o entronques, a una distancia no menor de 60 m, ni mayor de 150 m, en todos los casos.

Colocarse sobre placas de 0.60 x 0.60 m.

Ser de colores en fondo amarillo con biseles y letras negras.

Los señalamientos de tipo restrictivo deberán:

Indicar la velocidad permitida, el sentido de circulación y el señalamiento de los sitios en los que se prohíba el estacionamiento de vehículos.

Colocarse sobre placas de 0.45 x 0.60 m.

Ser de colores en fondo blanco con biseles y letras rojas.

Las placas de señalamiento deberán estar fijadas en postes tubulares galvanizados de 5 cm de diámetro, con una altura de 1.50 m a partir del nivel del piso a la parte inferior del señalamiento.

El anclaje de los postes para los señalamientos fijos debe tener su base a 0.30 m de profundidad; en los señalamientos móviles pueden emplearse llantas de automóvil rellenas de concreto o crucetas de solera de acero con sección en ángulo.





POZOS DE MONITOREO

Los pozos de monitoreo serán para lixiviados y para aguas subterráneas.

Los pozos de monitoreo para lixiviados deberán:

Estar ubicados dentro o fuera de la celda de confinamiento, considerando el sentido de las pendientes.

Estar cimentados e impermeabilizados como se especifica en la norma oficial mexicana correspondiente.

Reunir las características a que se refiere la norma oficial mexicana NOM-057-ECOL-1993 y conforme a las especificaciones establecidas en los anexos 1 y 2 de esta norma oficial mexicana.

Las emanaciones y vapores generados en el pozo de monitoreo deberán ser monitoreados, extraídos analizados y tratados si es el caso; debiendo quedar asentada la información en bitácora.

El número de pozos se determinará por las dimensiones del confinamiento.

Los pozos de monitoreo para las aguas subterráneas deberán tener las características siguientes:

La ubicación de los pozos se definirá por el sentido de circulación de las aguas subterráneas.

Los pozos se instalarán fuera del predio del confinamiento, a una distancia entre 50 y 150 m a partir del límite de éste.

La profundidad de los pozos será cuando menos de 10 metros por debajo del nivel dinámico del acuífero o bien, a 150 m.

Tener como mínimo un diámetro de 10 cm y estar ademados en toda su longitud, mediante tubos de acero.

Contar con un sistema de bombeo, cuya potencia se calculará en función de la profundidad del nivel freático.





NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-087-ECOL-1995 QUE ESTABLECE LOS REQUISITOS PARA LA SEPARACION, ENVASADO, ALMACENAMIENTO, RECOLECCION, TRANSPORTE, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICO-INFECCIOSOS QUE SE GENERAN EN ESTABLECIMIENTOS QUE PRESTEN ATENCION MEDICA

INTRODUCCION

El manejo de los residuos peligrosos biológico-infecciosos en los establecimientos que prestan atención médica constituye un gran problema a nivel nacional, por lo que es necesario el establecimiento de requisitos para su control.

OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

Esta Norma Oficial Mexicana establece los requisitos para la separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos biológico-infecciosos que se generen en establecimientos que presten atención médica, tales como clínicas y hospitales, así como laboratorios clínicos, laboratorios de producción de agentes biológicos, de enseñanza y de investigación, tanto humanos como veterinarios en pequeñas especies y centros antirrábicos y es de observancia obligatoria en dichos establecimientos, cuando éstos generen más de 25 kg. (Veinticinco kilogramos) al mes o 1 kg. (Un kilogramo) al día de los residuos peligrosos contemplados en esta Norma.

REFERENCIAS

NOM-052-ECOL-1993

Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de octubre de 1993.

NOM-029-ECOL-1993

Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de hospitales, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de octubre de 1993.

NOM-031-ECOL-1993

Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales provenientes de la industria, actividades agroindustriales, de servicios y el tratamiento de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado urbano o municipal, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de octubre de 1993.





DEFINICIONES

Agente biológico.

Preparación de microorganismos, sus metabolitos o derivados que se utilizan con fines terapéuticos o de investigación.

Atención médica.

El conjunto de servicios que se proporcionan con el fin de proteger, promover y restaurar la salud humana y animal.

Cepa.

Cultivo puro de microorganismos procedente de un aislamiento.

Combustión.

Método de tratamiento que consiste en la oxidación de los residuos mediante procesos controlados a altas temperaturas.

Cremación.

Proceso para la destrucción de partes orgánicas y residuos patológicos mediante la combustión.

Desinfección.

Destrucción de los microorganismos patógenos en todos los ambientes, materias o partes en que pueden ser nocivos, por los distintos medios mecánicos, físicos o químicos contrarios a su vida o desarrollo, con el fin de reducir el riesgo de transmisión de enfermedades.

Ductos neumáticos o de gravedad.

Sistemas de conductos que son utilizados para el transporte de residuos, usando como fuerza motriz, aire a presión, vacío o gravedad.

Establecimiento de atención médica.

El lugar público o privado, fijo o móvil cualquiera que sea su denominación, que preste servicios de atención médica, ya sea ambulatorio o para internamiento de seres humanos y animales.

Muestra biológica

Fracción de tejido o fluido corporal que se extrae de organismos vivos para su análisis, durante su diagnóstico o tratamiento.





Órgano.

La entidad morfológica compuesta por la agrupación de tejidos diferentes que concurren al desempeño del mismo trabajo fisiológico.

Residuo Peligroso biológico-infeccioso.

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.

Tejido.

La entidad morfológica compuesta por la agrupación de células de la misma naturaleza, ordenadas con regularidad y que desempeñan una misma función.

Tratamiento de residuos peligrosos biológico-infecciosos.

El método que elimina las características infecciosas de los residuos peligrosos biológico-infecciosos.

CLASIFICACION DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICO-INFECCIOSOS

Para efectos de esta Norma Oficial Mexicana y de acuerdo con lo establecido en la NOM-052-ECOL-1993, que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de octubre de 1993, se consideran residuos peligrosos biológico-infecciosos los siguientes:

La sangre.

- Los productos derivados de la sangre incluyendo, plasma, suero y paquete globular.
- Los materiales con sangre o sus derivados aún cuando se hayan secado, así como los recipientes que los contienen o contuvieron.
- Los 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.





Los patológicos.

- Los tejidos, órganos, partes y fluidos corporales que se remueven durante las necropsias, la cirugía o algún otro tipo de intervención quirúrgica.
- Las muestras biológicas para análisis químico, microbiológico, citológico o histológico.
- Los cadáveres de pequeñas especies animales provenientes de clínicas veterinarias, centros antirrábicos o los utilizados en los centros de investigación.

Los residuos no anatómicos derivados de la atención a pacientes y de los laboratorios.

- El equipo, material y objetos utilizados durante la atención a humanos o animales.
- Los equipos y dispositivos desechables utilizados para la exploración y toma de muestras biológicas.

Los objetos punzocortantes usados o sin usar.

- Los que han estado en contacto con humanos o animales o sus muestras biológicas durante el diagnóstico y tratamiento, incluyendo navajas, lancetas, jeringas, pipetas Pasteur, agujas hipodérmicas, de acupuntura y para tatuaje, bisturís, cajas de Petri, cristalería entera o rota, porta y cubre objetos, tubos de ensayo y similares.

CLASIFICACION DE LOS ESTABLECIMIENTOS GENERADORES DE RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICO-INFECCIOSOS

Para efectos de esta Norma Oficial Mexicana, los establecimientos de atención médica se clasifican como se establece en la tabla 1- NOM-087-ECOL-1995.





T A B L A 1- NOM-087-ECOL-1995

NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III
<ul style="list-style-type: none"> • Clínicas de consulta externa y veterinarias en pequeñas especies. • Laboratorios clínicos que realicen de 1 a 20 análisis al día. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hospitales que tengan de 1 a 50 camas. • Laboratorios clínicos que realicen de 21 a 100 análisis al día. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hospitales con más de 50 camas. • Laboratorios clínicos que realicen más de 100 análisis clínicos al día. • Laboratorios para la producción de biológicos. • Centros de enseñanza e investigación. • Centros antirrábicos.

Las unidades médicas independientes que se encuentren ubicadas en un mismo inmueble y que generen en su conjunto residuos peligrosos en los términos y cantidades señalados en esta Norma, deberán designar un representante común quien será el responsable del manejo de estos residuos.

Las obligaciones a que queden sujetas las unidades médicas señaladas en el párrafo anterior, serán determinadas por la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, a través del Instituto Nacional de Ecología.

MANEJO

Los establecimientos referidos en la Tabla 1 de esta Norma Oficial Mexicana, además de cumplir con lo establecido en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos, deberán cumplir con las siguientes fases de manejo de sus residuos:

- Identificación de los residuos y de las actividades que los generan.
- Envasado de los residuos generados.
- Recolección y transporte interno.
- Almacenamiento temporal.
- Recolección y transporte externo.
- Tratamiento.
- Disposición final.
- Identificación y envasado.





Se deberán separar y envasar todos los residuos peligrosos biológico-infecciosos generados en establecimientos de atención médica, de acuerdo con sus características físicas y biológico-infecciosas, conforme a la Tabla 2 de esta Norma Oficial Mexicana.

Tabla 2- NOM-087-ECOL-1995

TIPO DE RESIDUOS	ESTADO FÍSICO	ENVASADO	COLOR
4.1 Sangre			
4.2 Cultivos y cepas almacenadas de agentes infecciosos	Sólidos	Bolsa de plástico	Rojo
4.4 Residuos no anatómicos derivados de la atención a pacientes y los laboratorios	Líquidos	Recipientes herméticos	Rojo
4.3 Patológicos	Sólidos	Bolsa de plástico	Amarillo
	Líquidos	Recipientes Herméticos	Amarillo
4.5 Objetos punzocortantes usados y sin usar	Sólidos	Recipientes rígidos	Rojo

Las bolsas deberán ser de plástico, impermeables, de calibre mínimo 200 y deberán cumplir los valores mínimos de los parámetros indicados en la Tabla 3 de esta Norma Oficial Mexicana, aplicando los métodos de prueba ASTM correspondientes. Los materiales utilizados deberán estar libres de metales pesados y cloro, mientras que los colorantes deberán ser fisiológicamente inocuos.

TABLA 3- NOM-087-ECOL-1995

PARAMETRO	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.





Las bolsas se llenarán al 80 % de su capacidad, cerrándose antes de ser transportadas al sitio de almacenamiento y deberán tener la leyenda que indique "PELIGRO RESIDUOS PELIGROSOS SÓLIDOS BIOLÓGICO-INFECCIOSOS" y estar marcadas con el símbolo universal de riesgo biológico.

Los recipientes de los residuos peligrosos punzocortantes deben ser rígidos, de polipropileno, resistentes a fracturas y pérdida del contenido al caerse, destruibles por métodos fisicoquímicos, esterilizables, con una resistencia mínima de penetración de 12.5 N (doce punto cinco Newtons) en todas sus partes y tener tapa con o sin separador de agujas y abertura para depósito con dispositivos para cierre seguro. Deben ser de color rojo y libre de metales pesados y cloro, debiendo estar etiquetados con la leyenda que indique "PELIGRO, RESIDUOS PUNZOCORTANTES BIOLÓGICO-INFECCIOSOS" y marcados con el símbolo universal de riesgo biológico de esta Norma Oficial Mexicana.

La resistencia mínima de penetración será determinada por la medición de la fuerza requerida para penetrar los lados y la base con una aguja hipodérmica calibre 21 mediante dispositivos como el Instrón, Calibrador de Fuerza Chatillón o tensiómetro.

Una vez llenos, los recipientes no deben ser abiertos o vaciados.

Los recipientes de los residuos peligrosos líquidos deben ser rígidos, con tapa hermética, etiquetados con una leyenda que indique "PELIGRO, RESIDUOS PELIGROSOS LIQUIDOS BIOLÓGICO-INFECCIOSOS" y marcados con el símbolo universal de riesgo biológico

Recolección y transporte interno.

- Se destinarán carritos manuales de recolección exclusivamente para la recolección y depósito en el área de almacenamiento.
- Los carritos manuales de recolección 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 marcado con el símbolo universal de riesgo biológico (Anexo 1) de esta Norma Oficial Mexicana.
- El diseño del carrito manual de recolección deberá prever la seguridad en la sujeción de las bolsas y los contenedores, así como el fácil tránsito dentro de la instalación.
- Los carritos manuales de recolección no deberán rebasar su capacidad de carga durante su uso.





- No podrán utilizarse ductos neumáticos o de gravedad como medio de transporte interno de los residuos peligrosos biológico-infecciosos, tratados o no tratados.
- Se deberán establecer rutas de recolección para su fácil movimiento hacia el área de almacenamiento.

El equipo mínimo de protección del personal que efectúe la recolección consistirá en uniforme completo, guantes y mascarilla o cubre boca. Si se manejan residuos líquidos se deberán usar anteojos de protección.

Los establecimientos de atención médica pertenecientes al nivel I quedarán exentos del cumplimiento de los dos primeros puntos referentes a la Recolección y Transporte Interno.

Almacenamiento.

- Se deberá destinar un área para el almacenamiento de los residuos peligrosos biológico-infecciosos.
- Los establecimientos que correspondan al nivel I quedarán exentos del cumplimiento de las áreas de confinamiento para envases pudiendo ubicar los contenedores en el lugar más apropiado dentro de sus instalaciones de manera tal que no obstruyan las vías de acceso y sean movidos sólo durante las operaciones de recolección.
- Los residuos peligrosos biológico-infecciosos envasados deberán almacenarse en contenedores con tapa y rotulados con el símbolo universal de riesgo biológico, con la leyenda "PELIGRO, RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICO-INFECCIOSOS".
- El período de almacenamiento temporal a temperatura ambiente estará sujeto al tipo de establecimiento, como sigue:

Nivel I: hasta 7 días.

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. (Cuatro grados centígrados)





El área referida debe:

- Estar separada de las siguientes áreas: de pacientes, visitas, cocina, comedor, instalaciones sanitarias, sitios de reunión, áreas de esparcimiento, oficinas, talleres y lavandería.
- Estar techada y ubicada donde no haya riesgo de inundación y que sea de fácil acceso.
- Contar con extinguidores de acuerdo al riesgo asociado.
- Contar con muros de contención lateral y posterior con una altura mínima de 20 cm (20 centímetros) para detener derrames.
- Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los mismos, en lugares y formas visibles.
- Contar con una pendiente del 2 % (dos por ciento) en sentido contrario a la entrada.
- 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.
- Tener una capacidad mínima, de tres veces el volumen promedio de residuos peligrosos biológico infecciosos generados diariamente.
- El acceso a esta área sólo se permitirá al personal responsable de estas actividades y se deberán realizar las adecuaciones en las instalaciones para los señalamientos de acceso respectivos.
- El diseño, la construcción y la ubicación de las áreas de almacenamiento temporal destinadas al manejo de residuos peligrosos biológico-infecciosos deberán contar con la autorización correspondiente por parte de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, a través del Instituto Nacional de Ecología.

Recolección y transporte externo.

- La recolección y el transporte de los residuos peligrosos referidos en el punto 1 de esta Norma Oficial Mexicana, deberá realizarse conforme a lo dispuesto en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos, en el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos y en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables; y deberá cumplir lo siguiente:
- Sólo podrán recolectarse los residuos que cumplan con el envasado, embalado y etiquetado o rotulado como se establece en esta Norma Oficial Mexicana.





- Los residuos peligrosos biológico-infecciosos no deberán ser compactados durante su recolección y transporte.
- Los contenedores referidos en esta Norma Oficial deberán ser lavados y desinfectados después de cada ciclo de recolección.
- Los vehículos recolectores deberán ser de caja cerrada, hermética y contar con sistemas de captación de escurrimientos, además de sistemas mecanizados de carga y descarga.
- Las unidades para el transporte de residuos peligrosos biológico-infecciosos deberán contar con sistemas de enfriamiento para mantener los residuos a una temperatura de 4 °C (cuatro grados centígrados) cuando la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca lo considere necesario.
- Los residuos peligrosos biológico-infecciosos sin tratamiento, no deberán mezclarse con ningún otro tipo de residuos municipales o de origen industrial durante su transporte.

Tratamiento.

- Los residuos peligrosos biológico-infecciosos deberán ser tratados por métodos físicos o químicos.
- Los métodos de tratamiento serán autorizados por la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, a través del Instituto Nacional de Ecología y deberán cumplir los siguientes criterios generales:

Deberá garantizar la eliminación de microorganismos patógenos, y

- Deberán volver irreconocibles a los residuos peligrosos biológico-infecciosos.
- Los residuos patológicos deben ser cremados, excepto aquéllos que estén destinados a fines terapéuticos, de investigación y docencia.
- Los métodos de tratamiento deberán cumplir previo a su autorización, un protocolo de pruebas que al efecto determine la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, a través del Instituto Nacional de Ecología.
- El tratamiento podrá realizarse dentro del establecimiento generador o en instalaciones específicas fuera del mismo. En ambos casos se requerirá la autorización de la Secretaría de Medio ambiente, Recursos Naturales y Pesca, a través del Instituto Nacional de Ecología.
- 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.





DISPOSICION FINAL

- Una vez tratados e irreconocibles, los residuos peligrosos biológico-infecciosos, se eliminarán como residuos no peligrosos.
- En localidades con una población hasta de 100,000 habitantes se podrán disponer los residuos peligrosos biológico-infecciosos sin tratamiento, en celdas especiales, conforme a lo establecido en el Anexo 2 de esta Norma Oficial Mexicana.
- El diseño, la construcción y la operación de las celdas especiales serán autorizados por la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, a través del Instituto Nacional de Ecología.

GRADO DE CONCORDANCIA CON NORMAS Y RECOMENDACIONES INTERNACIONALES

Los elementos y preceptos de orden técnico y jurídico en esta Norma Oficial Mexicana se basan en los fundamentos técnicos y científicos reconocidos internacionalmente.

OBSERVANCIA DE ESTA NORMA

La vigilancia del cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, a través de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente con la intervención procedente de la Secretaría de Salud, en el ámbito de sus respectivas competencias. Las violaciones a la misma se sancionarán en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, su Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

Los Gobiernos del Distrito Federal, de los Estados y de los Municipios, podrán realizar actos de inspección y vigilancia para la verificación del cumplimiento de esta Norma Oficial Mexicana, previa la publicación en el Diario Oficial de la Federación de los acuerdos de coordinación que se celebren con la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.





ANEXO 2

CELDAS ESPECIALES PARA LA DISPOSICION DE RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICO-INFECCIOSOS

Selección del sitio.

El sitio destinado para la construcción de las celdas especiales cumplirá los siguientes requisitos:

Generales.

- Restricción por afectación a obras civiles o zonas protegidas.
- Las distancias mínimas a aeropuertos serán de: 3,000 m (tres mil metros), cuando maniobren aviones con motor de turbina. x1,500 m (mil quinientos metros), cuando maniobren aviones con motor de pistón.
- Respetar las áreas de protección, derecho de vías de autopistas, caminos principales y caminos secundarios.
- No ubicarse dentro de áreas protegidas.
- Respetar los derechos de vía de obras civiles tales como oleoductos, gasoductos, políductos, torres de energía eléctrica, acueductos, etc.

Hidrológicos.

- Ubicarse fuera de zonas de inundación con períodos de retorno de 100 años. En caso de no cumplir lo anterior, deberá demostrar que no existe obstrucción del flujo en el área de inundación o la posibilidad de deslaves o erosión que provoquen arrastre de los residuos sólidos que pongan en peligro la salud y el ambiente.
- No ubicarse en zonas de pantanos, marismas y similares.
- La distancia de ubicación con respecto a cuerpos de aguas superficiales, será de 300 m (trescientos metros) como mínimo y garantizar que no exista afectación a la salud y al ambiente.

Geológicos.

- Ubicarse a una distancia no menor de 60 m (sesenta metros) de una falla activa con desplazamiento en un período de un millón de años.
- Ubicarse fuera de zonas donde los taludes sean inestables, es decir, que puedan producir movimiento de suelo o roca por procesos estáticos y dinámicos.





- Evitar zonas donde existan o se puedan generar asentamientos diferenciales que lleven al fracturamiento o fallamiento del terreno que incrementen el riesgo de contaminación al acuífero.

Hidrogeológicos.

- En caso de que el sitio para la disposición final de los residuos peligrosos biológico-infecciosos no tratados esté sobre materiales fracturados, garantizar que de forma natural no exista conexión con los acuíferos y que el factor de tránsito de la infiltración (f) sea menor o igual a 3×10^{-10} segundos⁻¹ (tres por diez a la menos diez segundos a la menos uno), de acuerdo con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-083-ECOL-1995, que establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales.
- En caso de que el sitio para la disposición final de los residuos peligrosos biológico-infecciosos no tratados esté sobre materiales granulares, garantizar que el factor de tránsito de la infiltración (f) sea menor o igual de 3×10^{-10} segundos⁻¹ (tres por diez a la menos diez segundos a la menos uno), de acuerdo con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana que establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales.
- La distancia mínima a pozos de agua potable, tanto en operación como abandonados, será mayor a 360 m (trescientos metros).

Consideraciones de selección.

En caso de que exista potencial de contaminación a cuerpos de agua superficial y subterránea, se recurrirá a soluciones mediante obras de ingeniería. El sitio seleccionado para la construcción de las celdas especiales garantizará que el tiempo de arribo de contaminantes no reactivos al acuífero, sea mayor a 300 años.

Construcción de la celda.

Ser impermeabilizada la celda artificialmente en la base y los taludes, con el objeto de evitar el flujo de lixiviados.

Se utilizarán membranas de polietileno de alta densidad, con un espesor mínimo de 1.5 ml. (uno punto cinco milímetros).





La celda contará con los sistemas de captación y de monitoreo de lixiviados, así como de biogás.

Contar como mínimo con las siguientes obras complementarias: caminos de acceso, báscula, cerca perimetral, caseta de vigilancia, drenaje pluvial y señalamientos.

Operación.

En la zona de descarga se cumplirán los siguientes requisitos:

- Antes de depositar los residuos, aplicar una solución de cal en proporción 3:1 a razón de 10 l/m² (10 litros por metro cuadrado).
- La descarga de los residuos se realizará mediante sistemas mecanizados.
- Una vez depositados los residuos, se les aplicará un baño con la solución de cal.
- En caso de presencia de insectos, se aplicará una sustancia insecticida para su eliminación.
- Los residuos se compactarán, con objeto de reducir el volumen y prolongar la vida útil de la celda. Para esto se utilizará maquinaria pesada.
- Al final de la jornada los residuos se cubrirán en su totalidad con una capa de arcilla compactada con un espesor mínimo de 30 cm (treinta centímetros).
- Los vehículos se desinfectarán antes de abandonar las celdas especiales. Así mismo la maquinaria será desinfectada al final de cada jornada.
- Llevar un registro diario de la cantidad, procedencia y ubicación de los residuos depositados.

Monitoreo y control.

- Realizarse el monitoreo de las aguas subterráneas cada seis meses para verificar la presencia de lixiviados
- Cuando, como consecuencia del monitoreo se detecte la existencia de lixiviados, éstos se extraerán de los pozos correspondientes para su análisis, tratamiento y posterior confinamiento, conforme a las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.
- Los operarios de las celdas especiales contarán con el equipo de protección personal que establezcan las disposiciones aplicables y las Normas Oficiales Mexicanas de seguridad correspondientes.
- Contará con un programa de atención a contingencias y desastres que pudieran ocurrir en las instalaciones y al realizar cualquiera de las actividades propias de la operación.





NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-048-SSA1-1993, QUE ESTABLECE EL METODO NORMALIZADO PARA LA EVALUACION DE RIESGOS A LA SALUD COMO CONSECUENCIA DE AGENTES AMBIENTALES.

Introducción

La posibilidad de resolver un problema de salud, depende de la identificación plena del mismo, por lo tanto, es necesario evaluar los riesgos a la salud por exposición a agentes potencialmente dañinos a la salud del hombre. Esta evaluación debe hacerse tanto en la población general como en aquella que está expuesta laboralmente al factor de riesgo.

La Norma Oficial Mexicana sobre la metodología normalizada para la evaluación de los riesgos a la salud, es producto de la necesidad de contar con un instrumento útil que permita a la autoridad sanitaria valorar el grado de riesgo de una población determinada, ya sea la expuesta laboralmente a los agentes, como las que por diversos motivos permanecen un tiempo prolongado en la vecindad donde se generan los factores de riesgo y que por ello pueden verse afectados en su salud. A partir de la evaluación de este riesgo, se espera la implementación de medidas correctivas y programas de vigilancia a la salud de las poblaciones expuestas que permita disminuir el daño a la salud humana.

La evaluación del riesgo en individuos o grupos de personas y la consideración en cuanto a la distribución del daño a la salud, es a lo que se considera la evaluación de riesgo epidemiológico a la salud e incluye los siguientes componentes:

- Identificación del agente causal.- Es la caracterización cualitativa y cuantitativa del agente químico, físico o biológico que resulta peligroso para la salud de la población ocupacional y general.
- Identificación de la forma de exposición.- Corresponde a la caracterización de la vía o vías por las cuales un individuo o grupo se pone en contacto con los agentes químicos, físicos o biológicos que son peligrosos para la salud ocupacional y general.
- Caracterización de riesgo a la salud.- Es el cálculo cuantitativo o de estimación del riesgo a la salud a partir de modelos numéricos y epidemiológicos.



Objetivo

Definir el contenido básico para un programa de evaluación de riesgo epidemiológico a la salud del hombre por exposición a agentes potencialmente dañinos en el ambiente general y de trabajo. Esta información es necesaria para la toma de decisiones en la protección contra efectos indeseables en la salud humana y para coadyuvar en la práctica de medidas de control.

Campo de aplicación

Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en todos los establecimientos en que se generen riesgos a la salud por agentes químicos, físicos, y biológicos, para evaluar los efectos en los individuos y la respuesta en los grupos; como consecuencia de exposición a agentes ambientales, que al mismo tiempo permita tomar decisiones sobre su impacto presente y futuro, así como aplicar medidas correctivas en todos los sitios donde éstos se generen en la República Mexicana.

Referencias

No existen normas oficiales mexicanas al respecto.

Definiciones y abreviaturas

Para los efectos de esta Norma Oficial Mexicana se consideran, además de las contenidas en la Ley General de Salud y sus Reglamentos, las siguientes definiciones:

Agente.

Elemento con características físicas, químicas o biológicas, cuya presencia o ausencia en el medio interactúa con el organismo humano, causando efecto molecular, bioquímico, celular, en tejidos u órganos. Pueden o no ocasionar manifestaciones.

Agentes biológicos.

Organismos vivos que, por sus características y bajo ciertas condiciones en el ambiente o el hombre, pueden causar daño a la salud humana.





Agentes físicos.

Características de la materia y la energía que al entrar en contacto con el medio, provocan respuesta molecular, bioquímica, celular o funcional en tejidos y órganos.

Agentes químicos.

Elemento, sustancia química o mezclas que en contacto o interacción con el organismo, produce efecto molecular, bioquímico, celular en tejidos u órganos.

Efecto bioquímico.

Resultado de la acción de un agente en la química de los seres vivos o de los procesos vitales.

Efecto celular.

Resultado de la acción de un agente en la estructura celular o de sus componentes.

Efecto funcional.

Resultado de la acción de un agente en la actividad o función específica de una célula, tejidos u órgano determinado.

Efecto organoléptico.

Resultado de la acción específica de un agente en un órgano determinado.

Establecimiento.

Lo descrito en el artículo 132, de la Ley General de Salud.

Estudio hidrológico.

Estudio de las condiciones y características de fuentes naturales y artificiales de abastecimiento de agua.

Estudio histórico.

Estudio de los antecedentes de la comunidad en cuanto a costumbres, cultura, distribución social y otros.

Evaluación de agentes.

Medida de los elementos cuya presencia o ausencia en el medio, causan algún efecto en el ambiente o el hombre.





Monitoreo de efecto a la salud.

Medida y evaluación de daño debido a los agentes químicos, físicos y biológicos en tejidos, órganos, secreciones, excreciones, aire exhalado o cualquiera de sus partes y/o combinación de éstos para estimar la exposición y el riesgo a la salud.

Monitoreo individual (o personal).

Medida y evaluación de los agentes en una persona específica para estimar la exposición efectiva en el individuo y el riesgo a la salud.

Morbilidad.

Número proporcional de personas que enferman en población y tiempo determinados.

Mortalidad.

Número proporcional de muertes en una población y tiempo determinados.

Riesgo epidemiológico.

Probabilidad de sufrir un daño o enfermedad determinada como consecuencia de exposición a uno o varios factores de riesgo.

Teratógeno.

Agente que favorece, estimula o desencadena la producción de alteraciones morfológicas o funcionales en los niños nacidos de madres expuestas a él.

SINALP.

Sistema Nacional de Laboratorios de Prueba.

Especificaciones

- Identificación precisa del establecimiento.
- Ubicación en mapa regional.
- Autorización de uso de suelo.
- Estudio geográfico, hidrológico, histórico y poblacional.
- Características de construcción, ventilación e iluminación (naturales y artificiales) del establecimiento.
- Descripción precisa de las operaciones y actividades que se realizan en el establecimiento, asociadas a un factor de riesgo.





- Identificación de agentes que pueden dañar la salud del hombre.
- Determinación de los medios por los que pueden propagarse los agentes identificados.
- Identificación de población expuesta dentro y fuera del establecimiento.
- Identificación de poblaciones sensibles al riesgo cercanas al establecimiento (comedores, escuelas, centros de reunión, iglesias, entre otros).
- Condiciones socioeconómicas y étnicas que influyen en el riesgo.
- Evaluaciones clínicas de la población laboralmente expuesta, según la Norma Oficial Mexicana correspondiente vigente y registros de salud en la población, relacionados con el riesgo a través de estadísticas de morbilidad y mortalidad o encuesta directa.
- Registros de salud en centros de atención cercanos y estudios epidemiológicos realizados.
- Identificación de los parámetros epidemiológicos sobre un patrón de salud-enfermedad de la población, ya sea en comparación con sus antecedentes o con otra población de características similares.
- Identificación de agentes físicos, químicos y biológicos en los diferentes medios.
- Determinación de facilitadores e inhibidores de los agentes identificados.
- Evaluación de los agentes físicos, químicos y biológicos de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana correspondiente vigente.
- Registro mensual de monitoreo ambiental e individual de los agentes identificados de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana correspondiente vigente.
- Registro periódico de monitoreo de efecto a la salud. La periodicidad puede ser semanal, quincenal, mensual, semestral o anual dependiendo del agente investigado, el indicador biológico y el efecto a la salud identificado de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana correspondiente vigente.
- Las técnicas de evaluación y muestreo deben acreditarse ante el Sistema Nacional de Laboratorios de Prueba y deben realizarse por laboratorios de análisis que cuenten con control de calidad externa.
- Elaboración de mapa de muestreo para monitoreos ambientales.
- Identificación de los puestos en los que se realizó el monitoreo individual.
- Identificación de las personas en las que se realizó el monitoreo de efecto a la salud.
- Resumen y conclusiones que incluyen: Las implicaciones a la salud en el pasado, presente o futuro, con los datos epidemiológicos y características de exposición a los agentes de riesgo disponibles, aplicables a vías de exposición





bien caracterizadas, dosis externa e interna encontradas, fuentes de exposición múltiple, sinergismo o potenciación, poblaciones sensibles presentes dentro o fuera de los establecimientos, riesgo de daño agudo, subagudo o crónico, tipo de manifestaciones encontradas, entre otros.

Establecimiento del grado de riesgo epidemiológico a la salud de acuerdo con los siguientes grados y parámetros

Riesgo Superior

Cuando en el monitoreo ambiental y/o individual, el resultado de la evaluación se encuentra por arriba del valor máximo permisible obtenida como promedio de por lo menos siete muestras bajo condiciones normales de producción durante un año para jornadas equivalentes a 8 horas con las pruebas de laboratorio que acredite el SINALP.

En caso de carcinógenos, teratógenos, mutágenos y sensibilizantes se consideran de riesgo superior con una sola evaluación ambiental por arriba del valor máximo permisible.

Cuando en el monitoreo biológico el resultado de la evaluación se encuentra por arriba del valor máximo permisible de dos determinaciones consecutivas o de la mitad más uno de las determinaciones efectuadas en un año.

Cuando se demuestre en las evaluaciones personales de salud un efecto organoléptico, bioquímico celular o funcional que pueda dejar un daño permanente e irreversible a pesar de un tratamiento médico.

Riesgo Medio

Cuando los resultados de la evaluación ambiental y/o individual sean menores al valor máximo permisible y superior al 50% de éste, como promedio de por lo menos siete muestras bajo condiciones normales de producción, durante un año para jornadas de 4 a 8 horas, con pruebas de laboratorio que acredite el SINALP.

Cuando se demuestre en la evaluación periódica de salud un efecto organoléptico, bioquímico, celular o funcional que pueda dejar un daño corregible o controlable con tratamiento médico oportuno.





Cuando en el monitoreo biológico el resultado de la evaluación se encuentre por arriba del valor máximo permisible en menos del 50% de las determinaciones efectuadas en un año.

Riesgo Menor

Cuando los resultados de la evaluación ambiental y/o individual estén por debajo del 50% del valor máximo permisible obtenida por promedio de por lo menos siete muestras bajo condiciones de producción, durante un año y para jornadas de 4 a 8 horas, con las pruebas de laboratorio que acredite el SINALP.

Cuando se demuestre en las evaluaciones periódicas de salud efecto organoléptico, bioquímico, celular o fisiológico temporal corregible o controlable aun sin tratamiento médico oportuno.

Cuando en el monitoreo biológico el resultado de la evaluación se encuentre permanentemente por debajo del valor máximo permisible.

El valor máximo permisible en cada caso será considerado de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana correspondiente vigente, según el agente químico, físico o biológico y el tipo de indicador de exposición o daño.

Determinación de medidas sanitarias

Sustituir las sustancias químicas de uso actual, por otras que impliquen menor riesgo.

Implantar un sistema cerrado en el proceso, almacenamiento y disposición de compuestos volátiles.

Mantener las instalaciones adecuadas para el manejo, almacenamiento y disposición de residuos.

Mantener las instalaciones adecuadas para el manejo y almacenamiento de residuos, así como lugares que permitan a los trabajadores su aseo personal y la de su ropa de trabajo.

Proporcionar equipo de protección adecuado al personal involucrado en las diferentes etapas de manejo y disposición de residuos.

Proporcionar al personal vestidores y lugares para guardar su ropa, de tal manera que utilicen uniforme en áreas contaminadas.

Instalar regaderas de acuerdo a lo que establezca la norma laboral vigente.

Elaborar un Manual de Procedimientos para el Manejo de Residuos, así como un Registro de accidentes ocurridos en alguna etapa del proceso, y





Elaborar e implantar programas de capacitación con registro ante la autoridad laboral para todo el personal que maneje residuos.

Las demás que fije la Secretaría de Salud en coordinación con la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, enmarcadas en el área de su competencia.

Medidas correctivas que incluyan la temporalidad de la ejecución de éstas con los siguientes lineamientos

- Dictar o proponer las recomendaciones de medidas correctivas para evitar riesgos o daños a la salud ocupacional o general, sin perjuicio de la aplicación de las medidas de seguridad y sanciones previstas en la Ley General de Salud. Estas recomendaciones serán dirigidas a los responsables de la generación del o de los agentes en las siguientes categorías:
- De convenios que se establezcan en las diferentes actividades, establecimientos o servicios con la Secretaría de Salud, que se presentarán en la modalidad de PROGRAMA DE VIGILANCIA DE LA SALUD DE LOS TRABAJADORES.
- Aislamiento del sitio, sólo permitiendo la entrada para fines de reevaluación.
- Aislamiento del sitio con ingreso controlado bajo medidas de higiene y seguridad que establecerá la autoridad.
- Vigilancia estricta del sitio, los contaminantes y los riesgos y daños posibles a la población hasta obtener mayor información, que las personas físicas o morales de los establecimientos o a quien ellos designen, proporcionarán a solicitud de la autoridad para fines de seguimiento, sin que esa designación los libere de responsabilidad de los daños a la salud que se ocasionen.
- Vigilancia periódica de los contaminantes y sus concentraciones, que el responsable de la generación y del agente proporcionará a solicitud de la autoridad sanitaria con fines de seguimiento.

Aplicación y observancia

- La aplicación de la presente Norma, corresponde a las personas físicas y morales de los establecimientos o quien ellos designen, sin que esta designación los libere de la responsabilidad de los daños a la salud que se ocasionen.
- Corresponde vigilar la observancia de la presente Norma Oficial Mexicana a la Secretaría de Salud y a los gobiernos de las entidades federativas y municipales en sus respectivos ámbitos de competencia.





NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-087-ECOL-SSA1-2002, PROTECCION AMBIENTAL-SALUD AMBIENTAL-RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICO-INFECIOSOS- CLASIFICACION Y ESPECIFICACIONES DE MANEJO

Introducción

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, define como residuos peligrosos a todos aquellos residuos que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables y biológico-infecciosas, que representan un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente; mismos que serán manejados en términos de la propia ley, su Reglamento y normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales previa opinión de diversas dependencias que tengan alguna injerencia en la materia, correspondiéndole a la citada SEMARNAT su regulación y control.

La Norma Oficial Mexicana 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 presten servicios de atención médica.

Los establecimientos de atención médica son regulados por la Secretaría de Salud por lo que en la revisión de la norma mencionada, se incluye a los representantes del sector.

Esta revisión consideró las características de los diferentes tipos de unidades médicas que prestan atención a poblaciones rurales.

Los residuos peligrosos biológico-infecciosos se han venido manejando en términos de las regulaciones ambientales antes señaladas, sin embargo fue necesario actualizar la NOM-087-ECOL-1995, tomándose en consideración las experiencias y competencias de los sectores involucrados en su cumplimiento, con el fin de que sus disposiciones sean operativas y adecuadas para proteger el medio ambiente y la salud de la población en general.

Objetivo y campo de aplicación

La presente Norma Oficial Mexicana establece la clasificación de los residuos peligrosos biológico-infecciosos así como las especificaciones para su manejo.





Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria para los establecimientos que generen residuos peligrosos biológico-infecciosos y los prestadores de servicios a terceros que tengan relación directa con los mismos.

Referencias

Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993, Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de octubre de 1993. Esta Norma contiene la nomenclatura en términos del Acuerdo Secretarial publicado el 29 de noviembre de 1994, por el cual se actualiza la nomenclatura de 58 normas oficiales mexicanas.

Definiciones y terminología

Agente biológico-infeccioso.

Cualquier microorganismo capaz de producir enfermedades cuando está presente en concentraciones suficientes (inóculo), en un ambiente propicio (supervivencia), en un hospedero susceptible y en presencia de una vía de entrada.

Agente enteropatógeno.

Microorganismo que bajo ciertas circunstancias puede producir enfermedad en el ser humano a nivel del sistema digestivo, se transmite vía oral-fecal.

Bioterio.

Es un área o departamento especializado en la reproducción, mantenimiento y control de diversas especies de animales de laboratorio en óptimas condiciones, los cuales son utilizados para la experimentación, investigación científica y desarrollo tecnológico.

Carga útil.

Es el resultado de la sustracción del peso vehicular al peso bruto vehicular.

Cepa.

Cultivo de microorganismos procedente de un aislamiento.

Establecimientos generadores.

Son los lugares públicos, sociales o privados, fijos o móviles cualquiera que sea su denominación, que estén relacionados con servicios de salud y que presten





servicios de atención médica ya sea ambulatoria o para internamiento de seres humanos y utilización de animales de bioterio, de acuerdo con la tabla 1 del presente instrumento.

Manejo.

Conjunto de operaciones que incluyen la identificación, separación, envasado, almacenamiento, acopio, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos biológico-infecciosos.

Muestra biológica.

Parte anatómica o fracción de órganos o tejido, excreciones o secreciones obtenidas de un ser humano o animal vivo o muerto para su análisis.

Residuos Peligrosos Biológico-Infecciosos (RPBI).

Son aquellos materiales generados durante los servicios de atención médica que contengan agentes biológico-infecciosos según son definidos en esta Norma, y que puedan causar efectos nocivos a la salud y al ambiente.

SEMARNAT.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

SSA.

Secretaría de Salud.

Clasificación de los residuos peligrosos biológico-infecciosos

Para efectos de esta Norma Oficial Mexicana se consideran residuos peligrosos biológico-infecciosos los siguientes:

La sangre

- La sangre y los componentes de ésta, sólo en su forma líquida, así como los derivados no comerciales, incluyendo las células progenitoras, hematopoyéticas y las fracciones celulares o acelulares de la sangre resultante (hemoderivados).
- Los cultivos y cepas de agentes biológico-infecciosos
- Los cultivos generados en los procedimientos de diagnóstico e investigación, así como los generados en la producción y control de agentes biológico-infecciosos.
- Utensilios desechables usados para contener, transferir, inocular y mezclar cultivos de agentes biológico-infecciosos.





Los patológicos

- Los tejidos, órganos y partes que se extirpan o remueven durante las necropsias, la cirugía o algún otro tipo de intervención quirúrgica, que no se encuentren en formol.
- Las muestras biológicas para análisis químico, microbiológico, citológico e histológico, excluyendo orina y excremento.
- Los cadáveres y partes de animales que fueron inoculados con agentes enteropatógenos en centros de investigación y bioterios. Los residuos no anatómicos

Son residuos no anatómicos los siguientes:

- Los recipientes desechables que contengan sangre líquida.
- Los materiales de curación, empapados, saturados, o goteando sangre o cualquiera de los siguientes fluidos corporales: líquido sinovial, líquido pericárdico, líquido pleural, líquido Céfaló-Raquídeo o líquido peritoneal.
- Los materiales desechables que contengan esputo, secreciones pulmonares y cualquier material usado para contener éstos, de pacientes con sospecha o diagnóstico de tuberculosis o de otra enfermedad infecciosa según sea determinado por la SSA mediante memorándum interno o el Boletín Epidemiológico.
- Los materiales desechables que estén empapados, saturados o goteando sangre, o secreciones de pacientes con sospecha o diagnóstico de fiebres hemorrágicas, así como otras enfermedades infecciosas emergentes según sea determinado por la SSA mediante memorándum interno o el Boletín Epidemiológico.
- Materiales absorbentes utilizados en las jaulas de animales que hayan sido expuestos a agentes enteropatógenos.

Los objetos punzocortantes

- Los que han estado en contacto con humanos o animales o sus muestras biológicas durante el diagnóstico y tratamiento, únicamente: tubos capilares, navajas, lancetas, agujas de jeringas desechables, agujas hipodérmicas, de sutura, de acupuntura y para tatuaje, bisturís y estiletes de catéter, excepto todo material de vidrio roto utilizado en el laboratorio, el cual deberá desinfectar o esterilizar antes de ser dispuesto como residuo municipal.

Clasificación de los establecimientos generadores de residuos peligrosos biológico-infecciosos





Para efectos de esta Norma Oficial Mexicana, los establecimientos generadores se clasifican como se establece en la tabla 1- *NOM-087-ECOL-SSA1-2002*.

TABLA 1- *NOM-087-ECOL-SSA1-2002*.

NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III
Unidades hospitalarias de 1 a 5 camas e instituciones de investigación con excepción de los señalados en el Nivel III. Laboratorios clínicos y bancos de sangre que realicen análisis de 1 a 50 muestras al día. Unidades hospitalarias psiquiátricas. Centros de toma de muestras para análisis clínicos.	Unidades hospitalarias de 6 hasta 60 camas; Laboratorios clínicos y bancos de sangre que realicen análisis de 51 a 200 muestras al día; Bioterios que se dediquen a la investigación con agentes biológico-infecciosos, o Establecimientos que generen de 25 a 100 kilogramos al mes de RPBI.	Unidades hospitalarias de más de 60 camas; Centros de producción e investigación experimental en enfermedades infecciosas; Laboratorios clínicos y bancos de sangre que realicen análisis a más de 200 muestras al día, o Establecimientos que generen más de 100 kilogramos al mes de RPBI.

Los establecimientos generadores independientes del Nivel I que se encuentren ubicados en un mismo inmueble, podrán contratar los servicios de un prestador de servicios común, quien será el responsable del manejo de los residuos peligrosos biológico-infecciosos.

Manejo de residuos peligrosos biológico-infecciosos

- Los generadores y prestadores de servicios, además de cumplir con las disposiciones legales aplicables, deben:
- Cumplir con las disposiciones correspondientes a las siguientes fases de manejo, según el caso:

- a) Identificación de los residuos.
- b) Envasado de los residuos generados.
- c) Almacenamiento temporal.
- d) Recolección y transporte externo.
- e) Tratamiento.
- f) Disposición final.





Identificación y envasado

- En las áreas de generación de los establecimientos generadores, se deberán separar y envasar todos los residuos peligrosos biológico-infecciosos, de acuerdo con sus características físicas y biológicas infecciosas, conforme a la tabla 2- *NOM-087-ECOL-SSA1-2002*. de esta Norma Oficial Mexicana. Durante el envasado, los residuos peligrosos biológico-infecciosos no deberán mezclarse con ningún otro tipo de residuos municipales o peligrosos.

TABLA 2- *NOM-087-ECOL-SSA1-2002*.

TIPO DE RESIDUOS	ESTADO FÍSICO	ENVASADO	COLOR
4.1 Sangre	Líquidos	Recipientes herméticos	Rojo
4.2 Cultivos y cepas de agentes infecciosos	Sólidos	Bolsas de polietileno	Rojo
4.3 Patológicos	Sólidos	Bolsas de polietileno	Amarillo
	Líquidos	Recipientes herméticos	Amarillo
4.4 Residuos no anatómicos	Sólidos	Bolsas de polietileno	Rojo
	Líquidos	Recipientes herméticos	Rojo
4.5 Objetos punzocortantes	Sólidos	Recipientes rígidos polipropileno	Rojo

a) Las bolsas deberán ser de polietileno de color rojo traslúcido de calibre mínimo 200 y de color amarillo traslúcido de calibre mínimo 300, impermeables y con un contenido de metales pesados de no más de una parte por millón y libres de cloro, además deberán estar marcadas con el símbolo universal de riesgo biológico y la leyenda Residuos Peligrosos Biológico-Infecciosos (Apéndice Normativo), deberán cumplir los valores mínimos de los parámetros indicados en la tabla 3- *NOM-087-ECOL-SSA1-2002*. De esta Norma Oficial Mexicana.

Las bolsas se llenarán al 80 por ciento (80%) de su capacidad, cerrándose antes de ser transportadas al sitio de almacenamiento temporal y no podrán ser abiertas o vaciadas.





TABLA 3- *NOM-087-ECOL-SSA1-2002.*

PARAMETRO	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.

Los recipientes de los residuos peligrosos punzocortantes deberán ser rígidos, de polipropileno color rojo, con un contenido de metales pesados de no más de una parte por millón y libres de cloro, que permitan verificar el volumen ocupado en el mismo, resistentes a fracturas y pérdidas de contenido al caerse, destructibles por métodos físicos, tener separador de agujas y abertura para depósito, con tapa(s) de ensamble seguro y cierre permanente, deberán contar con la leyenda que indique “RESIDUOS PELIGROSOS PUNZOCORTANTES BIOLÓGICO-INFECCIOSOS” y marcados con el símbolo universal de riesgo biológico (Apéndice Normativo).

a) La resistencia mínima de penetración para los recipientes tanto para punzocortantes como para líquidos, debe ser de 12.5 N (doce punto cinco Newtons) en todas sus partes y será determinada por la medición de la fuerza requerida para penetrar los lados y la base con una aguja hipodérmica calibre 21 x 32 mm mediante calibrador de fuerza o tensiómetro.

b) Los recipientes para los residuos peligrosos punzocortantes y líquidos se llenarán hasta el 80% (ochenta por ciento) de su capacidad, asegurándose los dispositivos de cierre y no deberán ser abiertos o vaciados.

c) Las unidades médicas que presten atención a poblaciones rurales, con menos de 2,500 habitantes y ubicadas en zonas geográficas de difícil acceso, podrán utilizar latas con tapa removible o botes de plástico con tapa de rosca, con capacidad mínima de uno hasta dos litros, que deberán marcar previamente con la leyenda de “RESIDUOS PELIGROSOS PUNZOCORTANTES BIOLÓGICO-INFECCIOSOS”.





Los recipientes de los residuos peligrosos líquidos deben ser rígidos, con tapa hermética de polipropileno color rojo o amarillo, con un contenido de metales pesados de no más de una parte por millón y libres de cloro, resistente a fracturas y pérdidas de contenido al caerse, destructible por métodos físicos, deberá contar con la leyenda que indique “RESIDUOS PELIGROSOS LIQUIDOS BIOLÓGICO-INFECCIOSOS” y marcados con el símbolo universal de riesgo biológico (Apéndice Normativo).

En caso de que los residuos líquidos no sean tratados dentro de las instalaciones del establecimiento generador, deberán ser envasados como se indica en la tabla 2 de esta Norma Oficial Mexicana.

Almacenamiento

- Se deberá destinar un área para el almacenamiento temporal de los residuos peligrosos biológico-infecciosos.
- Los establecimientos generadores incluidos en el Nivel I de la tabla 1 de esta Norma Oficial Mexicana, quedan exentos del cumplimiento del punto referente al área de almacenamiento temporal de residuos peligrosos biológico-infecciosos y podrán ubicar los contenedores a que se refiere esta Norma Oficial en el lugar más apropiado dentro de sus instalaciones, de manera tal que no obstruyan las vías de acceso.
- Los residuos peligrosos biológico-infecciosos envasados deberán almacenarse en contenedores metálicos o de plástico con tapa y ser rotulados con el símbolo universal de riesgo biológico, con la leyenda “RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICO-INFECCIOSOS”.
- El periodo de almacenamiento temporal estará sujeto al tipo de establecimiento generador, como sigue:
 - (a) Nivel I: Máximo 30 días.
 - (b) Nivel II: Máximo 15 días.
 - (c) Nivel III: Máximo 7 días.

Los residuos patológicos, humanos o de animales (que no estén en formol) deberán conservarse a una temperatura no mayor de 4°C (cuatro grados Celsius), en las áreas de patología, o en almacenes temporales con sistemas de refrigeración o en refrigeradores en áreas que designe el responsable del establecimiento generador dentro del mismo.

El área de almacenamiento temporal de residuos peligrosos biológico-infecciosos debe:





- a) Estar separada de las áreas de pacientes, almacén de medicamentos y materiales para la atención de los mismos, cocinas, comedores, instalaciones sanitarias, sitios de reunión, áreas de esparcimiento, oficinas, talleres y lavanderías.
- b) Estar techada, ser de fácil acceso, para la recolección y transporte, sin riesgos de inundación e ingreso de animales.
- c) Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los mismos, en lugares y formas visibles, el acceso a esta área sólo se permitirá al personal responsable de estas actividades.
- d) El diseño, construcción y ubicación de las áreas de almacenamiento temporal destinadas al manejo de residuos peligrosos biológico-infecciosos en las empresas prestadoras de servicios, deberán ajustarse a las disposiciones señaladas y contar con la autorización correspondiente por parte de la SEMARNAT.
- e) Los establecimientos generadores de residuos peligrosos biológico-infecciosos que no cuenten con espacios disponibles para construir un almacenamiento temporal, podrán utilizar contenedores plásticos o metálicos para tal fin, siempre y cuando cumplan con los requisitos mencionados en los incisos a), b) y c) de este numeral.

Los residuos peligrosos biológico-infecciosos podrán ser almacenados en centros de acopio, previamente autorizados por la SEMARNAT. Dichos centros de acopio deberán operar sistemas de refrigeración para mantener los residuos peligrosos biológico-infecciosos a una temperatura máxima de 4°C (cuatro grados Celsius) y llevar una bitácora de conformidad con el artículo 21 del Reglamento en materia de Residuos Peligrosos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. El tiempo de estancia de los residuos en un centro de acopio podrá ser de hasta treinta días.

Recolección y transporte externo

- La recolección y el transporte de los residuos peligrosos biológico-infecciosos referidos en esta Norma Oficial Mexicana, deberá realizarse conforme a lo dispuesto en los ordenamientos jurídicos aplicables y cumplir lo siguiente:

- a) Sólo podrán recolectarse los residuos que cumplan con el envasado, embalado y etiquetado o rotulado como se establece en los recipientes a los que se refiere esta Norma Oficial Mexicana.





- b) Los residuos peligrosos biológico-infecciosos no deben ser compactados durante su recolección y transporte.
- c) Los contenedores referidos en esta Norma deben ser desinfectados y lavados después de cada ciclo de recolección.
- d) Los vehículos recolectores deben ser de caja cerrada y hermética, contar con sistemas de captación de escurrimientos, y operar con sistemas de enfriamiento para mantener los residuos a una temperatura máxima de 4°C (cuatro grados Celsius).
Además, los vehículos con capacidad de carga útil de 1,000 kg o más deben operar con sistemas mecanizados de carga y descarga.
- e) Durante su transporte, los residuos peligrosos biológico-infecciosos sin tratamiento no deberán mezclarse con ningún otro tipo de residuos municipales o de origen industrial.

Para la recolección y transporte de residuos peligrosos biológico-infecciosos se requiere la autorización por parte de la SEMARNAT. Dicho transporte deberá dar cumplimiento con los incisos a), b), d) y e) de esta Norma Oficial Mexicana.

Tratamiento

- Los residuos peligrosos biológico-infecciosos deben ser tratados por métodos físicos o químicos que garanticen la eliminación de microorganismos patógenos y deben hacerse irreconocibles para su disposición final en los sitios autorizados.
- La operación de sistemas de tratamiento que apliquen tanto a establecimientos generadores como prestadores de servicios dentro o fuera de la instalación del generador, requieren autorización previa de la SEMARNAT, sin perjuicio de los procedimientos que competan a la SSA de conformidad con las disposiciones aplicables en la materia.
- Los residuos patológicos deben ser incinerados o inhumados, excepto aquellos que estén destinados a fines terapéuticos, de investigación y los que se mencionan para el caso de Las muestras biológicas para análisis químico, microbiológico, citológico e histológico, excluyendo orina y excremento, de esta Norma Oficial Mexicana. En caso de ser inhumados debe realizarse en sitios autorizados por la SSA.



Disposición final

Los residuos peligrosos biológico-infecciosos tratados e irreconocibles, podrán disponerse como residuos no peligrosos en sitios autorizados por las autoridades competentes.

Programa de contingencias

Los establecimientos generadores de residuos peligrosos biológico-infecciosos y los prestadores de servicios deberán contar con un programa de contingencias en caso de derrames, fugas o accidentes relacionados con el manejo de estos residuos.

Grado de concordancia con normas y lineamientos internacionales y con las normas mexicanas tomadas como base para su elaboración

Esta Norma Oficial Mexicana no concuerda con ninguna Norma Internacional por no existir referencia en el momento de su elaboración, ni existen normas mexicanas que hayan servido de base para su elaboración.





Todos nos quejamos y protestamos de que la vida ha perdido calidad porque nuestra ecología se esta destruyendo. Y, sin embargo, cada uno de nosotros a nuestra manera pequeña y cómoda, estamos contribuyendo diariamente a esa destrucción. Es hora ya de que en nosotros despierte el respeto y la atención que nuestra querida madre merece.

Ed Asner





Capítulo 6

Estudio de los Hospitales en Uruapan.

Los problemas asociados a las aguas residuales generadas en centros de salud han sido motivo de preocupación internacional debido al peligro de una potencial propagación de enfermedades y a los riesgos ambientales derivados de la ausencia de tratamientos adecuados. Es por ello que estos problemas trascienden el campo técnico-sanitario e involucran aspectos sociales, económicos, políticos y ambientales.

La composición de las aguas residuales procedentes de los centros de salud presenta fluctuaciones más o menos evidentes en su descarga a la red de drenaje, debido a la gran diversidad de sustancias químicas y materiales biológicos eliminadas en los mismos.

Tanto los residuos sólidos como los efluentes líquidos provenientes de centros hospitalarios representan un impacto sobre la salud pública cuya magnitud ha comenzado a evaluarse en los últimos años en ámbitos científicos.

El fortalecimiento ambiental en hospitales, es una acción que debe ser orientada a identificar los aspectos e impactos ambientales de los hospitales, para mejorar su desempeño, dando como resultado el manejo adecuado de la energía eléctrica, agua, materiales de oficina y médico, así como sus descargas de aguas residuales, emisiones a la atmósfera y manejo de sus residuos sólidos, placas radiográficas, líquidos cansados¹⁶, Residuos Peligrosos Biológico Infecciosos, etc.

Dada la calidad de las aguas residuales en los centros de atención médica en los que se tenga contacto y manejo de fluidos biológicos, patológicos, químicos y peligrosos al ambiente, tengan programas y medidas que permitan manejar residuos peligrosos en sus descargas hace que nuestro medio ambiente no se afecte en gran medida al momento de recibir dichas descargas, y con ello contribuir al mejoramiento de nuestro entorno evitando además el riesgo de epidemias y contacto externo a residuos que puedan ser dañinos a poblaciones cercanas a los centros hospitalarios

¹⁶ Líquido Cansado, se refiere a los líquidos necesarios para el revelado de placas radiográficas utilizadas en hospitales, estos son reutilizados para posteriores procesos de revelado, los cuales después de un cierto número de usos requieren ser desechados.





que arrojen sus descargas residuales tanto a causas naturales como pequeños riachuelos, barrancas naturales, etc., lo cual no es lo mas recomendable pero en algunas ocasiones al no haber sistemas de drenaje cercanos es necesario hacerlo o en casos a los cuales dichos sistemas de drenaje descarguen a causas naturales también.

El cuidado de la salud se ha clasificado como un servicio de uso intensivo de materiales y recursos, los hospitales están abiertos 24 horas al día los 365 días del año. Además funcionan como oficinas, laboratorios fotográficos, lavanderías, proveedores de servicio de alimento y descanso, y en muchos casos generadores de energía y compañía de manejo de residuos sólidos.

En el caso de los principales hospitales de la ciudad de Uruapan, estos centros de atención médica arrojan sus descargas residuales al sistema de alcantarillado de la ciudad, el cual mas tarde tiene contacto con las aguas del río Cupatitzio donde luego su cause pasa por el centro de la población teniendo contacto tanto con el medio ambiente así como de la población de esta ciudad, por lo que el manejo adecuado de las descargas que se hagan a dicho cause natural es de suma importancia.

Es por eso que en esta tesis se pretende conocer cuales son las medidas que tienen los hospitales con el manejo de sus residuos y primordialmente con el cuidado que deben tener en la descarga de aguas residuales, así como los parámetros que las leyes Mexicanas a los cuales deben estar sujetos para no afectar al medio ambiente circundante a estos centros de atención medica.

Se analizaran tres casos particulares pues de estos se puede apreciar las diferentes formas de descargas residuales a sistemas de drenaje, por lo que los hospitales ISSSTE, hospital regional de zona de la SSA y el hospital IMSS de esta ciudad serán estudiados como casos especiales, mientras el resto de los hospitales serán estudiados con los promedios de los valores proporcionados por la Comisión Agua Potable Alcantarillado y Saneamiento de Uruapan (CAPASU), pues su naturaleza es similar en cuanto a su forma de administración de carácter privado y su forma de recolección y descargas tanto de residuos como de agua residuales.

Por lo que a continuación se presentan los estudios realizados a estos hospitales de la ciudad de Uruapan, los cuales arrojan los siguientes resultados.





6.1 Hospital ISSSTE de Uruapan

- Localización: Este hospital se encuentra en la zona Sur – Este de la ciudad (ver plano de localización de hospitales de la ciudad), dentro de la mancha urbana, la zona en donde se localiza este hospital no presenta desniveles, por lo que se puede decir que se encuentra en terreno plano, el suelo presenta características de tipo limoso de color café rojizo, la zona habitacional donde se encuentra este hospital es de tipo medio, por lo que las emisiones de olores, humos y descargas de aguas puede representar riesgos a la salud.
- Dependencia de tipo: Gubernamental de tipo Federal
- Servicios con los que cuenta: Medicina Familiar, Especialidades Médicas, Laboratorio clínico, Rayos X y Odontología.
- Capacidad Hospitalaria: este hospital cuenta con 24 camas sensibles y 15 no sensibles¹⁷, además de un quirófano para cirugía y uno para tococirugía, en cuanto a consultas internas y externas se dan 220 consultas diarias, es decir 120 consultas médicas externas y 100 consultas internas, haciendo un total de 7200 consultas mensuales.
- Reglamentación a la cual se sujeta: Ley de Aguas Nacionales, Normas Oficiales Mexicanas como:
 - NOM-002-SEMARNAT-1996; Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.
 - NOM-003-SEMARNAT-1997. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público.
 - NOM-029-ECOL-1993 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de hospitales.

Se estudiara solo en este caso los residuos sólidos generados en el hospital, pues es necesario conocer su manejo y cuidados para garantizar una conducción adecuada de residuos y una mejor descarga de aguas residuales, así como un mejor control de los recursos y materiales hospitalarios los cuales necesitan cuidados especiales y evitar el contacto de residuos que pudieran llegar al sistema de drenaje

¹⁷ Las camas sensibles son aquellas para las cuales se cuenta con presupuesto para alimentación y estancia, es decir, son las camas para los pacientes que requieren de hospitalización y estancia de varios días; en cambio las camas no sensibles son aquellas que se utilizan de manera momentánea, corta estancia o por algunas horas, es decir, para curaciones, atención médica momentánea y partos.





y alcantarillado de la ciudad; así como conocer cual es su clasificación y las condiciones que debe reunir el lugar donde se depositen para luego transportarlos y darles su tratamiento adecuado.

- NOM-052-ECOL-1993, Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
- NOM-055-ECOL-1993, Que establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos, excepto de los radiactivos.
- NOM-056-ECOL-1993, Que establece los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.
- 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 presten atención medica.

El Programa de Fortalecimiento Ambiental en Hospitales, es una acción del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) orientada a identificar los aspectos e impactos ambientales de los hospitales, para mejorar su desempeño, dando como resultado el manejo adecuado de la energía eléctrica, agua y materiales de oficina y médico, así como sus descargas de aguas residuales, emisiones a la atmósfera y manejo de sus residuos sólidos, Residuos Peligrosos Biológico Infecciosos, etc.

Cuyos objetivos inmediatos de la aplicación de dicho programa son:

- Cumplimiento con la legislación ambiental vigente.
- Manejo conforme a la norma y Disminución del 15% en la generación de RPBI.
- Ahorros en la disminución del tratamiento de RPBI y de multas por parte de la autoridad ambiental.
- Manejo adecuado de materiales peligrosos.
- Mejora en las prácticas administrativas.
- Cumplimiento en las cláusulas de los contratos de RPBI, fumigación y limpieza.
- Preparación para una certificación ISO 14001.





El ISSSTE no sólo pretende tener los mejores médicos y las mejores instalaciones, sino que va más allá al disminuir y regular los impactos ambientales resultados de sus operaciones siendo el único programa formal en el sector salud en materia ambiental.

Cuyos parámetros de descarga son: La descarga del Hospital ISSSTE efectuadas al sistema de alcantarillado municipal ubicado en la calle Estocolmo No. 668, entre las calles Antonio Talavera y Cerrada Estocolmo de la Col Fovisste, mediante dos tuberías separadas de 6" de diámetro. La descarga No. 1 procedente de: rayos X, cocina y lavandería; la descarga No. 2 procedentes de: servicios generales, sanitarios, aguas pluviales y lavandería industrial.

REPORTE DE CAMPO.

Parámetros	Unidad	Hora de Muestreo						Prom.	Min.	Max.
		10:45	14:45	18:45	22:45	02:45	06:45			
Olor	Sin	P	P	P	P	P	P			
Color	Sin	T	T	T	T	T	T			
Materia Flotante	Sin	A	A	A	A	A	A			
Temperatura Ambiente	°C	21	24	18.5	15	13	14	17.58	13	24
Temperatura del Agua	°C	22	23	23	21.5	21	21	21.91	21	23
Oxígeno Disuelto	mg/l	2.8	2.6	2.6	2.4	2.6	2.8	2.63	2.4	2.8
pH	U	7.89	7.97	8.02	7.94	8.03	7.78	7.93	7.78	8.03
Conductividad Eléctrica	s/cm	198	210	231	205	187	200	205.2	187	231
S.D.T	mg/l	94	101	109	99	86	103	98.66	86	109
Gasto	l/seg	1.31	0.995	0.510	0.342	0.220	0.340	0.619	0.220	1.310
Grasas y Aceites	mg/l	1.14 2	2.753	0.135	3.235	14.46	5.757	2.834	0.135	14.46
Coliformes fecales	NMP/100ml	39	45	27	22	18	17	28	17	45

Fuente: Departamento de mantenimiento y cuarto de maquinas, hospital ISSSTE

Muestra tomada el 21 de Diciembre de 2005.

Donde:

S.D.T = Sólidos Disueltos Totales

P = Perceptible.

A = Ausente.

T = Turbia.





ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

Parámetros	U	Concentración	Incertidumbre	Metodología
Temperatura	°C	19	+ 0.091	NMX-AA-007-SCFI-2000
Materia flotante	-	Ausente	-	NMX-AA-006-SCFI-2000
pH	U	7.354	± 0.12	NMX-AA-008-SCFI-2000
Sólidos sedimentables	ml/l	1.0	-	NMX-AA-004-SCFI-2000
DBO ₅	mg/l	67.20	+ 7.70	NMX-AA-028-SCFI-2001
Sólidos suspendidos	mg/l	42.0	+ 0.04	NMX-AA-034-SCFI-2001
Grasas y aceites	mg/l	2.834	-	NMX-AA-005-SCFI-2000
Arsénico	mg/l	0.0014	-	EPA-6010B-199
Cadmio	mg/l	<0.048	-	NMX-AA-051-SCFI-2001
Cianuro	mg/l	No detectable	-	NMX-AA-058-SCFI-1982
Cobre	mg/l	<0.092	-	NMX-AA-051-SCFI-2001
Cromo total	mg/l	<0.094	-	NMX-AA-051-SCFI-2001
Cromo exavalente	mg/l	0.097	-	NMX-AA-044-SCFI-2001
Mercurio	mg/l	0.0019	-	EPA-7470A-1994
Níquel	mg/l	<0.094	-	NMX-AA-051-SCFI-2001
Plomo	mg/l	0.164	-	NMX-AA-051-SCFI-2001
zinc	mg/l	0.053	-	NMX-AA-051-SCFI-2001

Fuente: Departamento de mantenimiento y cuarto de maquinas, hospital ISSSTE

6.1.1 Observancia del Hospital ISSSTE A Las Normas Oficiales Mexicanas.

NOM-002-SEMARNAT-1996.

Esta norma nos habla de los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, cuyos parámetros de descarga para prevenir y controlar la contaminación de las aguas y bienes nacionales, así como proteger la infraestructura de dichos sistemas es la que se muestra a continuación:





Tabla 1- NOM-002-SEMARNAT-1996.

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES			
PARÁMETROS (miligramos por litro, excepto cuando se especifique otra)	Promedio Mensual	Promedio Diario	Instantáneo
Grasas y aceites	50	75	100
Sólidos sedimentables (mililitros por litro)	5	7.5	10
Arsénico total	0.5	0.75	1
Cadmio total	0.5	0.75	1
Cianuro total	1	1.5	2
Cobre total	10	15	20
Cromo exavalente	0.5	0.75	1
Mercurio total	0.01	0.015	0.02
Níquel total	4	6	8
Plomo total	1	1.5	2
Zinc total	6	9	12

Fuente: SEMARNAT.

Actualmente el desarrollo de nuevas tecnologías y el interés por la preservación del medio ambiente, hacen que la ingeniería se vea más involucrada en la protección del medio, por lo que la ingeniería ambiental, esta teniendo un auge tanto en la planeación, diseño, control y construcción de obras de ingeniería, por lo cual se tiene que estar al tanto en las reglamentaciones ambientales y de construcción para no incurrir en faltas ambientales y constructivas.

En ingeniería es importante no solo el diseño y métodos de construcción, sino también el conocimiento de normas, leyes y reglamentos, pues estos en conjunto harán de las obras de ingeniería sean más funcionales, menos contaminantes al medio ambiente y con ello se tendrá un mejor aprovechamiento de recursos sin dañar al entorno de estas obras.





COMPARATIVA DE RESULTADOS.

Parámetros	U	NOM-002-SEMARNAT -1996.	Muestra tomada del Hospital. (Promedio – max. Diario)	Observaciones
pH	U	5.5 - 10	7.93 – 8.03	Debido al buen manejo que tiene el hospital de sus residuos y al programa de Fortalecimiento Ambiental en Hospitales del ISSSTE, se tienen estos valores que están debajo de lo que marca la norma oficial mexicana NOM-002-SEMARNAT -1996, pero se debe procurar bajar el nivel de pH pues se encuentra cerca del máximo permitido, mediante la disminución de sosa cáustica y limpiadores de piso, los cuales contribuyen al aumento del pH en las descargas de agua residual.
Grasas y Aceites	Mg/l	75	2.834 - 14.46	
Sólidos Sedimentables	ml/l	75	1.0	
Arsénico total	mg/l	0.75	0.0014	
Cadmio total	mg/l	0.75	<0.048	
Cianuro total	mg/l	1.5	No detectable	
Cobre total	mg/l	15	<0.092	
Cromo exavalente	mg/l	0.75	0.097	
Mercurio total	mg/l	0.015	0.0019	
Níquel total	mg/l	6	<0.094	
Plomo total	mg/l	1.5	0.164	
Zinc total	mg/l	9	0.053	

Elaboración propia con datos proporcionados por el hospital ISSSTE

Los parámetros referentes a: arsénico, cadmio, cianuro, cobre, cromo exavalente, mercurio, níquel, plomo y zinc, provenientes de la descarga de aguas residuales del hospital son provenientes tanto de procesos de limpieza del hospital (lavandería, lavado de pisos, ventanas y sanitarios), mantenimiento a instalaciones (provenientes de pintura a muros y tuberías, así como mantenimiento a calderas y cuarto de maquinas), procesos de revelación de placas de radiografía y líquidos cansados; de ahí la procedencia de dichos parámetros, por lo cual se obtienen residuos de estos elementos en las descargas.





NOM-003-SEMARNAT-1997.

Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público, con el objeto de proteger al medio ambiente y la salud de la población, y es de observancia obligatoria para las entidades públicas responsables de su tratamiento y reuso. En donde esta norma nos da los parámetros de los contaminantes para el reuso de aguas residuales, los cuales para nuestro caso de estudio será:

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES					
TIPO DE REUSO	PROMEDIO MENSUAL				
	Coliformes fecales NMP/100 ml	Huevos de helminto (h/l)	Grasas y aceites mg/l	DBO ₅ mg/l	SST mg/l
SERVICIOS AL PÚBLICO CON CONTACTO INDIRECTO U OCASIONAL	1,000	5	15	30	30

Fuente: SEMARNAT

Pues la descarga de agua residual del Hospital ISSSTE de esta ciudad va directamente a los sistemas de drenaje de la ciudad, teniendo contacto indirecto con servicios al público pero finalmente teniendo contacto con las aguas del río Cupatitzio, por lo cual se toma en cuenta este ultimo caso.

COMPARATIVA DE RESULTADOS.

Parámetros	U	NOM-003- SEMARNAT -1993.	Muestra tomada del Hospital.	Observaciones
Coliformes fecales	NMP/100 ml	1,000	840	Los valores que arrojan las muestras del hospital, se encuentran muy cercanos a los valores que nos dicta esta norma, por lo cual se requiere una mejor aplicación en el control de la descarga, mediante cloración para disminuir el numero de coliformes fecales, el desasolve de registros a la salida de las descargas del hospital para controlar los Sólidos Suspendidos
Huevos de helminto	h/l	5		
Grasas y aceites	Mg/l	15	2.834	
DBO ₅	Mg/l	30	67.2 ± 7.7	
SST	Mg/l	30	42	

Elaboración propia con datos proporcionados por el hospital ISSSTE





Se propondrá la construcción de una fosa séptica (ver Capítulo 7).

Las fosas sépticas son estructuras para dar un tratamiento primario a las aguas residuales provenientes de vivienda, conjuntos habitacionales, escuelas, comercios, hospitales y servicios sanitarios de algunas industrias, ubicadas en zonas urbanas o rurales que carecen de alcantarillado, en donde el efluente se descarga al subsuelo mediante un sistema de absorción; pero para nuestro caso no habrá necesidad de utilizar pozos de absorción, ya que el hospital se conecta a la red de drenaje y alcantarillado municipal, esta fosa séptica nos ayudara a disminuir los parámetros de Sólidos Suspendedos así como de DBO_5 en las descargas del hospital hacia el alcantarillado municipal.

La fosa séptica constara de 3 cámaras de las cuales:

- En el primer compartimiento la espuma y lodos se mezclan con líquido debido a la turbulencia generada por la entrada del agua residual.
- El segundo compartimiento recibe el efluente clarificado a baja tasa de carga propiciando menor turbulencia y mejorando las condiciones existentes para sedimentación de sólidos de baja densidad.
- El tercer compartimiento permite separar las aguas grises de las residuales.

Al primer compartimiento entran sólo las aguas negras, estas fluyen por la segunda cámara, en el tercer compartimiento se reciben las aguas grises donde ambas se juntan.

El uso de más de tres compartimentos no tiene utilidad práctica ni mejora la eficiencia del proceso (Herrera González, México 2002: Capítulo sobre fosas sépticas).

El nivel de remoción de contaminantes para fosas sépticas se muestra en la siguiente tabla.

Contaminante	Nivel de remoción
DBO_5	30 %
SST	60 %

Fuente: COORDINACIÓN DE TRATAMIENTO Y CALIDAD DEL AGUA (IMTA)





Gracias a este sistema podremos disminuir tanto el parámetro de DBO_5 así como los Sólidos Suspendidos Totales, con lo cual se podrá estar dentro de la norma oficial evitando daños al medio ambiente y al sistema de alcantarillado de la ciudad.

NOM – 029 – ECOL – 1993.

Esta norma oficial mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de hospitales.

TABLA 1- NOM – 029 – ECOL – 1993

PARÁMETROS	Límites Máximos Permitidos	
	Prom. Diario	Prom. Instantáneo
pH (unidades de pH)	6 a 9	6 a 9
Demanda química de oxígeno (mg/l)	80	120
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/l)	40	60
Grasas y aceites (mg/l)	15	20
Sólidos sedimentables (ml/l)	1.0	2.0
Sólidos suspendidos totales (mg/l)	40	60
Materia flotantes (mg/l)	ausente	ausente
Coliformes fecales (NMP/100ml)	1 000	2 000
Cloro libre residual (mg/l)	0.2	0.4

Fuente: SEMARNAT





COMPARATIVA DE RESULTADOS.

Se tomará como parámetro de referencia el promedio diario que marca esta norma.

Parámetros	U	NOM – 029 – ECOL – 1993.	Muestra Promedio del Hospital.	Observaciones
pH	u	6 - 9	7.93	Como se puede observar nuevamente los parámetros de DBO ₅ y sólidos suspendidos totales se encuentran por encima de lo que marca la norma, pero estos parámetros se pueden reducir con la construcción de una fosa séptica, la cual ya se calculo para este hospital y con ello reducir estos parámetros y cumplir con esta Norma Oficial.
DQO	mg/l	80	No hay datos	
DBO	mg/l	40	67.20	
Grasas y Aceites	mg/l	15	2.834	
SS	mg/l	1.0	No hay datos	
SST	mg/l	40	42	
Mat. Flotante	mg/l	Ausente	ausente	
Coliformes Fecales	(NMP/100ml)	1000	28	
Cloro Libre Residual	mg/l	0.2	No hay datos	

Elaboración propia con datos proporcionados por el hospital ISSSTE

NOM-052-ECOL-1993.

Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

Los residuos peligrosos en cualquier estado físico por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, venenosas, biológico infecciosas representan un peligro para el equilibrio ecológico, por lo que es necesario definir cuales son esos residuos identificándolos y ordenándolos.

Para el caso de los hospitales es necesario conocer cuales son los residuos que se generan y cual es su manejo correcto, pues se manejan residuos tanto biológicos, patológicos, infecciosos, flamables, corrosivos, entre otros haciéndolos peligrosos tanto para el personal que los recolecta, maneja y al medio ambiente, en nuestro caso, al río Cupatitzio y zonas aledañas al mismo.





Los residuos sólidos generados en los hospitales tienen en si una peligrosidad para el ambiente dadas las características de su generación, es por eso que se estudia también para este trabajo de tesis los residuos sólidos, los cuales podrían tener contacto con el ambiente debido a un mal manejo por desconocimiento de su clasificación o por simple omisión en su tratado.

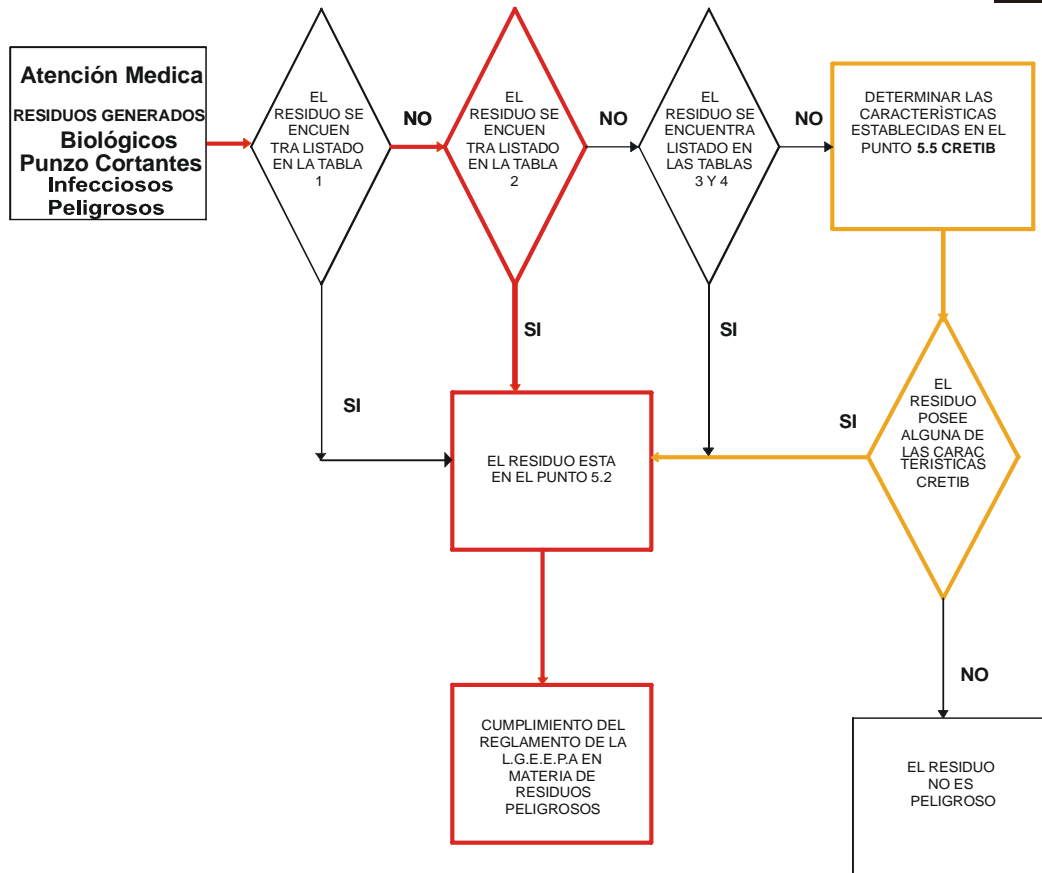
Es por eso que se considera también el estudio de estos residuos como parte de este trabajo, que aunque no se refieran a temas de aguas residuales, si son parte del tema de estudio.

Empezaremos por conocer como se puede determinar si un residuo es peligroso, por lo que se usara el diagrama de flujo para la identificación de residuos peligrosos.

Del anexo tres tabla 2-NOM-052-ECOL-1993, se seguirá la siguiente ruta para determinar si sus residuos son peligrosos; según esta tabla, el Hospital ISSSTE se clasifica a los residuos provenientes de hospitales, laboratorios y consultorios médicos como una fuente numero 1.2, cuya clave CRETIB es biológica (B) y los residuos generados son: residuos de sangre humana, de cultivos y cepas de agentes infecciosos, residuos no anatómicos de unidades de pacientes, de objetos punzocortantes usados, residuos infecciosos misceláneos como materiales de curación y alimentos de enfermos contagiosos.

Diagrama Para la Determinación de Residuos Peligrosos generados en el Hospital ISSSTE de la ciudad de Uruapan Mich.





Elaboración a partir de la Norma Oficial NOM-052-ECOL-1993.

Se puede observar en el diagrama anterior que los residuos generados dentro de un hospital, se encuentran listados dentro de la tabla número 2-NOM-052-ECOL-1993 de la norma, lo cual nos indica a estos residuos como peligrosos llevándonos al cumplimiento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de residuos peligrosos (ruta marcada de color rojo), también se pueden determinar a estos residuos como peligrosos bajo las características que nos marca la norma como Corrosivos, Reactivos, Explosivos, Tóxicos, Inflamables y Biológicos Infecciosos (CRETIB), nombrándolos de igual manera como residuos peligrosos (ruta marcada de color amarillo).





Por lo cual es necesario considerar los cuidados necesarios durante la proyección de los hospitales para la construcción del almacén donde se recolectaran, ya que dadas las características de su generación requieren de un cuidado y consideración especial en la ingeniería sanitaria y ambiental.

En conclusión, una vez que hayamos determinado cuáles son los materiales considerados como residuos peligrosos y Biológico Infecciosos, así como su origen propondremos la ubicación para el almacén donde estos serán recolectados para luego ser llevados a su disposición final.

En el caso del Hospital ISSSTE, se tiene conocimiento de cuáles son sus residuos peligrosos y biológico infecciosos, así como el manejo que se requiere para cada caso, se lleva a demás una bitácora con los residuos generados en cada área del hospital así como el peso proveniente de dichas áreas, por lo cual se puede decir que este hospital cumple cabalmente con las disposiciones marcadas por esta norma.

A manera de ejemplo se tiene registrado en bitácora la clase de residuos peligrosos y biológico infecciosos, así como el peso de estos en un día normal de operaciones.

Área	Residuos de tipo	Peso en Kg.
1. Administrativa	• Municipales	2.5
2. Urgencias	• Biológico – infecciosos	0.5
	• Punzo cortantes	0.1
3. Quirófanos	• Biológico – infeccioso	2.3
	• Punzocortantes	0.3
4. Intendencia	• Municipales	4.5
	• corrosivos	0.8

NOM-055-ECOL-1993.

Que establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos, excepto de los radiactivos.

Pues la construcción de confinamientos controlados para la disposición final de los residuos peligrosos debe reunir condiciones de máxima seguridad, a fin de garantizar la protección de la población y el equilibrio ecológico, es por ello que se debe tomar en cuenta, no solo criterios de diseño y construcción para la realización de estas





obras, sino también, aquellas leyes o normas que rijan a estas estructuras para tener con ello una mejor aplicación de la normatividad constructiva, técnica y ecológica, permitiendo que nuestras obras sean las mas apegadas a normas de calidad, seguridad y confianza.

ESPECIFICACIONES QUE DEBE REUNIR EL SITIO DESTINADO AL CONFINAMIENTO CONTROLADO DE RESIDUOS PELIGROSOS.

Geohidrológicos.

- Ubicarse preferentemente en una zona que no tenga conexión con acuíferos.
- El acuífero subyacente (en caso de existir alguno) debe estar a una profundidad mínima de 200 metros y debe ser un acuífero confinado y las características del material ubicado entre éste y la superficie, deben ser tales que cualquier elemento contaminante quede retenido en él antes de llegar al acuífero.
- El tiempo de flujo de la superficie al manto freático debe ser mayor de 300 años.

Hidrología superficial

- Ubicarse fuera de llanuras de inundación con un período de retorno de 10,000 años delimitado con un ajuste de tipo Gumbell
- Estar alejado en desnivel 20 metros a partir del fondo del cauce de corrientes con un escurrimiento medio anual mayor de 100 metros cúbicos.
- Estar alejado longitudinalmente 500 metros a partir del centro del cauce de cualquier corriente superficial, ya sea permanente o intermitente, sin importar su magnitud.

Climáticos

- Ubicarse en zonas en donde se evite que los vientos dominantes transporten las posibles emanaciones a los centros de población y sus asentamientos humanos.
- La porción de la lluvia promedio diaria susceptible de infiltrarse, calculada a partir del coeficiente de escurrimiento promedio diario, debe ser menor que la capacidad de campo del terreno.
- Evitar regiones con intensidad de precipitación media anual mayor de 2,000 milímetros.
- La evaporación promedio mensual, debe ser al menos el doble de la lluvia promedio mensual.

Sísmicos

- Ubicarse preferentemente en zona asísmica.
- De no cumplirse la condición anterior, el riesgo sísmico debe ser mínimo por lo que no deben haberse registrado más de cuatro sismos de magnitud mayores de 7 grados en la escala de Richter en los últimos 100 años.





Topográficos

- La pendiente media del terreno natural del sitio de confinamiento no debe ser menor de 5 por ciento, ni mayor de 30 por ciento.

CARACTERÍSTICAS DE LA LOCALIZACION DEL ALMACEN TEMPORAL EN EL HOSPITAL ISSSTE.

El almacén temporal se encuentra en la parte sur - este del hospital teniendo acceso a este por puerta localizada sobre la calle Luxemburgo.



Vista frontal del almacén temporal de residuos Peligrosos y Biológico Infecciosos.



Vista Interior al almacén temporal, así como los contenedores utilizados para contener bolsas amarillas (contenidos patológicos) y bolsas rojas (pueden contener: sangre, cultivos y cepas de agentes infecciosos, residuos no anatómicos).

Geohidrológicos.

- Dada la localización dentro del hospital, este no se encuentra cercano a un acuífero o puede tener alguna conexión a éstos, por lo cual se puede decir que se encuentra aislado de cualquier tipo de acuíferos y no presentar ningún tipo de riesgo para éstos, cumpliendo con lo especificado en esta norma.
- Lo anterior sustentado con datos del INEGI en el Mapa Digital de México, donde la ubicación del hospital no se encuentra cercano a acuíferos o pozos de obtención de agua potable, esta información se muestra en el anexo GHHI-01¹⁸ (ver anexos al final de esta tesis).

Hidrología Superficial.

- Gracias a la pendiente que presenta el terreno donde se encuentra localizado este almacén temporal, no se tienen riesgos de inundación, por lo cual no presentan riesgos de posible inundación, además el hospital cuenta con buenos sistemas de drenaje, haciendo aun menor este riesgo.
- Datos del INEGI en su carta topográfica "Uruapan E13B39" nos muestra que la topografía no muestra desniveles, ni curvas de nivel fuertes por lo cual se sustenta la ausencia de riesgos de inundación de la zona.

¹⁸ Las siglas GHHI provienen del nombre **Geo – Hidrología del Hospital ISSSTE** de esta ciudad de Uruapan.





- Por la ubicación tanto del almacén como del hospital la zona cuenta con sistemas de drenaje municipales eficientes evitando con ello riesgos de inundación, ello gracias a que el terreno cuenta con un escurrimiento superficial de 10 al 20 % con respecto a la precipitación media anual, ver anexo ESHI-03

Este almacén no se encuentra cercano a ninguna corriente de agua o canal, cumpliendo también los lineamientos marcados por esta norma, ello auxiliado de datos proporcionados por el Mapa Digital de México del INEGI en donde el río Cupatitzio, que es la corriente de agua mas cercana a este hospital esta a poco mas de 1000 metros, por lo cual no existe riesgo para este almacén y esta corriente, ver anexo CACHI-05.

Climáticos.

- Debido a su localización, no presenta riesgos de infiltración a los suelos, ya que este almacén temporal se encuentra por encima del nivel de terreno natural y el piso de este es de mosaico, no presenta riesgos de infiltración.
- Se encuentra debidamente cubierto, por lo cual los vientos dominantes de la zona no influyen sobre este y las emanaciones de olor son imperceptibles o nulas, pues se tiene un gran cuidado sobre el manejo de los residuos y gracias al programa ambiental que maneja el hospital estos residuos son recogidos rápidamente, los vientos dominantes provienen del sur hacia el norte de la ciudad durante el día, ver anexo VDCU-06.
- El almacén posee ventilación de tipo natural pero sus residuos no presentan evaporación, por lo cual no presenta riesgos por evaporación, se tiene además control para residuos biológicos y anatómicos un refrigerador especial y a temperatura controlada para evitar descomposición, lixiviación, evaporación, teniendo especial cuidado en estos casos.

La evapotranspiración de la ciudad se muestra en el anexo EVCU-07 donde se nos muestran a manera de curvas esta evapotranspiración dentro de la ciudad, los datos son provenientes del INEGI.

Sísmicos

Michoacán se cataloga dentro de una zona sísmica localizado en la placa de cocos, por lo que en la ciudad de Uruapan se pueden tener varios sismos en un año presentando riesgos para algunas estructuras, en el caso del hospital y almacén temporal se tienen previstos estos riesgos, por lo cual no presenta un riesgo para la capacidad estructural un sismo, dado que este se encuentra aislado y los sismos registrados en la localidad son moderados y de baja intensidad.





Topográficos

- El terreno natural donde se encuentra este almacén temporal no presenta pendientes y este ha sido nivelado para albergar esta estructura, cuenta además con sistemas de drenaje adecuados para mantenimiento del almacén y escurrimientos accidentales, por lo que este almacén cumple con lo previsto por esta norma.

El terreno se considera plano y nivelado dentro de las instalaciones, con un buen sistema de drenaje.

NOM-056-ECOL-1993

Que establece los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.

Ya que los confinamientos controlados para la disposición final de residuos peligrosos deben reunir las condiciones de máxima seguridad para garantizar la protección de la población y el equilibrio ecológico, por lo que es necesario establecer los requisitos para el diseño y construcción de sus obras complementarias.

En el caso de este almacén temporal se tiene que se encuentra desligado de la estructura principal del edificio, por lo cual no presenta conexiones que puedan dañar tanto al hospital como al almacén en caso de un sismo, como se puede apreciar en la fotografía frontal del almacén y en base a lo que dicta a la norma se tiene:

Establecidos dentro de la norma.

1. Áreas de acceso y espera

Marcados por la NOM-056-ECOL-1993

- Ancho de entrada mínimo de 8 m.
- Estacionamiento para vehículos en turno de espera.

Estado actual dentro del Hospital.

- La entrada al estacionamiento dentro del hospital donde se encuentra el almacén temporal de residuos es de aprox. 6 m de ancho, pues el acceso a este estacionamiento es prioritariamente para los vehículos particulares de trabajadores del hospital, y dada la cantidad de residuos generados en este solo





se reciben vehículos¹⁹ para la recolección de estos residuos por lo que el ancho mínimo de acceso no interfiere con lo marcado en la norma.

- Se tiene espacio también para vehículos en espera en caso de necesitar mas vehículos recolección y los residuos municipales son recogidos por vehículos del municipio y los residuos son transportados para su recolección fuera del hospital.

2. Cerca perimetral y de seguridad

Marcados por la NOM-056-ECOL-1993.

- Con alambre de púas de cinco hilos de 1.50 m de alto, a partir del nivel del suelo con postes de concreto o tubo galvanizado debidamente empotrados.
- Para zonas restringidas del confinamiento controlado deberán ser de malla tipo ciclónica de 5 cm de separación, soportada con postes de tubo galvanizado de 2 pulgadas de diámetro, colocados como máximo cada 3 m entre sí y con una altura mínima de 2.60 m.

Estado actual dentro del Hospital.

- La cerca perimetral del hospital es de tipo malla ciclónica de 5 cm de separación, separada con muros de tabique recocido de 2 mt de longitud y 15 cm de grosor por 2.0 mt de altura, por lo que el acceso al hospital se encuentra resguardado para evitar el acceso a personas no autorizadas a sus instalaciones.
- El acceso al almacén temporal se encuentra protegido por puertas metálicas con rejillas para ventilación y cerradas con un pasador y candado evitando el acceso a este, teniendo con ello un mejor control y mayor seguridad en el manejo de los residuos generados por el hospital.

3. Caseta de vigilancia.

Marcados por la NOM-056-ECOL-1993.

- La caseta de vigilancia deberá instalarse a la entrada del confinamiento controlado y tendrá dimensiones mínimas de 4 m².

Estado actual dentro del Hospital.

- El hospital cuenta con una caseta de vigilancia para acceder al estacionamiento donde se encuentra el almacén temporal de residuos peligrosos, así como a casa de maquinas, esta caseta de vigilancia cuenta con aproximadamente 5 m² permanentemente vigilada por lo que el acceso siempre esta controlado, la caseta de vigilancia esta construida por estructura muro castillo de mampostería,

¹⁹ Estos vehículos son comúnmente conocidos como “de caja”, la SCT los cataloga como vehículos tipo C2





así como una ventanilla de registro de acceso para control interno, por lo que su seguridad es buena.

4. Caseta de pesaje y báscula

Marcados por la NOM-056-ECOL-1993.

- Caseta de pesaje contará con una superficie mínima de 16 m².
- La báscula deberá ubicarse cerca de la entrada del confinamiento controlado.
- Ser de operación manual o semiautomática.

Estado actual dentro del Hospital.

- Para el pesaje de los residuos peligrosos generados dentro del hospital, los camiones recolectores de la empresa encargada de dicha recolección cuentan con una báscula para pesar los residuos, estas básculas de tipo manual pueden pesar hasta 100 kg.
- Para el pesaje de los residuos registrados en la bitácora se cuenta con una báscula también manual de 50 kg donde se registra el peso de los residuos generados en cada área del hospital.
- Por lo cual no se cuenta con una caseta especial para el pesaje de los residuos generados, ya que al hacerse mención de los camiones de la empresa recolectora de los residuos cuenta con una pesa para estos casos no se requiere de una instalación especial para este caso, además, la cantidad de residuos generados hace innecesaria esta instalación.

5. Laboratorio

Marcados por la NOM-056-ECOL-1993.

- El laboratorio de análisis físico-químico deberá contar con los dispositivos y equipos necesarios para la toma de muestreos, verificar la composición y características de peligrosidad de los residuos, así como para realizar los análisis de lixiviados y pruebas de campo.

Estado actual dentro del Hospital.

- El hospital no cuenta con laboratorio para el análisis físico – químico de los residuos generados, por lo que no cuenta con instalaciones de este tipo, los residuos generados son depositados directamente en el almacén temporal donde se guardan hasta el día de su recolección.
- El laboratorio del hospital, donde se hacen algunas pruebas sobre sepas, cultivos y muestras tomadas de los pacientes cuentan con las medidas de seguridad que se requiere para evitar accidentes como pisos antiderrapantes,





bolsas de distintos colores para los diferentes residuos generados y regadera de emergencia, su uso es exclusivo para muestras biológicas y no para el análisis de residuos generados.

6. Área de almacenamiento temporal.

Marcados por la NOM-056-ECOL-1993.

Esta área deberá:

- Tener una capacidad mínima de siete veces el volumen promedio de residuos peligrosos que diariamente se reciban.
- Contar con los compartimientos suficientes para la separación de los residuos, según sus características de incompatibilidad.
- Estar techada con material no inflamable, contar con equipo contra incendios y plataformas para la descarga de envases y embalajes.
- Tener capacidad para estibar como máximo tres tambores de 200 litros conteniendo residuos peligrosos.
- En el área de almacenamiento temporal no se deberán depositar residuos peligrosos a granel.

Estado actual dentro del Hospital.

- El dado que el hospital genera entre 2.5 y 3.5 kg de residuos peligrosos diarios ocupando por en promedio un volumen de 0.5 m², se cuenta con mas espacio para albergar residuos peligrosos en caso de contingencias, pues su almacén cuenta con aproximadamente 25 m³ de volumen para contener residuos peligrosos.
- Se puede estibar 2 tambores de 200 litros (se puede apreciar en la fotografía frontal del almacén), pues los volúmenes de residuos que maneja el hospital no requiere de mas espacio para estos.
- Los residuos son debidamente envasados y almacenados en contenedores especiales para cada tipo de residuos, por lo que su almacenamiento a granel no tiene cabida en este almacén, se cuenta además con la disposición de los trabajadores encargados de la recolección de los residuos dentro del hospital para su correcta clasificación, pues su programa de fortalecimiento ambiental tiene como prioridad el capacitar y concientizar a todos los trabajadores del hospital para el correcto manejo de los residuos.
- El techo del almacén consta de una losa de concreto armado de 15 cm de espesor.





7. Área de emergencia

Marcados por la NOM-056-ECOL-1993.

El área de emergencia estará destinada para la recepción de residuos peligrosos que:

- Provengan de alguna contingencia.
- Deban estabilizarse para su depósito en celdas especiales o, en su defecto, para ser retirados a otro confinamiento que cumpla con los requisitos de seguridad que señalen las normas oficiales mexicanas aplicables.

El área de emergencia deberá:

- Estar ubicada en un lugar separado de las demás obras complementarias.
- Tener una superficie de 20 m² como mínimo.
- Contar con los compartimientos suficientes para mantener separados los residuos peligrosos en función de sus características físico-químicas y tóxicas.

Estado actual dentro del Hospital.

- El almacén, como ya se hizo mención, cuenta con el espacio necesario para cubrir las necesidades del hospital y los residuos provenientes de contingencias que pudieran ocurrir.
- El almacén cuenta con los depósitos y contenedores necesarios para estabilizar y almacenar residuos peligrosos provenientes de la operación dentro del hospital, los contenedores con capacidad de 30 litros cumplen con las normas de seguridad necesarias para su utilización.

8. Área de limpieza

Marcados por la NOM-056-ECOL-1993.

- El área de limpieza estará destinada para el aseo de vehículos de transporte, equipos y materiales utilizados
- Estar ubicada a distancia del área administrativa y cerca de las celdas del confinamiento.
- Contar con iluminación suficiente.
- Estar dotada con equipo de agua
- Tener pisos con acabado rugoso y juntas estructurales debidamente selladas a la losa de desplante.
- Tener instaladas en los pisos canaletas y rejillas con pendiente de un 2% para conducir los líquidos a un depósito con capacidad suficiente para captar los líquidos que se generen.
- Ser de fácil aseo y evitar espacios muertos.





Estado actual dentro del Hospital.

- El área destinada para la limpieza tanto de contenedores como del aseo del almacén se encuentra fuera de este, consta de una simple toma de agua para la limpieza.
- El almacén se encuentra fuera de zonas administrativas, y el área de limpieza también, por lo que no influye en ruidos u olores que puedan molestar a los trabajadores de las áreas administrativas, evita los espacios muertos, pues la zona donde se encuentra el almacén se utiliza solo para la recolección de los residuos generados.
- Al estar a cielo abierto el área de limpieza su iluminación esta dada por las condiciones climáticas del lugar, además su uso solamente es durante el turno matutino y vespertino, por lo que la iluminación del lugar no es un factor determinante en esta zona.
- El piso consta de una losa de concreto rugoso no acanalado y con pendiente mínima en el piso del lugar, por lo que para la limpieza del almacén el agua utilizada debe ser barrida hacia la coladera donde se encuentra la toma de agua para la limpieza.
- Se recomienda la construcción de un desagüe a lo largo del almacén para la recolección del agua utilizada para la limpieza del mismo y conectarla al drenaje donde descarga la coladera utilizada para el lavado del almacén.

9. Drenaje

Marcados por la NOM-056-ECOL-1993.

- Las obras de drenaje exterior, conforme a las condiciones topográficas del sitio, deben ser a base de canales abiertos.
- Los canales exteriores deben revestirse con mortero, cemento-arena en proporción 1:3 o mediante un zampeado de piedra junteada con mortero, cemento-arena en proporción 1:5. La velocidad del agua dentro de los canales no debe ser menor de 0.60 m/seg, ni mayor de 3.00 m/seg.

Estado actual dentro del Hospital.

- El almacén no cuenta con drenaje interior pues todos sus residuos son almacenados en contenedores y los contenedores son lavados fuera del almacén y el drenaje del agua utilizada para la limpieza de estos es drenada por una coladera de 4 pulgadas, localizada frente al almacén.
- El uso de canales propuestos por la norma no son necesarios en el hospital dado que el volumen de residuos generados no hacen necesaria su construcción, estos residuos son almacenados en contenedores especiales, los





cuales una vez utilizados se lavan fuera del almacén y el agua utilizada para este fin corre directamente al registro de salida del hospital para ser canalizado al drenaje municipal; además el confinamiento que se le da a estos residuos es de manera temporal, para luego ser transportados a su destino final y ser incinerados por la empresa encargada de la recolección de estos residuos haciendo innecesaria la construcción de drenajes propuestos por la norma.

6.2 Hospital General Regional de Uruapan; SSA

El Hospital General Regional de Uruapan, cuenta para el tratamiento de sus aguas residuales una planta de tratamiento cuyo sistema es a base de lodos activados, cuenta con un tanque de aireación, un tanque para el retorno de lodos y tres lechos de secado, donde se depositan los lodos para su secado (ver planería anexa), a continuación se mostraran aspectos generales del hospital así como el funcionamiento de su planta de tratamiento de aguas residuales.

- Localización: Camino a Tejerías 1: ubicado al Sur – Oriente de la ciudad (ver plano de localización de Hospitales), este hospital se encuentra hacia uno de los extremos de la mancha urbana de la ciudad, pero cabe destacar que se encuentra en una zona donde el crecimiento poblacional y expansión territorial de la ciudad esta teniendo un importante incremento, la zona habitacional donde se ubica este hospital tiende hacia un nivel bajo de recursos, por lo que es necesario tener un mejor control sobre los residuos hospitalarios, así como de sus emisiones de olores dadas las condiciones de las viviendas cercanas, el suelo presenta características de tipo arcilloso color café claro.
 - Dependencia de tipo: Gubernamental de tipo Federal
 - Servicios con los que cuenta: Urgencias médicas, hospitalización, consulta externa, servicio de quirófanos.
 - Datos de Proyecto:
 - Hospital SSA de 94 camas.
 - Aportación: 615 camas – día
- Gastos:
- Medio: 57.90 m³/día (0.67 lt/seg)
 - Máximo Instantáneo: 2.01 lt/seg
 - Mínimo: 0.33 lt/seg
 - Carga Orgánica: 203 mg/lt DBO (11.75 kg/día DBO)



- Reglamentación a la cual se sujeta: Ley de Aguas Nacionales, Normas Oficiales Mexicanas como:
 - NOM-002-SEMARNAT-1996; Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.
 - NOM-003-ECOL-1997. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público.
 - NOM-029-ECOL-1993 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de hospitales. Publicada el 18 de octubre de 1993.

Primero comenzaremos mostrando el funcionamiento de la planta de tratamiento así como de los resultados de las descargas después del tratamiento dado en el hospital a sus aguas residuales, es necesario mencionar que el agua residual que recibe dicha planta es proveniente de todos los servicios que presta el hospital, es decir, recibe el agua proveniente de cocina (donde se preparan los alimentos a los pacientes internados) que de aguas pluviales o servicios de limpieza por lo que la naturaleza de sus aguas residuales puede variar durante el día.

El tren de tratamiento de aguas residuales que presenta esta planta es el siguiente: el agua cruda llega a un tanque (tanque de llegada) en donde el agua residual pasa por una primera rejilla que retiene los sólidos flotantes gruesos (materia fecal) para luego ser dividida en dos canales, donde nuevamente es filtrada por rejillas y mallas reteniendo los sólidos que hayan pasado la primera rejilla, estas últimas son limpiadas de forma manual una vez al día para asegurarse que la cantidad de sólidos gruesos sean mínimos, una vez que el agua residual ha pasado estas rejillas es depositada en un tanque (carcamo de bombeo) donde más tarde se envían hacia el reactor biológico.

Una vez que el agua residual ha llegado al carcamo de bombeo esta es llevada al reactor biológico (tanque de aireación) donde mediante un par de sopladores industriales se inclusiona aire al agua residual, a este proceso se le conoce como de Lodos Activados que se utilizan tanto para tratamiento secundario como para tratamientos completos (el caso de esta planta de tratamiento). En estos procesos, los desechos líquidos son alimentados continuamente a un tanque aireador (reactor) en el que se encuentra el cultivo de los microorganismos (lodos activados), en su mayoría bacterias en suspensión, las cuales en su conjunto se les



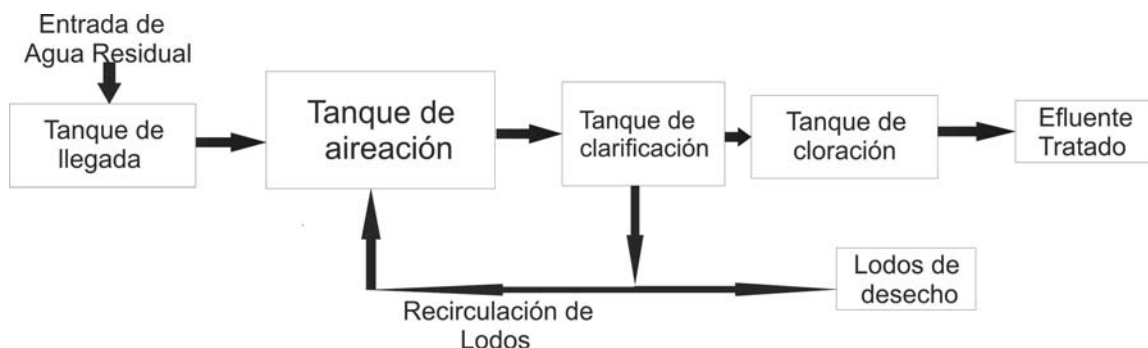


conoce como "licor mezclado" que metabolizan y flocculan biológicamente los compuestos orgánicos. El medio ambiente aerobio, así como la mezcla del sustrato (agua residual influente) y microorganismos (sólidos suspendidos volátiles SSV) se mantiene mediante el uso de aireación mecánica o inyección de aire por sopladores. Después de un determinado tiempo de retención (t_r) el "licor mezclado" pasa a un tanque de sedimentación, donde se lleva a cabo la separación de microorganismos en forma de flóculos (flocs) del agua, la cual sale por la parte superior del tanque, terminándose aquí el tratamiento secundario del "tren de agua" (López Ruiz, 2003, Cáp. 8 Pág. 8).

Como se mencionó anteriormente una vez que el agua residual sale por la parte superior del tanque esta llega a otro tanque (tanque de clarificación) donde una parte de la biomasa sedimentada es retornada al tanque de aireación (lodos de retorno) para mantener la concentración deseada de "sólidos suspendidos volátiles en el licor mezclado" (SSVLM) y la otra parte es retirada del sistema como lodo de desecho, esto se hace un par de veces al día.

La otra parte del agua residual que aun se encuentra en el tanque de clarificación es llevada a un último tanque (tanque de cloración) donde el agua residual ya tratada recibe cloro cuyo propósito es la desinfección del efluente para destruir cualquier microorganismo patógeno que pudiera haber sobrevivido al proceso de tratamiento, protegiendo así la salud pública. La desinfección del agua residual es particularmente importante cuando el efluente secundario es descargado en un cuerpo receptor usado para riego o posible contacto humano, una vez que ha superado el tratamiento completo el agua residual ya tratada es almacenada en una cisterna (carcamo de aguas tratadas) que se encuentra debajo del laboratorio donde se hacen las pruebas para obtener la calidad del agua de la planta de tratamiento.

A manera de resumen, el agua residual sigue este tren de tratamiento:





6.2.1 Planta de Tratamiento de Agua Residual.

Hay distintos tipos de tratamiento de las aguas residuales para lograr retirar contaminantes. Se pueden usar desde sencillos procesos físicos como la sedimentación, en la que se deja que los contaminantes se depositen en el fondo por gravedad, hasta complicados procesos químicos, biológicos o térmicos, la planta de tratamiento del Hospital General Regional, utiliza procesos biológicos que usan microorganismos que se nutren con diversos compuestos de los que contaminan las aguas. Los flóculos que se forman por agregación de microorganismos son separados en forma de lodos, este sistema como se hizo mención es mediante lodos activos donde se añade agua con microorganismos a las aguas residuales en condiciones aerobias (burbujeo de aire), para la eliminación de los contaminantes que presenta el agua residual proveniente de los servicios que presta este Hospital.

Niveles de tratamiento

Las aguas residuales se pueden someter a diferentes niveles de tratamiento, dependiendo del grado de purificación que se quiera. Es tradicional hablar de tratamiento primario, secundario, etc., aunque muchas veces la separación entre ellos no es totalmente clara. Así se pueden distinguir:

a) *Pretratamiento*.- Es un proceso en el que usando rejillas y cribas se separan restos voluminosos como palos, telas, plásticos, heces fecales, etc.

b) *Tratamiento primario*.- Hace sedimentar los materiales suspendidos usando tratamientos físicos o físico-químicos. En algunos casos dejando, simplemente, las aguas residuales un tiempo en grandes tanques o, en el caso de los tratamientos primarios mejorados, añadiendo al agua contenida en estos grandes tanques, sustancias químicas quelantes* que hacen más rápida y eficaz la sedimentación. También se incluyen en estos tratamientos la neutralización del pH y la eliminación de contaminantes volátiles como el amoníaco (desorción). Las operaciones que incluye son el desaceitado y desengrase, la sedimentación primaria, la filtración, neutralización y la desorción (stripping).

c) *Tratamiento secundario*.- Elimina las partículas coloidales y similares. Puede incluir procesos biológicos y químicos. El proceso secundario más habitual es un proceso biológico en el que se facilita que bacterias aerobias* digieran la materia orgánica que llevan las aguas. Este proceso se suele hacer llevando el efluente que

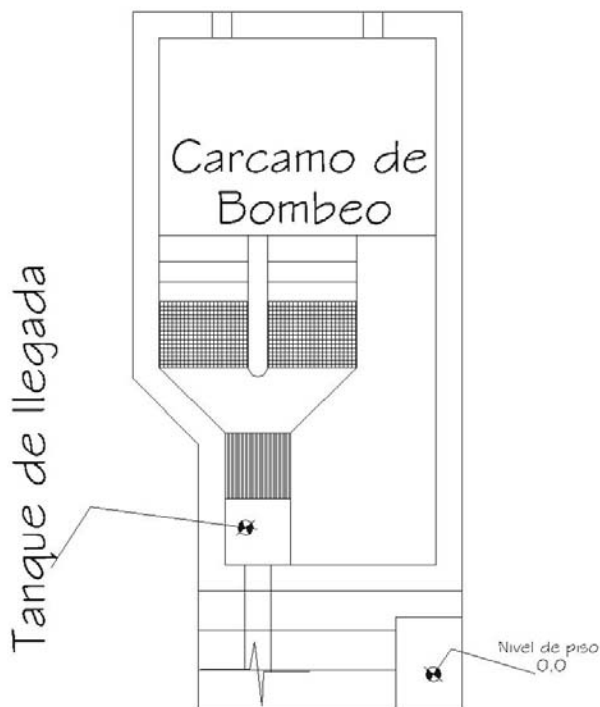




sale del tratamiento primario a tanques en los que se mezcla con agua cargada de lodos activos (microorganismos). Estos tanques tienen sistemas de burbujeo o agitación que garantizan condiciones aerobias para el crecimiento de los microorganismos. Posteriormente se conduce este líquido a tanques cilíndricos, con sección en forma de tronco de cono, en los que se realiza la decantación de los lodos. Separados los lodos, el agua que sale contiene muchas menos impurezas.

d) *Tratamientos más avanzados.*- Consisten en procesos físicos y químicos especiales con los que se consigue limpiar las aguas de contaminantes concretos: fósforo, nitrógeno, minerales, metales pesados, virus, compuestos orgánicos, etc. Es un tipo de tratamiento más caro que los anteriores y se usa en casos más especiales: para purificar desechos de algunas industrias, especialmente en los países más desarrollados, o en las zonas con escasez de agua que necesitan purificarla para volverla a usar como potable, en las zonas declaradas sensibles (con peligro de eutrofización) en las que los vertidos deben ser bajos en nitrógeno y fósforo, etc. (López Ruiz, 2000: Capítulo 6, páginas 15,16).

Pretratamiento.



El pretratamiento que se le ha al agua residual en este Hospital consta de un tanque cuyas dimensiones son 2.5m X 4.4 m, el agua residual llega a un canal de 0.5m de ancho X 1.0m de largo donde la materia flotante gruesa es retenida por rejillas de 5mm de diámetro, a una inclinación de 45°, una vez que el agua residual pasa esta primera rejilla es dividida en dos canales de 67.50cm de ancho; cada canal tiene rejillas verticales de 5mm de diámetro con una separación entre barras de 10mm, la limpieza de estos canales se hace de forma manual una vez al día con escobillas para triturar el material flotante grueso, el agua residual para este punto tiene una velocidad muy baja, los restos de este material, triturado son recogidos





mediante una canastilla y depositados a un costado de este tanque para ser cubiertos con cal, mas tarde estos desechos son pasados al lecho de secado donde de añade mas cal y luego ser desechados.

Una vez que el agua residual ha pasado por este último juego de rejillas cae hacia el carcamo de bombeo y luego el agua residual pasa hacia el tanque de aireación también llamado reactor biológico.

La velocidad del agua residual en este tanque es muy baja, que la debido a mallas colocadas antes de las rejillas localizadas en los canales divisorios del tanque, con ello se disminuye la cantidad de sólidos gruesos flotantes, el propósito fundamental de estos dispositivos de cribado es proteger a las bombas y equipos electromecánicos, previene también el atascamiento de válvulas. Por este motivo la primera operación que se lleva a cabo en el influente de agua residual es el cribado.

Se recomienda que el agua residual tenga una velocidad de al menos 0.5 m/s para detener los materiales gruesos flotantes, sin embargo, durante la época de lluvias la velocidad incrementa y se recomienda que la velocidad máxima sea de 2.0 m/s para evitar que se arrastren los materiales gruesos obstruyendo el funcionamiento de las rejillas o el desbordamiento del canal.

A manera de resumen:

Tanque de Llegada	Dimensiones
Ancho de canal de llegada	50cm
Ancho de canales divisorios	67.50cm
Profundidad de los canales	85cm
Ancho de carcamo de bombeo	2.10 m
Profundidad del carcamo	2.65 m
Rejillas (sección redonda)	5mm de diámetro
No. De barras	40
Separación entre barras	10mm





Tratamiento Secundario. Reactor Biológico (Tanque de Aireación).



En el tratamiento biológico los microorganismos usan los compuestos orgánicos presentes en el agua residual como fuente de alimento y los convierten en células biológicas denominadas biomasa. Debido a que el agua contiene diversas sustancias orgánicas, para llevar a cabo el tratamiento se requieren diversos tipos de microorganismos, esto es, un cultivo mezclado. Cada tipo de microorganismo presente en el cultivo mezclado utiliza la fuente de alimento más adecuada a su metabolismo. La mayoría de los cultivos mezclados contienen además depredadores, es decir, microorganismos que devoran a los de otras especies. La biomasa creada se tiene que eliminar del agua residual para completar el proceso de tratamiento.

Los microorganismos que toman parte en el tratamiento de aguas residuales son esencialmente los mismos que aquéllos que degradan el material orgánico en los ecosistemas de agua dulce. Sin embargo, en las plantas de tratamiento no se llevan a cabo los procesos tal como se presentan en la naturaleza, sino que se controlan mediante reactores cuidadosamente diseñados para optimizar la rapidez y terminación de la remoción de compuestos orgánicos. La remoción que se efectuaría en varios días en los sistemas naturales se lleva a cabo en unas cuantas horas en los sistemas de ingeniería.

Este tanque donde se lleva el proceso de aireación tiene un largo de 6.5m, un ancho de 3.0m y una profundidad de 3.4m, para dar cabida a 66.30 m³ de agua residual y un

gasto de 57.90 m³/día.

El parámetro propuesto de diseño para este tipo de tanque cuyo proceso será completamente mezclado de 300 mg/lit de Sólidos Suspendidos de Licor Mezclado (SSLM).





Este tanque esta precedido por un sedimentador primario, en donde se estima que 20% de la DBO_5 del agua cruda se elimina en ese tanque (sedimentador), el 80% del DBO_5 ingresa a este tanque.

Los procesos de lodos activados se usan tanto para el tratamiento secundario como para tratamiento completo de aguas residuales; como se hace en este caso, pues por espacio y coste se utilizó este sistema dentro del Hospital General Regional.

Después de un determinado tiempo de retención el "licor mezclado" pasa a un tanque de sedimentación (tanque de clarificación), donde se lleva a cabo la separación de microorganismos en forma de flóculos (flocs) del agua, la cual sale por la parte superior del tanque, terminando aquí el proceso de tratamiento.

El tiempo de retención hidráulico en este tanque es de aproximadamente 1.15 días, es decir, 27.60 horas.

A manera de resumen:

Tanque de Aireación	Dimensiones
Ancho	3.0m
Largo	6.50m
Profundidad	3.4m
No. De sopladores	2
Volumen del Tanque	66.30 m ³
Gasto	57.90 m ³ /día
Tiempo de Retención Hidráulico	1.15 días
Sólidos Suspendidos	2 440 mg/l





Tanque de Clarificación y Tanque de Lodos.



En este tanque ocurre una sedimentación del tipo II, es decir, corresponde a la sedimentación de partículas floculentas en una suspensión diluida²⁰. Las partículas floculan durante la sedimentación, con lo que aumentan de tamaño y se sedimentan a una velocidad mayor. La sedimentación primaria de aguas residuales y de aguas residuales coaguladas químicamente, son ejemplos de este tipo de sedimentación.

El tanque de clarificación funciona como un sedimentador secundario al cual se retornan lodos al reactor biológico (tanque de aireación) para mantener una concentración deseada de sólidos suspendidos volátiles en el licor mezclado (SSVLM) y la otra es retirada del sistema como lodos de desecho.

Para que exista sedimentación la velocidad de corriente debe disminuir para que los sólidos orgánicos pesados se depositen, manteniéndose en suspensión los sólidos orgánicos ligeros e inorgánicos finos (menores de 0.2mm). Como es difícil separar únicamente las sustancias minerales, ya que muchos restos de comida (o desechos) tienen grandes diámetros y su velocidad de sedimentación es comparable con la de la arena. Esto hace que el material que se extrae contenga partículas orgánicas que pueden causar malos olores si no se les proporciona un manejo adecuado.

²⁰ Suspensión Diluida: es aquella en la que la concentración de partículas no es suficiente para provocar un desplazamiento significativo del agua conforme aquellas se sedimentan, o en las que las partículas no están lo suficientemente cercanas entre sí para que ocurra alguna interferencia en sus respectivos campos de velocidades.





A manera de resumen:

Tanque de Lodos	Dimensiones
Ancho	1.20m
Largo	3.0m
Profundidad	3.4m
Volumen del Tanque	12.24 m ³
Tiempo de Retención Hidráulico	5.07 horas
Tanque de Clarificación	Dimensiones
Ancho	2.0m
Largo	2.0m
Profundidad	3.5m
Volumen del Tanque	14 m ³
Tiempo de Retención Hidráulico	9.6 horas

Tanque de Desinfección

La desinfección es la destrucción selectiva de los organismos patógenos, esta es la diferencia con la esterilización, en esta ultima se destruyen todos los organismos presentes en el agua, para nuestro caso se utiliza el cloro para la desinfección del agua residual, cuyo uso puede denominarse como el desinfectante universalmente utilizado, en la planta de tratamiento del hospital se administra el cloro mediante goteo, a una cantidad de 1.0ml.

A manera de resumen:

Tanque de Desinfección	Dimensiones
Ancho	2.10m
Largo	1.0m
Profundidad	1.5m
Tiempo de contacto en cloro	2min y 5seg
Goteo por minuto	105 gotas





6.3 Observancia del Hospital General Regional a las Normas Oficiales Mexicanas.

NOM-002-SEMARNAT-1996.

Esta norma nos habla de los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, cuyos parámetros de descarga para prevenir y controlar la contaminación de las aguas y bienes nacionales, así como proteger la infraestructura de dichos sistemas es la que se muestra a continuación:

Tabla 1- NOM-002-SEMARNAT-1996.

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES			
PARÁMETROS (miligramos por litro, excepto cuando se especifique otra)	Promedio Mensual	Promedio Diario	Instantáneo
Grasas y aceites	50	75	100
Sólidos sedimentables (mililitros por litro)	5	7.5	10
Arsénico total	0.5	0.75	1
Cadmio total	0.5	0.75	1
Cianuro total	1	1.5	2
Cobre total	10	15	20
Cromo exavalente	0.5	0.75	1
Mercurio total	0.01	0.015	0.02
Níquel total	4	6	8
Plomo total	1	1.5	2
Zinc total	6	9	12

Fuente: SEMARNAT.

Actualmente el desarrollo de nuevas tecnologías y el interés por la preservación del medio ambiente, hacen que la ingeniería se vea más involucrada en la protección del medio, por lo que la ingeniería ambiental, esta teniendo un auge tanto en la planeación, diseño, control y construcción de obras de ingeniería, por lo cual se tiene que estar al tanto en las reglamentaciones ambientales y de construcción para no incurrir en faltas ambientales y constructivas.





En ingeniería es importante no solo el diseño y métodos de construcción, sino también el conocimiento de normas, leyes y reglamentos, pues estos en conjunto harán de las obras de ingeniería sean más funcionales, menos contaminantes al medio ambiente y con ello se tendrá un mejor aprovechamiento de recursos sin dañar al entorno de estas obras.

COMPARATIVA DE RESULTADOS.

Parámetros	U	NOM-002-SEMARNAT -1996.	Muestra tomada del Hospital. (Promedio – máx. Diario)	Observaciones
pH	U	5.5 - 10	7.40 – 7.70	Debido al buen manejo que tiene el hospital de sus residuos, se tienen estos valores que están debajo de lo que marca la norma oficial mexicana NOM-002-SEMARNAT -1996, pero se debe procurar bajar el nivel de pH pues se encuentra cerca del máximo permitido, mediante la disminución de sosa cáustica y limpiadores de piso, los cuales contribuyen al aumento del pH en las descargas de agua residual. Para el caso de Mercurio Total el sistema operador de agua potable y alcantarillado de la ciudad CAPASU nos muestra como promedio mensual 0.0005mg/l.
Grasas y Aceites	Mg/l	75	No hay datos	
Sólidos Sedimentables	ml/l	75	1.3 – 2.0	
Arsénico total	mg/l	0.75	No hay datos	
Cadmio total	mg/l	0.75	No hay datos	
Cianuro total	mg/l	1.5	No detectable	
Cobre total	mg/l	15	No hay datos	
Cromo exavalente	mg/l	0.75	No hay datos	
Mercurio total	mg/l	0.015	No hay datos	
Níquel total	mg/l	6	No hay datos	
Plomo total	mg/l	1.5	No hay datos	
Zinc total	mg/l	9	No hay datos	

Elaboración propia con datos obtenidos de la planta de tratamiento, HGRU, SSA.

Los parámetros referentes a: arsénico, cadmio, cianuro, cobre, cromo exavalente, mercurio, níquel, plomo y zinc, provenientes de la descarga de aguas residuales del hospital son provenientes tanto de procesos de limpieza del hospital (lavandería, lavado de pisos, ventanas y sanitarios), mantenimiento a instalaciones (provenientes de pintura a muros y tuberías, así como mantenimiento a calderas y cuarto de maquinas), procesos de revelación de placas de radiografía y líquidos cansados; de ahí la procedencia de dichos parámetros, por lo cual se obtienen residuos de estos elementos en las descargas.





NOM-003-SEMARNAT-1997

Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público, con el objeto de proteger al medio ambiente y la salud de la población, y es de observancia obligatoria para las entidades públicas responsables de su tratamiento y reuso.

En donde esta norma nos da los parámetros de los contaminantes para el reuso de aguas residuales, los cuales para nuestro caso de estudio será:

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES					
TIPO DE REUSO	PROMEDIO MENSUAL				
	Coliformes fecales NMP/100 ml	Huevos de helminto (h/l)	Grasas y aceites mg/l	DBO ₅ mg/l	SST mg/l
SERVICIOS AL PÚBLICO CON CONTACTO INDIRECTO U OCASIONAL	1,000	5	15	30	30

Fuente: SEMARNAT

Pues la descarga de agua residual del Hospital General Regional de esta ciudad va directamente a los sistemas de drenaje de la ciudad, teniendo contacto indirecto con servicios al público pero finalmente teniendo contacto con las aguas del río Cupatitzio, por lo cual se toma en cuenta este ultimo caso.

COMPARATIVA DE RESULTADOS.

Parámetros	U	NOM-003-SEMARNAT-1993.	Muestra Promedio del Hospital.	Observaciones
Coliformes fecales	NMP/100 ml	1,000	No hay datos	Se aprecia que no se existen los datos necesarios que marca esta norma para un adecuado manejo de descargas de agua residual, pero se puede decir que el tratamiento dado al agua residual del hospital elimina o no hace tan grandes los valores que esta norma pide, además la cloración del agua residual a la salida del tratamiento elimina tanto a Coliformes fecales como huevos de helminto.
Huevos de helminto	h/l	5	No hay datos	
Grasas y aceites	Mg/l	15	No hay datos	
DBO ₅	Mg/l	30	24.0 (en el efluente)	
SST	Mg/l	30	42	

Elaboración propia con datos obtenidos de la planta de tratamiento, HGRU, SSA.





NOM-029-ECOL-1993

Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de hospitales.

Las descargas de aguas residuales en las redes colectoras, ríos, cuencas, causes, vasos, aguas marinas, y demás depósitos o corrientes de agua y los derrames de aguas residuales en los suelos o su infiltración en los terrenos, provenientes de hospitales, provocan efectos adversos en los ecosistemas, por lo que es necesario fijar los límites máximos permisibles que deberán satisfacer dichas descargas.

TABLA 1- NOM – 029 – ECOL – 1993

PARÁMETROS	Límites Máximos Permitidos	
	Prom. Diario	Prom. Instantáneo
pH (unidades de pH)	6 a 9	6 a 9
Demanda química de oxígeno (mg/l)	80	120
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/l)	40	60
Grasas y aceites (mg/l)	15	20
Sólidos sedimentables (ml/l)	1.0	2.0
Sólidos suspendidos totales (mg/l)	40	60
Materia flotantes (mg/l)	ausente	ausente
Coliformes fecales (NMP/100ml)	1 000	2 000
Cloro libre residual (mg/l)	0.2	0.4

Fuente: SEMARNAT





COMPARATIVA DE RESULTADOS.

Parámetros	U	NOM – 029 – ECOL – 1993.	Muestra Promedio del Hospital.	Observaciones
pH	U	6 - 9	7.40 – 7.70	Se requiere de la aplicación de pruebas para el conocimiento de los parámetros requeridos por esta norma, según datos obtenidos por CAPASU el promedio por Hospital de Sólidos Suspendidos Totales es aproximadamente de 174.50 mg/lit, siendo necesaria su comprobación para este hospital, además el formato de calidad de agua residual para este hospital si contempla estos parámetros para su determinación, por lo que se requiere de la realización de pruebas de laboratorio.
DQO	mg/l	80	No hay datos	
DBO	mg/l	40	24	
Grasas y Aceites	mg/l	15	No hay datos	
SS	mg/l	1.0	0.3 – 0.8	
SST	mg/l	40	No hay datos	
Mat. Flotante	mg/l	Ausente	Ausente	
Coliformes Fecales	(NMP/100ml)	1000	No hay datos	
Cloro Libre Residual	mg/l	0.2	No hay datos	

Elaboración propia con datos obtenidos de la planta de tratamiento, HGRU, SSA.

A excepción del Hospital General Regional de Uruapan, que cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales para luego descargar al sistema de drenaje municipal, los hospitales de la ciudad arrojan directamente sus aguas residuales al sistema de drenaje sin dar un tratamiento previo a sus descargas; por ello se hará el estudio de los hospitales “Fray Juan de San Miguel”, “Del Ángel”, Hospital Civil de Uruapan”, “San Jorge” y Hospital de Especialidades “San Francisco de Uruapan”, que hacen su descarga directa al drenaje municipal; el estudio será de manera global y con los datos promedio proporcionados tanto por los hospitales como por la Comisión de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Uruapan (CAPASU) que es un organismo descentralizado del gobierno municipal encargado del control de descargas residuales de la ciudad.





El caso del hospital del Instituto Mexicano del Seguro Social de la ciudad, es especial, pues anteriormente (hasta 2003) arrojaba sus aguas residuales a una barranca ubicada a un costado de este hospital, por lo que se regía por otras normas y parámetros permisibles para la descarga de sus aguas, actualmente el hospital utiliza al drenaje municipal para arrojar sus aguas residuales, por lo que se estudiará como caso especial, aunque ahora se rija por otros parámetros y normas haciendo sus descargas como los demás hospitales de la ciudad.

6.4 Hospital del Instituto Mexicano del Seguro Social.

- Localización: Este hospital se encuentra sobre una de las principales avenidas de la ciudad (ver plano de localización de hospitales en la ciudad), es decir, existe el paso constante de vehículos que acceden a la ciudad, así como los que salen de esta, este hospital se localiza sobre la Calz. Benito Juárez esquina Pról. Francisco Villa; a un costado del predio donde se encuentra el hospital existe una barranca de aprox. 10 m de profundidad, donde anteriormente se arrojaban las aguas residuales provenientes del hospital, hacia el año 2003 se comenzó a descargar hacia el alcantarillado público debido a obras de repavimentación de la Calz. Benito Juárez.
- Servicios con los que cuenta: Medicina Familiar, Especialidades Médicas, Laboratorio clínico, Rayos X, quirófanos (4 para cirugía y 2 para tóco cirugía)
- Capacidad Hospitalaria: 86 camas sensibles y 40 camas no sensibles²¹; atención médica promedio diaria expresada en consulta interna y externa: 354, es decir, 4168 en consulta interna y 4368 para consulta externa²².
- Reglamentación a la cual se sujeta: Ley de Aguas Nacionales, Normas Oficiales Mexicanas como:
 - NOM-001-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
 - NOM-002-SEMARNAT-1996; Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.

²¹ Véase la nota número 17 de la página 176.

²² La consulta interna se da de lunes a domingo a los pacientes que se encuentran hospitalizados, es decir, durante 30 días promedio que dura el mes; mientras que la consulta externa se da de lunes a viernes a pacientes que cuenten con previa cita para visitar a su respectivo médico, es decir, durante 20 días al mes, esto aplica para todos los hospitales de la ciudad.





- NOM-003-SEMARNAT-1997. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público.
- NOM-029-ECOL-1993 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de hospitales.

Aunque este hospital no cuente con programas ambientales que busquen mitigar los efectos de sus aguas residuales al medio ambiente u optimizar los recursos dentro del hospital, si tienen cuidado hacia la calidad de sus aguas residuales mediante un manejo adecuado de los líquidos empleados para la limpieza del hospital, es por ello que a pesar de pagar cuotas por arrojar sus aguas hacia un cauce natural, se buscaba mantenerse dentro de los límites máximos y afectar menos al medio ambiente circundante, ahora que vierten sus descargas directamente al drenaje municipal siguen teniendo cuidado con sus descargas mediante estudios semestrales a sus descargas de aguas residuales.

La descarga del Hospital del IMSS efectuada al sistema de alcantarillado municipal ubicado sobre la Calzada Benito Juárez número 153, esquina Prolongación Francisco Villa de la Col. Francisco José Mújica, mediante dos tuberías separadas de 6" de diámetro, no existe separación de descargas de servicios, limpieza o aguas pluviales, como ya se hizo mención, el hospital en años anteriores descargaba sus aguas residuales hacia una barranca a un costado del hospital, esta descarga se hacia mediante una tubería de cemento de 20 pulgadas de diámetro.

Por lo cual se tienen los siguientes valores y parámetros de descarga son:

El estudio fue realizado durante el mes de Noviembre de 2005, ordenado por el mismo Instituto Mexicano del Seguro Social para tener datos de las descargas de sus aguas residuales hacia el final de año, los datos proporcionados fueron otorgados por el Jefe de Mantenimiento del Hospital, quien a manera de resumen del estudio del agua residual presenta los siguientes datos.





Parámetros	Unidad	Prom.	Min.	Max.
Olor	Sin	Perceptible		
Color	Sin	Durante el día del estudio se mantuvo turbia		
Materia Flotante	Sin	No se observó materia flotante		
Temperatura Ambiente	°C	19.3	15	26
Temperatura del Agua	°C	21.63	19	23
Oxígeno Disuelto	mg/l	2.44	2.32	2.8
pH	U	7.8	7.7	8.3
S.D.T	mg/l	102.2	93.5	114.4
Gasto	l/seg	1.19	0.22 0	1.440
Grasas y Aceites	mg/l	2.312	0.75 1	7.32
Coliformes fecales	NMP/ 100ml	53	31	58

Fuente: Departamento de mantenimiento, hospital IMSS

Muestras tomadas durante el mes Noviembre de 2005; los promedios son mensuales.

Donde:

S.D.T = Sólidos Disueltos Totales

P = Perceptible.

A = Ausente.

Análisis Físico Químico de una Muestra Simple de agua residual tomada del Hospital del Instituto Mexicano del Seguro Social de la Ciudad de Uruapan Mich. El día 14 de Noviembre de 2005.





Parámetros	U	Concentración
Temperatura	°C	19
Materia flotante	-	Ausente
pH	U	7.78
Sólidos sedimentables	ml/l	4.82
DBO ₅	mg/l	63.93
Sólidos suspendidos	mg/l	23.86
Grasas y aceites	mg/l	2.34
Arsénico	mg/l	0.001
Cadmio	mg/l	No detectable
Cianuro	mg/l	No detectable
Cobre	mg/l	0.12
Cromo total	mg/l	0.002
Cromo exavalente	mg/l	0.005
Mercurio	mg/l	0.0023
Níquel	mg/l	0.074
Plomo	mg/l	0.197
zinc	mg/l	0.033

Fuente: Departamento de mantenimiento, hospital IMSS

Para este caso se utilizaran estos valores para compararlos con los establecidos por la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, pues desde que el hospital comenzó a prestar sus servicios y hasta el año de 2003 realizaba sus descargas a cuerpos receptores naturales y conocer lo que establecía la ley en cuanto a pago de impuestos y posibles sanciones aplicables a este hospital; aunque ahora descargue sus aguas residuales directamente al drenaje municipal se considera a este hospital para efectos de trabajo de tesis como caso especial, pues al ser una manera distinta de verter aguas residuales al no contar con un drenaje adecuado o donde depositar este tipo de residuos, es necesario conocer los daños al medio ambiente, las normas a las que se regirán tanto empresas, hospitales e industria y como la ingeniería civil puede ayudar a mitigar efectos adversos al medio ambiente y las posibles soluciones que se les pueden dar a estos tipos de situaciones.





6.4.1 Observancia del Hospital a las Normas Oficiales Mexicanas.

NOM-001-SEMARNAT-1996.

Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 6 de enero de 1997 y entró en vigor el día 7 de enero de 1997. Esta norma se complementa con la aclaración publicada en el mismo medio de difusión del día 30 de abril de 1997.

Parámetros (miligramos por litro, excepto cuando se especifique)	U	Ríos					
		Uso riego agrícola	Uso público urbano	Protección de la vida acuática	Uso riego agrícola	Uso público urbano	Protección de la vida acuática
		Promedio Mensual			Promedio Diario		
Temperatura	°C	N. A.	40	40	N. A.	40	40
Grasas y aceites	-	15	15	15	25	25	25
Materia flotante	U	Ausente			Ausente		
Sólidos sedimentables	ml/l	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0
Sólidos suspendidos	mg/l	150	75	40	200	125	60
DBO ₅	mg/l	150	75	30	200	125	60
Nitrógeno	mg/l	40	40	15	60	60	25
Fósforo	mg/l	20	20	5	30	30	10
Arsénico	mg/l	0.2	0.1	0.1	0.4	0.2	0.2
Cadmio	mg/l	0.2	0.1	0.1	0.4	0.2	0.2
Cianuro	mg/l	1.0	1.0	1.0	0.3	0.2	0.2
Cobre	mg/l	4.0	4.0	4.0	6.0	6.0	6.0
Cromo	mg/l	1.0	0.5	0.5	1.5	1.0	1.0
Mercurio	mg/l	0.01	0.005	0.005	0.02	0.01	0.01
Níquel	mg/l	2.0	2.0	2.0	4.0	4.0	4.0
Plomo	mg/l	0.5	0.2	0.2	1.0	0.4	0.4
Zinc	mg/l	10	10	10	20	20	20

Fuente SEMARNAT





COMPARATIVA DE RESULTADOS.

Parámetros (miligramos por litro, excepto cuando se especifique)	U	NOM-001-SEMARNAT-1996.		Muestra tomada del Hospital.	Observaciones
		Uso público urbano	Protección de la vida acuática		
		Promedio Mensual			
Temperatura	°C	40	40	19	Se tomaron en cuenta las opciones que nos marca la norma para ríos que reciban descargas de agua residual y su posible uso público urbano y para la protección a la vida acuática el cuerpo receptor; en este caso los efluentes que convergen al Río Cupatitzio, tal es el caso del riachuelo que se encuentra en la barranca a un costado de las instalaciones del Hospital IMSS de la ciudad donde anteriormente se hacían las descargas de agua residual. Se puede apreciar también que los parámetros que marca la norma en el caso de temperatura, grasas y aceites y sólidos suspendidos son mucho mayores a los que presenta la descarga del hospital, sin embargo la DBO ₅ se encuentra cerca del límite y los sólidos suspendidos supera lo marcado por la norma.
Grasas y aceites	-	15	15	2.34	
Materia flotante	U	Ausente		Ausente	
Sólidos sedimentables	ml/l	1.0	1.0	4.82	
Sólidos suspendidos	mg/l	75	40	23.86	
DBO ₅	mg/l	75	30	63.93	
Nitrógeno	mg/l	40	15	No hay datos	
Fósforo	mg/l	20	5	No hay datos	
Arsénico	mg/l	0.1	0.1	0.001	
Cadmio	mg/l	0.1	0.1	No detectable	
Cianuro	mg/l	1.0	1.0	No detectable	
Cobre	mg/l	4.0	4.0	0.12	
Cromo	mg/l	0.5	0.5	0.002	
Mercurio	mg/l	0.005	0.005	0.0023	
Níquel	mg/l	2.0	2.0	0.074	
Plomo	mg/l	0.2	0.2	0.197	
Zinc	mg/l	10	10	0.033	

Elaboración personal a partir de datos proporcionados por el departamento de mantenimiento del hospital IMSS

Como se puede apreciar los parámetros marcados por la norma en el caso de metales como el cobre, cromo, mercurio, níquel, plomo y zinc son mayores a los que descarga el hospital en sus aguas residuales debido a que las maquinas de rayos X del hospital cuentan con contenedores especiales, los cuales almacenan los líquidos provenientes del revelado de placas y éstos son guardados en el almacén temporal para luego ser recogidos con los demás residuos sólidos del hospital, por lo que en raras ocasiones tienen contacto con el agua residual del hospital; cabe mencionar que ya se hizo referencia sobre la procedencia de los parámetros referentes a:





arsénico, cadmio, cianuro, cobre, cromo, mercurio, níquel, plomo y zinc, de la descarga de aguas residuales del hospital, los cuales son resultado tanto de procesos de limpieza del hospital (lavandería, lavado de pisos, ventanas y sanitarios), mantenimiento a instalaciones (provenientes de pintura a muros y tuberías, así como mantenimiento a calderas y cuarto de maquinas).

Si bien este hospital no cuenta con acciones específicas para el cuidado ambiental como el hospital ISSSTE o cuente con una certificación ambiental de empresa limpia, la preparación profesional del personal médico, de enfermería y administrativo hace que se cuiden mejor los recursos teniendo como resultado el control sobre los residuos generados y su procedencia, así como en las descargas que hacen al drenaje municipal, recordemos además que al exceder los parámetros marcados por la norma causa penalizaciones y genera cuotas por multas, es decir, el hospital semestralmente tenía que declarar ante la SEMARNAT la calidad en la descarga de sus aguas residuales al cauce natural que existe a un costado de sus instalaciones por lo que si éste excedía algunos de los parámetros marcados por la norma este tenía que pagar multas por no cuidar tal o cual parámetro.

Es necesario tener una buena planeación cuando se trate de construir instalaciones de servicios como es el caso de hospitales y conocer cuales son las opciones que se tienen no sólo para estructurar el edificio, sino además la forma en las cuales se harán las descargas de aguas residuales, si es necesaria su separación por servicios, si se requerirá de sistemas de tratamientos antes de arrojarlas al drenaje municipal y sobre todo los efectos que producirán las descargas de aguas residuales al medio ambiente, es por ello que el hospital al no tener un sistema de drenaje adecuado cercano a sus instalaciones optó por arrojar sus aguas residuales hacia el barranco a un costado del predio donde se encuentra el hospital.

De nuevo entra la ingeniería para resolver estas situaciones especiales debiendo tener respeto hacia el medio ambiente circundante, cuidando también a los vecinos de estas instalaciones tratando de no emanar malos olores o ruido innecesario, para ello se debe tener conocimiento de cuales alterativas se tienen y las normas, leyes y reglamentos que regirán el funcionamiento de estas instalaciones; como ingenieros debemos no sólo conocer los aspectos estructurales o de diseño de edificaciones, sino también las implicaciones ambientales que tendrán las obras civiles que se construirán, los parámetros o lineamientos que se deben respetar en este caso las descargas de agua residual tanto al drenaje municipal y/o cuerpos receptores naturales, por lo que conocer las normas oficiales, técnicas, reglamentos y leyes que nos rigen.





NOM-002-SEMARNAT-1996.

Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal; como se mostró en los casos anteriores se utilizará la tabla que continuación se presenta, cabe aclarar que la numeración de tablas en este trabajo no necesariamente concuerda con la numeración presentada en las Normas Oficiales Mexicanas publicadas en el Diario Oficial de la Federación.

Tabla 1- NOM-002-SEMARNAT-1996.

PARÁMETROS (miligramos por litro, excepto cuando se especifique otra)	Promedio Mensual
Grasas y aceites	50
Sólidos sedimentables (mililitros por litro)	5
Arsénico total	0.5
Cadmio total	0.5
Cianuro total	1
Cobre total	10
Cromo exavalente	0.5
Mercurio total	0.01
Níquel total	4
Plomo total	1
Zinc total	6

Fuente: SEMARNAT.

En la tabla anterior se muestran los parámetros y el valor promedio mensual de descargas al sistema de drenaje municipal, a los que actualmente se somete el Hospital IMSS de la ciudad, por no contar con los valores promedios diarios y los valores instantáneos se usaron solamente los valores promedio mensuales para hacer la comparativa con las descargas de agua residual del Hospital.





COMPARATIVA DE RESULTADOS.

PARÁMETROS (miligramos por litro, excepto cuando se especifique otra)	NOM-002-SEMARNAT-1996.	Muestra tomada del Hospital.	Observaciones
	Promedio Mensual.		
Grasas y aceites	50	2.34	Se observa que el hospital cumple con todos los límites máximos permisibles marcados por la norma, sin embargo los sólidos sedimentables se encuentran cercanos al límite que la norma permite, por lo que es necesario revisar los sistemas de limpieza del hospital, así como de los registros de salida del drenaje.
Sólidos sedimentables (mililitros por litro)	5	4.82	
Arsénico total	0.5	0.001	
Cadmio total	0.5	No detectable	
Cianuro total	1	No detectable	
Cobre total	10	0.12	
Cromo exavalente	0.5	0.005	
Mercurio total	0.01	0.0023	
Níquel total	4	0.074	
Plomo total	1	0.197	
Zinc total	6	0.033	

Elaboración personal a partir de datos proporcionados por el departamento de mantenimiento del hospital IMSS

Como en el caso del hospital ISSSTE donde los parámetros de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) y Sólidos Suspendidos totales se encontraban por encima de lo marcado por la Norma Oficial Mexicana (NOM-003-SEMARNAT-1997), donde una solución posible para reducir estos parámetros es la construcción de una fosa séptica; en este caso también se puede proponer la construcción de una para reducir el parámetro referente a Sólidos Sedimentables, los cuales se encuentran cercanos al máximo permitido por la norma, recordemos que este hospital no cuenta con ningún tipo de obra especial para tratar sus aguas residuales y la calidad de ésta, por lo tanto se podría proponer construir una fosa séptica a este hospital para disminuir los sólidos sedimentables que son arrojados al sistema de drenaje municipal.

NOM – 003 – SEMARNAT – 1997.

Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público, con el objeto de proteger al medio ambiente y la salud de la población, y es de observancia obligatoria para las entidades públicas responsables de su tratamiento y reuso.





En donde esta norma nos da los parámetros de los contaminantes para el reuso de aguas residuales, los cuales para nuestro caso de estudio será:

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES					
TIPO DE REUSO	PROMEDIO MENSUAL				
	Coliformes fecales NMP/100 ml	Huevos de helminto (h/l)	Grasas y aceites mg/l	DBO ₅ mg/l	SST mg/l
SERVICIOS AL PÚBLICO CON CONTACTO INDIRECTO U OCASIONAL	1,000	5	15	30	30

Fuente: SEMARNAT

Se utilizara este caso en particular, pues el contacto que se tiene con el agua Residual de este hospital aunque corra por la red de drenaje de la ciudad, este si puede llegar a tener contacto con el cauce del Río Cupatitzio y ocasionalmente con habitantes de la ciudad, por lo que es importante que los hospitales de la ciudad presten atención a lo marcado por las Normas Oficiales con respecto a la descarga de sus aguas Residuales, siendo no necesariamente esta norma la que rija las descargas que haga el hospital, mas bien, siendo aquellas a las que es mejor respetar para evitar daños al medio ambiente y sobre todo a la población.

COMPARATIVA DE RESULTADOS.

Parámetros	U	NOM-003- SEMARNAT -1993.	Muestra Promedio del Hospital.	Observaciones
Coliformes fecales	NMP/100 ml	1,000	53	Se aprecia que no existen los datos concernientes a Huevos de Helminto en el análisis que el hospital proporciono de ese mes, se aprecia además que el parámetro de DBO ₅ de la muestra tomada en el hospital es mucho mayor a lo marcado por la norma, aunque no se tenga contacto directo del agua residual con la población cercana al hospital, si es necesario mantener controlado ese parámetro para evitar daños al medio ambiente.
Huevos de helminto	h/l	5	No hay datos	
Grasas y aceites	Mg/l	15	2.312	
DBO ₅	Mg/l	30	63.93	
SST	Mg/l	30	23.86	

Elaboración personal a partir de datos proporcionados por el departamento de mantenimiento del hospital IMSS





Si bien el agua residual no tiene contacto directo con habitantes cercanos a las inmediaciones del hospital es necesario tener en cuenta que en algunos puntos de la ciudad esta si puede llegar a tener salida a cauces naturales y contribuir a malos olores, crecimiento de colonias de bacterias o insectos los cuales llegan a ser perjudiciales a las personas que vivan cerca de las barrancas que cruzan a la ciudad y también pueden llegar a tener contacto con el agua residual de dichos cauces, es por ello que vigilar los parámetros de las diferentes Normas Oficiales con respecto a la descarga de aguas residuales es importante para conocer los distintos parámetros y límites máximos permitidos que tienen las diferentes normas, es decir, aunque no sean las normas que necesariamente rijan la descarga de agua residual de los hospitales, es necesario conocerlas para así tener conocimiento de ellas.

Este hospital anteriormente y como ya se hizo mención hacía sus descargas hacia un barranco que sirve como drenaje de casas habitación de la zona, por lo que si aún se hicieran de esta manera la descarga sería necesario vigilar con mayor detenimiento el parámetro de DBO_5 para disminuirlo y respetar lo marcado por la Norma, pues este barranco si llega a tener contacto ocasionalmente con la población de la ciudad.

NOM – 029 – ECOL – 1993.

Esta norma oficial mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de hospitales.

Como ya se hizo mención, las descargas que hagan los hospitales tanto a causes, redes colectoras de aguas residuales, entre otros provoca efectos adversos al medio ambiente por la composición de sus aguas haciendo necesaria la observación a esta norma y sobre todo a los límites máximos marcados por esta para satisfacer dichas descargas.





TABLA 1- NOM – 029 – ECOL – 1993

PARÁMETROS	Límites Máximos Permitidos	
	Prom. Diario	Prom. Instantáneo
pH (unidades de pH)	6 a 9	6 a 9
Demanda química de oxígeno (mg/l)	80	120
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/l)	40	60
Grasas y aceites (mg/l)	15	20
Sólidos sedimentables (ml/l)	1.0	2.0
Sólidos suspendidos totales (mg/l)	40	60
Materia flotantes (mg/l)	ausente	ausente
Coliformes fecales (NMP/100ml)	1 000	2 000
Cloro libre residual (mg/l)	0.2	0.4

Fuente: SEMARNAT

Se tomara como referencia el promedio diario pues recordemos que se entenderá por límite máximo permisible promedio diario, los valores, rangos y concentraciones de los parámetros que debe cumplir el responsable de la descarga en función del análisis de muestras compuestas, de las aguas residuales provenientes de esta industria; y por límite máximo permisible instantáneo, los valores, rangos y concentraciones de los parámetros que debe cumplir el responsable de la descarga, y este tendrá el derecho a que la autoridad competente le fije, condiciones particulares de descarga que tomen en consideración lo anterior.





COMPARATIVA DE RESULTADOS.

Parámetros	U	NOM – 029 – ECOL – 1993.	Muestra Promedio del Hospital.	Observaciones
pH	U	6 - 9	7.78	Se aprecia que en el estudio no existen todos los parámetros requeridos por la norma, por lo que es necesario sean analizados en estudios posteriores del agua residual proveniente del hospital, se aprecia que el parámetro de DBO ₅ nuevamente se encuentra por encima de lo marcado por la Norma por lo que es recomendable controlar el parámetro de DBO para evitar la desoxigenación del agua y evitar malos olores que puedan ser molestos para los vecinos del lugar.
DQO	mg/l	80	No hay datos	
DBO	mg/l	40	63.93	
Grasas y Aceites	mg/l	15	2.31	
SS	mg/l	1.0	2.34	
SST	mg/l	40	No hay datos	
Mat. Flotante	mg/l	Ausente	Ausente	
Coliformes Fecales	(NMP/100ml)	1000	53	
Cloro Libre Residual	mg/l	0.2	No hay datos	

Elaboración personal a partir de datos proporcionados por el departamento de mantenimiento del hospital IMSS

Recordemos que el parámetro mas usado para estimar el grado de contaminación orgánica en el agua es la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y su determinación implica medir la variación de oxígeno disuelto en el agua a través del tiempo debido a las reacciones bioquímicas involucradas en el metabolismo microbiano de la materia orgánica.

La DBO del agua da una idea de la biodegradabilidad de la materia orgánica, además sirve para calcular la cantidad de oxígeno necesario para estabilizar la materia orgánica mediante un tratamiento biológico y en general la DBO es un índice importante de la calidad de los cuerpos de agua.

6.5 Otros Hospitales de Uruapan Que Hacen Sus Descargas Directas al Sistema de Drenaje Municipal.

Ya hemos hablado de la importancia que tiene la ingeniería civil en el cuidado al medio ambiente y durante los procesos de diseño y construcción en obras que permitan tanto mejorar la calidad de vida de la población, así como disminuir su impacto al ambiente, por lo que la ingeniería sanitaria – en este caso – nos permite





controlar los contaminantes provenientes de las descargas de estos centros de atención médico hospitalaria, con ello protegiendo a los sistemas de drenaje y alcantarillado de la ciudad, al río Cupatitzio y evitando además la propagación de enfermedades y riesgos que estos conllevan a los habitantes que utilizan las aguas de este río.

Ahora se analizarán de manera conjunta los hospitales de la ciudad que por las características del manejo de sus aguas residuales se pueden englobar en un solo gran caso, es decir, los hospitales que a continuación se mencionaran, en su conjunto realizan sus descargas hacia el sistema de drenaje municipal sin tener sistemas previos de tratamiento e inclusive programas de protección ambiental, el manejo de estos hospitales es de manera particular, exceptuando la Cruz Roja de la ciudad, con ello queremos decir que estos hospitales no son de orden estatal o federal, por lo que la atención médica depende de precios y honorarios fijados a los pacientes que hacen uso de sus servicios.

Cabe mencionar que los datos utilizados para estos casos fueron proporcionados por la Comisión Agua Potable Alcantarillado y Saneamiento de Uruapan (CAPASU), que es un organismo descentralizado del gobierno municipal encargado de la vigilancia y mantenimiento de descargas hacia el sistema de drenaje municipal, estos datos provienen de los hospitales que a continuación se mencionaran y son valores promedios mensuales del mes de Octubre de 2005

Listado de hospitales para este caso.

- Hospital Civil de Uruapan “Dr. J. Jesús Silva AC.”

Ubicación: Este hospital se encuentra en la parte norte de la ciudad, cercana al Parque Nacional “Barranca del Cupatitzio”, se encuentra además cercana a zonas de extracción de agua potable que abastece a la ciudad de Uruapan, por lo que los controles que se tengan sobre manejo de residuos, así como de sus descargas a los sistemas de drenaje y alcantarillado de la ciudad se tienen que hacer con apego a las leyes y normas por las cuales se rigen, para evitar que agentes contaminantes entren en contacto con la población y la cercanía del río Cupatitzio a este hospital, se localiza además en una de las partes altas de la ciudad, por lo que los vientos generados pueden acarrear malos olores en caso de un mal manejo de sus residuos, por lo cual como ya se hizo mención es necesario un buen manejo de los residuos generados y de las descargas que ellos hagan a los sistemas de drenaje municipal, su dirección es: Calzada Fray Juan de San Miguel no. 6





Dependencia de tipo: Asociación Civil y los servicios con los que cuenta son: urgencias médicas, maternidad, rayos X, laboratorio clínico, farmacia, cafetería, consulta externa como: pediatría, oncología, medicina interna, urología, traumatología, ginecología, cardiología y cirugía plástica.

Su capacidad hospitalaria: 2 quirófanos 50 camas presta alrededor de 80 consultas externas diarias, esto quiere decir, 1 600 consultas externas al mes y 40 consultas internas diarias haciendo 1 200 consultas internas mensuales.

- Hospital “Fray Juan de San Miguel”.

Ubicación: Este hospital se encuentra dentro de uno de los antiguos barrios que conformaban la ciudad de Uruapan (Col. La Magdalena), siendo esta una zona habitacional de media clase por lo que se requiere un buen manejo de sus residuos para no generar malos olores, cabe mencionar que en época de lluvias las calles cercanas a este hospital suelen saturar el drenaje municipal y llegar a sobrepasar el nivel de la banqueta.

Dependencia de tipo: Privada y presta servicios de: urgencias médicas, farmacia, rayos X, tomografía, unidad de cuidados intensivos, banco de sangre, taller maquilador de ropa hospitalaria, laboratorio, medicina interna, cardiología, traumatología, ginecología y cirugía en general.

Su capacidad hospitalaria: 29 camas, 1 unidad de choque, 4 camas de observación de pacientes y 2 quirófanos, este hospital presta alrededor de 1 150 consultas mensuales, de las cuales se dan 20 consultas externas diarias y 25 consultas internas diarias.

Cabe destacar que este hospital cuenta con la acreditación “Empresa Limpia” otorgada por la PROFEPA por el buen manejo que le dan a sus recursos y a los desechos sólidos del hospital, para lograr esta acreditación el hospital estuvo bajo observación durante 3 años por esta secretaría vigilando todos los procedimientos que se realizaban en el hospital y el manejo que se le daba a todos sus residuos.





- Hospital “Del Ángel”

Ubicación: Este hospital también se encuentra dentro de la Col. La Magdalena, esta es una zona habitacional de clase media alta por lo que se requiere un buen manejo de sus residuos para no generar malos olores, recientemente en este hospital hubo un incendio (02 de Octubre de 2006) por sobrecalentamiento de una de sus calderas y gracias a la acumulación de gases por solventes que se tenían almacenados en el cuarto de calderas en el tercer piso de este hospital provocó que se iniciara este incendio.

Dependencia de tipo: Privada y presta servicios de: urgencias médicas, rayos X, tomografía, unidad de cuidados intensivos, laboratorio, medicina interna, cardiología, traumatología, ginecología, cuenta con más de 20 especialidades médicas.

Su capacidad hospitalaria: 23 camas, de las cuales 6 son de salas de observación de pacientes y 4 quirófanos, este hospital presta alrededor de 1 100 consultas mensuales, de las cuales se dan 28 consultas externas diarias y 18 consultas internas diarias.

- Hospital de especialidades “San Francisco de Uruapan S.C.”

Ubicación: Este hospital se encuentra en la calle Paseo de la Cima de la Col. Lomas del Valle de esta ciudad, este es un pequeño hospital localizado en una zona habitacional de clase media con poco flujo vehicular y escuelas universitarias cercanas a este centro de atención médica.

Dependencia de tipo: Privada y presta servicios de: urgencias médicas, rayos X, laboratorio clínico, medicina interna, traumatología, ginecología, pediatría, terapia intensiva.

Su capacidad hospitalaria: 12 camas, y 2 quirófanos, este hospital presta alrededor de 560 consultas mensuales, de las cuales se dan 10 consultas externas diarias y 12 consultas internas diarias.





- Hospital “San Jorge”

Ubicación: Localizado en la Calz. La Fuente a un costado del cuartel militar y frente a la Preparatoria “Lázaro Cárdenas” de esta ciudad, la calle donde se encuentra este hospital tiene paso continuo de vehículos, siendo una de las principales vialidades para ir a la zona oriente de la ciudad.

Dependencia de tipo: Privada y presta servicios de: urgencias médicas, rayos X, medicina interna, traumatología, ginecología, pediatría, urología.

Su capacidad hospitalaria: 12 camas, y 2 quirófanos, este hospital presta alrededor de 560 consultas mensuales, de las cuales se dan 10 consultas externas diarias y 12 consultas internas diarias.

6.5.1 Observancia de Estos Hospitales a las Normas Oficiales Mexicanas.

Ahora se estudiarán los hospitales mencionados de manera conjunta, estos centros de atención médica se rigen por las mismas normas que los hospitales ya estudiados, por lo que a continuación se mostrarán sus resultados, con información proporcionada por la Comisión de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Uruapan (CAPASU).

NOM – 002 – ECOL – 1996.

Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.

Tabla 1- NOM-002-SEMARNAT-1996.

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES			
PARÁMETROS (miligramos por litro, excepto cuando se especifique otra)	Promedio Mensual	Promedio Diario	Instantáneo
Grasas y aceites	50	75	100
Sólidos sedimentables (mililitros por litro)	5	7.5	10
Arsénico total	0.5	0.75	1





Cadmio total	0.5	0.75	1
Cianuro total	1	1.5	2
Cobre total	10	15	20
Cromo exavalente	0.5	0.75	1
Mercurio total	0.01	0.015	0.02
Níquel total	4	6	8
Plomo total	1	1.5	2
Zinc total	6	9	12

Fuente: SEMARNAT.

COMPARATIVA DE RESULTADOS.

Parámetros	U	NOM-002-SEMARNAT-1996.	Datos proporcionados por CAPASU (Prom. Mensual)	Observaciones
pH	U	5.5 - 10	7.83	Cabe destacar que los hospitales por su naturaleza de administración tipo particular mantiene a discreción el acceso a su información, razón por la cual se recurrió a la autoridad en este municipio para la obtención de esta información, en donde se pudieron obtener estos datos.
Grasas y Aceites	Mg/l	75	31.315	
Sólidos Sedimentables	ml/l	75	7.02	
Arsénico total	mg/l	0.75	No hay datos	
Cadmio total	mg/l	0.75	No hay datos	
Cianuro total	mg/l	1.5	No hay datos	
Cobre total	mg/l	15	No hay datos	
Cromo exavalente	mg/l	0.75	No hay datos	
Mercurio total	mg/l	0.015	No hay datos	
Níquel total	mg/l	6	No hay datos	
Plomo total	mg/l	1.5	< 0.164	Se aprecia que los datos proporcionados por CAPASU sobre la descarga de los hospitales hacia el sistema de drenaje municipal cumplen con lo marcado por esta norma.
Zinc total	mg/l	9	No hay datos	

Elaboración personal a partir de datos proporcionados por CAPASU

Como se menciona, estos hospitales mantienen a discreción la información que se proporcione a terceros sobre las descargas de agua residual hacia el sistema de drenaje, por norma, los hospitales de la ciudad tienen que entregar a la autoridad en este municipio, que en este caso es la Comisión de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Uruapan (CAPASU) un reporte o análisis de sus aguas residuales





semestralmente, pero dada la información contenida estos hospitales optan por reservarse esta información.

NOM – 003 – SEMARNAT – 1997.

Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público, con el objeto de proteger al medio ambiente y la salud de la población, y es de observancia obligatoria para las entidades públicas responsables de su tratamiento y reuso.

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES					
TIPO DE REUSO	PROMEDIO MENSUAL				
	Coliformes fecales NMP/100 ml	Huevos de helminto (h/l)	Grasas y aceites mg/l	DBO ₅ mg/l	SST mg/l
SERVICIOS AL PÚBLICO CON CONTACTO INDIRECTO U OCASIONAL	1,000	5	15	30	30

Fuente: SEMARNAT

Se utilizara este caso en particular, pues el contacto que se tiene con el agua residual se puede de dar de manera esporádica con algunos habitantes de la ciudad aunque esta corra por la tubería de drenaje de la ciudad, en algunos puntos llega a correr por cauces naturales y a cielo abierto.

COMPARATIVA DE RESULTADOS.

Parámetros	U	NOM-003-SEMARNAT -1993.	Datos proporcionados por CAPASU (Prom. Mensual)	Observaciones
Coliformes fecales	NMP/100 ml	1,000	No hay datos	Se aprecia que no existen los datos concernientes a Huevos de Helminto en el análisis que I CAPASU proporciono, se aprecia además que el promedio del parámetro de DBO ₅ del agua residual tomadas en estos hospitales es mayor a lo marcado por la norma, aunque no se tenga contacto directo del agua residual con la población cercana a estos hospitales, si es necesario mantener controlado ese parámetro para evitar daños al medio ambiente y el parámetro Sólidos Suspendidos Totales es cercano al máximo permitido.
Huevos de helminto	h/l	5	No hay datos	
Grasas y aceites	Mg/l	15	31.315	
DBO ₅	Mg/l	30	50.067	
SST	Mg/l	30	29.083	

Elaboración personal a partir de datos proporcionados por CAPASU





Cabe mencionar que en esta ciudad existe una planta de tratamiento de Aguas Residuales la cual recibe las descargas provenientes de la ciudad, esta planta se encuentra hacia el oriente de este centro de población, esta planta cuenta con una capacidad instalada de 420.00 lt/s y con ello tener un caudal tratado de 280.00 lt/s, el proceso de tratamiento de sus aguas es por medio de lodos activados (Comisión Nacional del Agua, 2005: www.cna.gob.mx/eCNA/Espaniol/Directorio/Default.aspx), es por ello que se puede mantener controlados estos parámetros para evitar daños posteriores al medio ambiente, las aguas tratadas corren hacia un río llamado “Santa Bárbara” el cual sirve como riego para las poblaciones que se encuentren río debajo de la Ciudad de Uruapan, es por ello que se debe tener especial cuidado con la calidad de las aguas vertidas pues suelen tener un reuso como riego y contaminar los frutos para los que se utilizan esta aguas.

NOM – 029 – ECOL – 1993.

Esta norma oficial mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de hospitales.

TABLA 1- NOM – 029 – ECOL – 1993

PARÁMETROS	Límites Máximos Permitidos	
	Prom. Diario	Prom. Instantáneo
pH (unidades de pH)	6 a 9	6 a 9
Demanda química de oxígeno (mg/l)	80	120
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/l)	40	60
Grasas y aceites (mg/l)	15	20
Sólidos sedimentables (ml/l)	1.0	2.0
Sólidos suspendidos totales (mg/l)	40	60
Materia flotantes (mg/l)	ausente	ausente
Coliformes fecales (NMP/100ml)	1 000	2 000
Cloro libre residual (mg/l)	0.2	0.4

Fuente: SEMARNAT

Se tomara como referencia el promedio instantáneo pues recordemos que se entenderá por límite máximo permisible instantáneo, los valores, rangos y concentraciones de los parámetros que deben cumplir el responsable de la descarga,





y este tendrá el derecho a que la autoridad competente le fije, condiciones particulares de descarga que tomen en consideración lo anterior.

COMPARATIVA DE RESULTADOS.

Parámetros	U	NOM – 029 – ECOL – 1993.	Muestra Promedio del Hospital.	Observaciones
pH	U	6 - 9	7.83	Se aprecia que en los datos proporcionados de nuevo no existen todos los parámetros requeridos por la norma, por lo que es necesario fomentar el acceso a la información y compartir datos que pueden ser importantes y necesarios para proteger al medio ambiente y no causar daños posteriores, en lo que respecta los datos se aprecia que sólo el parámetro de grasas y aceites supera lo marcado por esta norma, por lo que se requiere cuidar la utilización de aceites en comedores de los hospitales y limpiadores de pisos o en cuartos de máquinas para disminuir este parámetro.
DQO	mg/l	120	No hay datos	
DBO	mg/l	60	50.06	
Grasas y Aceites	mg/l	20	31.312	
SS	mg/l	2.0	No hay datos	
SST	mg/l	60	29.08	
Mat. Flotante	mg/l	Ausente	No hay datos	
Coliformes Fecales	(NMP/100ml)	2000	No hay datos	
Cloro Libre Residual	mg/l	0.4	No hay datos	

Elaboración personal a partir de datos proporcionados por CAPASU

Observamos que se requiere mas información para poder completar el análisis de estos hospitales y con ello tener una mejor idea sobre como es el manejo de sus recursos y la calidad de las aguas residuales que ellos hagan hacia el sistema de drenaje municipal, es por ello que se necesita tener apertura para compartir información que pueda ser beneficiosa para todos los habitantes de la ciudad y conocer como es el manejo de residuos y aguas residuales para mejorar nuestro trabajo como ciudadanos y respetar al medio ambiente; por esta ciudad corre un hermoso río el cual sirve a los habitantes como centro turístico y generando fuentes de empleo por el turismo, aguas abajo sirve como agua de riego para zonas de cultivo, razón por demás para intentar cuidar nuestro entorno y como ingenieros conocer las normas a las que se sujetaran las obras que diseñemos y podamos construir cuidando y respetando nuestro medio ambiente así como las posibilidades de descargas de aguas residuales y los sistemas que podamos utilizar para tratarlas adecuadamente según sea su composición.





Nadie podrá conseguir que la gente “salve la tierra” en contra de sus deseos.

Terminaremos haciendo lo que debemos, porque comprendemos que lo tenemos que hacer, aunque lo hagamos con mayor o menor dosis de entusiasmo.

Jonathon Porritt





Capítulo 7

Conclusiones

Los centros de atención médica como hospitales, clínicas, médicos dentistas, depósitos de cadáveres o las veterinarias, generan una tremenda cantidad de desechos al momento de tratar a sus usuarios. Generan desechos médicos regulables como los biológicos infecciosos, químicos, radioactivos, punzocortantes, reciclables y reutilizables, así como aguas residuales.

En orden de cumplir el respeto al medio ambiente, así como brindar la mejor atención médica, es responsabilidad de los centros de atención médica crear e implementar políticas para la disposición adecuada de sus residuos tanto sólidos como líquidos que incluyan la protección al medio ambiente, a sus trabajadores y a los vecinos de estos centros de atención médica.

Estudios llevados a cabo en otros países, han demostrado que el agua residual de hospitales contienen microorganismos patogénicos, químicos farmacéuticos, compuestos orgánicos halogenados, etc. El caso de sustancias químicas de actividades hospitalarias en el medio acuático se ha reconocido como un importante hecho en el campo de la salud humana y su contribución al daño ecológico.

Las sustancias químicas usadas en los hospitales, así como bacterias y microorganismos son generalmente encontrados en su agua residual inclusive después de la aplicación y contacto con detergentes, cloro y productos de lavado utilizados en la limpieza de sus instalaciones, asegurando sólo la eliminación de algunos tipos de microorganismos, la descarga de algunos de estos efluentes en la red de drenaje o en el medio ambiente circundante representan una significativa contribución a la contaminación a la naturaleza y particularmente en el medio acuático si no se da algún tipo de tratamiento a este tipo de aguas residuales.

Se ha podido observar que el agua residual proveniente de hospitales contienen virus, bacterias patogénicas incluyendo bacterias resistentes a los antibióticos y algunos de estos contaminantes, particularmente los residuos de medicinas y compuestos orgánicos generalmente son resistentes a algunos sistemas de plantas de tratamiento de aguas residuales.





Los problemas asociados a los líquidos residuales generados en centros de salud han sido motivo de preocupación internacional debido al peligro de una potencial propagación de enfermedades y a los riesgos ambientales derivados de la ausencia de tratamientos adecuados. Es por ello que estos problemas trascienden el campo técnico-sanitario e involucran aspectos sociales, económicos, políticos y ambientales.

La composición de las aguas residuales procedentes de los centros de salud presenta fluctuaciones más o menos evidentes en su descarga a la red de drenaje debido a la gran diversidad de sustancias químicas y materiales biológicos eliminadas en los mismos. Tanto los residuos sólidos como los efluentes líquidos provenientes de centros hospitalarios representan un impacto sobre la salud pública cuya magnitud ha comenzado a evaluarse en los últimos años, la caracterización química, biológica y toxicológica de los efluentes hospitalarios es una de las etapas iniciales en los procesos de gestión para encarar acciones que eviten vertidos inadecuados al medio ambiente.

En este trabajo de tesis se pretendió realizar un estudio sobre las acciones hechas en la ciudad de Uruapan Michoacán, específicamente en los principales hospitales que se encuentran dentro de la mencionada ciudad, se consideró este tema por el poco conocimiento dentro del estudio de la Ingeniería Ambiental en la ciudad y su posible afectación tanto al sistema de drenaje de la ciudad, así como al río Cupatitzio que cruza por Uruapan.

Esta tesis buscó dar respuestas a preguntas como: ¿Cuáles son los tipos de tratamiento de aguas residuales que contengan materia peligrosa para la salud humana?, ¿Cómo funcionan estos sistemas?, ¿A que leyes se tienen que apegar estos sistemas de tratamiento?, ¿Cómo se desechan estos residuos al ambiente?, ¿Son suficientes las acciones tomadas hasta ahora para su manejo adecuado?, ¿Cuáles son las deficiencias que se tienen y cual es su posible solución?





Los objetivos de esta tesis son:

Objetivo General:

Verificar que los sistemas de tratamiento de agua residual en los principales centros hospitalarios de la Ciudad de Uruapan Michoacán sean los adecuados y cumplan con la normatividad propuesta por las leyes mexicanas, descritas en esta tesis, en materia de salud, medio ambiente y manejo de residuos peligrosos, todo lo cual es necesario para el cuidado del medio ambiente de la ciudad, evitando con esto su deterioro mediante la aplicación de las leyes correspondientes.

A esto se puede agregar que en algunos de los hospitales de la ciudad a pesar de no contar con sistemas de tratamiento de aguas residuales o programas para el manejo adecuado de recursos materiales o programas de protección ambiental, tratan de cumplir con las disposiciones legales marcadas por las Normas Oficiales a las que esta sujetas, sin embargo algunos otros hospitales de la ciudad mantienen a reserva la información sobre sus descargas de agua residual así como el manejo que estos hacen con sus residuos sólidos. Por lo que es necesario generar conciencia para el cuidado del medio ambiente en estos hospitales que tal vez no incumplan con las Normas Oficiales que los rijan y generar interés por parte de estas empresas para vigilar sus descargas de aguas residuales y los componentes de éstas.

En general se pudo observar que en los hospitales de la ciudad se intenta controlar la cantidad y calidad de sus desechos por lo que a pesar de no contar con sistemas de tratamiento se procura no dañar al medio ambiente y proteger con ello al Río Cupatitzio para no contaminar sus aguas, ya que esta ciudad cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales la cual sana parte del agua residual generada en este centro de población.

Recordemos además que incumplir con los parámetros exigidos en las Normas Oficiales vistas en este trabajo de tesis provoca sanciones económicas aplicables a estos hospitales que en muchos casos son vistas como simples empresas.





Objetivos Específicos:

- Dar a conocer que existen distintos tipos de aguas residuales y que su composición también es diferente, y sus requerimientos para los distintos tipos de manejo, así como también de depuración.
- Determinar los daños al medio ambiente por un mal manejo de estos residuos.
- Dar a conocer las medidas tomadas en los centros hospitalarios de la ciudad para el desecho adecuado de sus residuos y en caso de que no cuenten con estos proponer un sistema adecuado de acuerdo a sus necesidades para que no se sigan arrojando libremente al sistema de drenaje.
- Conocer las Normas Oficiales Mexicanas a que están sujetos estos residuos para su depósito en sistemas de drenaje o disposición en la naturaleza.
- Brindar un resumen de los sistemas utilizados en materia de depuración de aguas en la Ciudad de Uruapan Michoacán, además de dar resultados de la investigación donde se pueda observar si estos sistemas cumplen con lo establecido por la ley o la deficiencia de dichos sistemas, así como lo necesario para que todo quede dentro del marco establecido por las leyes mexicanas.

A ello podemos agregar que las aguas residuales de los hospitales dadas las características de estos centros de atención médica contienen materiales orgánicos y químicos que pudieran parecer similares a los de una casa habitación, pero por su concentración, así como los materiales que son utilizados sólo en hospitales hacen que su tratamiento sea distinto al agua residual proveniente de una industria o casa habitación, el daño que puedan provocar estos componentes hacen que sea necesario un tratamiento especial a estas aguas por lo que ver al agua residual de un hospital por igual al de una industria cualquiera es un error debido a los componentes y características que contienen.

Entre los diversos tipos de residuos generados actualmente, los residuos de servicios de salud, representan también una preocupación, por el riesgo de contaminación del hombre y del medio ambiente, a pesar de representar únicamente 2% del volumen total de residuos generados, ofreciendo riesgos de exposición, tanto a los trabajadores como a los usuarios, interfiriendo también, en los índices de infección hospitalaria, principalmente por los residuos infectantes.





Los residuos provenientes de los hospitales pueden ser son clasificados en 5 grupos:

- Grupo A: residuos infectantes que presentan riesgo a la salud pública y al medio ambiente, debido a la presencia de agentes biológicos.
- Grupo B: residuos de origen químico, con riesgo para la salud pública y al medio ambiente, debido a sus características físicas y químicas.
- Grupo C: residuos radioactivos, constituidos por residuos contaminados con radionuclídeos, provenientes de laboratorios de análisis clínicos, servicios de medicina nuclear y radioterapia.
- Grupo D: residuos comunes, que engloban todos los demás tipos de residuos que no se encuadran en los grupos descritos anteriormente.
- Grupo E: objetos e instrumentos que puedan perforar o cortar, como láminas, bisturís, agujas y ampollas de vidrio, considerados materiales perforantes o cortantes.

Los residuos mas significativos que se generan en los centros de atención médica se denominan residuos infecciosos por ser altamente peligrosos para la salud de las personas que los manejan directamente o indirectamente, como médicos, enfermeras, auxiliares, personal de mantenimiento, servicios de atención al público y trabajadores de la salud en general.

Sin embargo, el riesgo potencial, tanto para el colectivo de profesionales sanitarios, como para los ciudadanos en general, es lo suficientemente importante como para que desde las instituciones y desde los propios profesionales, se tomen todas las medidas necesarias para garantizar los procesos de gestión más adecuados en cada caso.

Como ya se hizo mención las Normas Oficiales a las que están sujetas los hospitales de la ciudad son:

- NOM – 001 – SEMARNAT – 1996: Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
- NOM – 002 – SEMARNAT – 1996 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado municipal.





- NOM – 003 – SEMARNAT – 1997 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público.
- NOM – 029 – ECOL – 1993 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de hospitales.
- NOM-052-ECOL-1993, Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
- NOM-055-ECOL-1993, Que establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos, excepto de los radiactivos.
- NOM-056-ECOL-1993, Que establece los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.
- 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 presten atención médica.
- NOM – 087 – ECOL – SSA1 – 2002, Protección ambiental – salud ambiental – residuos peligrosos biológico infecciosos – clasificación y especificaciones de manejo.

Estas Normas Oficiales fueron incluidas en este trabajo de tesis en el Capítulo número 5 para consultarlas como referencias y conocerlas en su totalidad para conocer los parámetros y definiciones que maneja la Ley Mexicana.



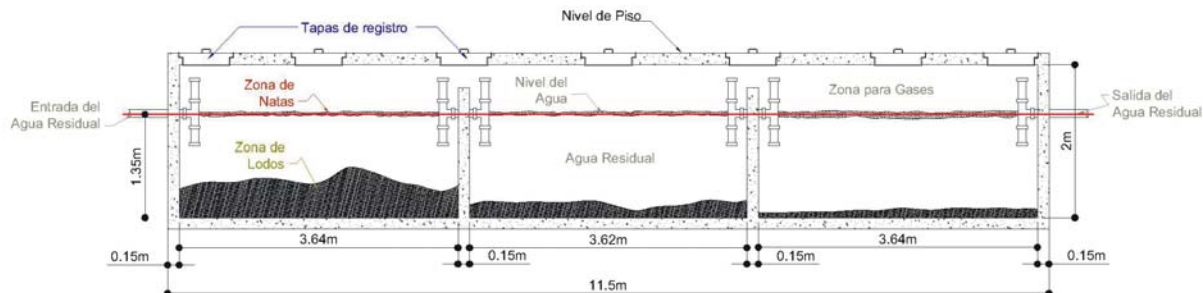


7.1 Resumen de Resultados.

Hospital ISSSTE de Uruapan.

Este hospital cuenta con un programa de Fortalecimiento Ambiental, el cual busca con el mejor manejo de sus residuos peligrosos, disminución de residuos Peligrosos Biológicos Infecciosos (RPBI), este hospital no cuenta con sistemas de tratamiento de aguas residuales, pero realiza semestralmente análisis de sus aguas para vigilar sus descargas y cumplir con las autoridades municipales en cuanto a sus descargas, se observo además que en general cumple con lo establecido por las Normas Oficiales a las que está sujeto este hospital, pero requiere disminuir los parámetros de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) y Sólidos Suspendidos marcados por la Norma NOM – 003 – SEMARNAT – 1996, proponiéndose la construcción de una Fosa Séptica de 3 cámaras, esta fosa séptica se encontrara a la salida del cuarto de máquinas en el registro de salida de aguas residuales, el cual se conecta con la red de drenaje municipal, por lo tanto tendremos que:

Corte General de la Fosa Séptica.



Datos de la fosa:

- La fosa será de mampostería, es decir, se construirá con tabique recocado y recubierta con aplanado fino por ambas caras de los muros y losas.
- Altura del Agua: 1.35 m; el nivel de agua residual puede llegar hasta los 1.78 m de altura en época de lluvia sin afectar la eficiencia de la fosa.
- Zona de Natas: es la zona: donde las grasas y sólidos forman una capa de natas o espuma que propicia condiciones anaerobias en el agua haciendo que proliferen bacterias y estas consuman parte de la materia biológica que contiene el agua residual, esta capa puede llegar a tener hasta 5 cm de espesor.





- Tapas de registro: éstas tendrán una dimensión de 60 X 60 cm, las cuales servirán para la inspección y mantenimiento de la fosa.
- La tubería será de PVC de 4 pulgadas de Diámetro.

Esta fosa séptica permitirá reducir los parámetros en los que este hospital se encuentra por encima de los valores que marcan las Normas Oficiales Mexicanas a las que esta sujeta es decir la NOM – 003 – SEMARNAT – 1996, con ello tendremos la oportunidad de dar un tratamiento primario a las aguas residuales de este hospital.

Con esta fosa séptica podremos disminuir la carga contaminante de los componentes del agua residual de este hospital, cabe aclarar que se propuso la construcción de una fosa pues no existe espacio suficiente para la construcción de una planta de tratamiento similar a la existente en el hospital regional de esta ciudad, además la construcción de una fosa séptica suele ser mas barata que adquirir una planta de tratamiento portátil, no requiere tanto mantenimiento ni instalaciones especiales para el tratamiento del agua residual.

Hospital General Regional de Uruapan.

Este es el único hospital en la ciudad que cuenta con un sistema de tratamiento para las aguas residuales de sus instalaciones, además este hospital cuenta con capacitaciones constantes a sus trabajadores para el manejo de sus residuos y su catalogación.

La planta de tratamiento cuenta con la vigilancia de las autoridades municipales, es decir, CAPASU así como por parte de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente para el buen manejo y cuidado de esta planta y la calidad del agua a la salida de ésta; en sus instalaciones cuenta con un pequeño laboratorio donde se realizan pruebas de sedimentación, oxígeno disuelto, cloración, entre otras.

Esta planta de tratamiento durante mucho tiempo estuvo abandonada al no contar con los recursos suficientes para su puesta en marcha, pero en los últimos años los directivos se han esforzado para conseguir dichos recursos y mantener en operación esta planta; a pesar de contar con un laboratorio de pruebas se necesita ampliar para poder realizar mas pruebas como la Demanda Bioquímica de Oxígeno en los diferentes tanques del sistema de tratamiento, la cual está contemplada en el formato de pruebas a realizar para la verificación de la calidad del agua residual tratada de la planta de tratamiento.





En este hospital se intenta tener cuidado con los parámetros que marcan las Normas Oficiales tanto en el tratamiento de sus aguas residuales como de sus desechos sólidos, por lo que podemos decir que cumplen con las Normas y sus límites máximos permisibles y sus reglamentaciones; los planes a corto plazo en cuanto a su planta de tratamiento es poder realizar mas pruebas de laboratorio y conseguir mas reactivos químicos que complementen las pruebas que actualmente se realizan y mejorar la calidad del agua tratada para utilizarla en el riego de las áreas verdes del hospital, en cuanto al manejo de sus lodos éstos una vez secados y tratados con cal son depositados en bolsas y llevados al basurero municipal.

Hospital IMSS de Uruapan.

Como ya se había mencionado este hospital en años anteriores realizaba sus descargas hacia una barranca que se encuentra a un costado del hospital debido a la falta de un sistema de drenaje adecuado para la descarga de sus aguas residuales, debido a ello arrojaban al medio ambiente sus aguas residuales, aun así este hospital sabía los posibles riesgos que conlleva al medio descargas como las suyas; por ello realizan pruebas periódicas de la calidad de sus aguas residuales, dichas pruebas realizadas por laboratorios particulares, verificando así los componentes del agua en sus descargas pues sobrepasar los límites marcados por la Norma NOM – 001 – SEMARNAT– 1996 que marca los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales los hacia acreedores de multas por rebasar en las descargas lo marcado por la norma, haciendo que se tuviera mayor cuidado en la utilización de solventes, químicos y productos de limpieza que pudieran provocar en los parámetros marcados por la norma ser elevados.

Ahora que realizan sus descargas al sistema de drenaje municipal siguen teniendo cuidado con sus descargas realizando periódicamente pruebas de laboratorio a sus descargas de agua residual, también son muy rigurosos en el manejo de sus residuos sólidos; como se pudo ver en la prueba de laboratorio realizada en el mes de Noviembre de 2005, los parámetros de DBO_5 y Sólidos Suspendidos, que sobrepasaban al doble lo marcado por la norma NOM-003-SEMARNAT-1997, mientras que el segundo se encontraba cerca del límite máximo permisible y como se pudo observar estos dos parámetros son los que mas trabajo cuesta mantener constantes y por debajo de los límites de las normas debido tanto a la calidad de las aguas residuales de estos centros de atención médica como en sus componentes y para ello se requiere de obras especiales para controlar estos parámetros como en el caso del hospital ISSSTE en donde se propuso la





construcción de una fosa séptica para reducir sus niveles de DBO y Sólidos Suspendidos, este hospital también podría construir este tipo de obras e inclusive adquirir una planta de tratamiento portátil para el tratamiento de sus aguas residuales.

Pero desafortunadamente este hospital muchas veces cuenta con los recursos suficientes para mantener en funcionamiento sus instalaciones y su mantenimiento por lo que ellos optan por vigilar sus descargas e intentar no usar demasiados solventes, arrojar grasas y aceites a sus tuberías y vigilar el uso de productos de limpieza y líquidos de revelado de rayos X, con ello previniendo la saturación de contaminantes que puedan elevar parámetros en los componentes de sus aguas residuales e incurriendo en faltas a lo marcado por las Normas Oficiales en materia de agua residual.

Otros hospitales de la Ciudad.

Hacemos referencia a los hospitales que fueron englobados en un gran caso para este trabajo de tesis, siendo los hospitales: Fray Juan de San Miguel, Del Ángel, Hospital Civil de Uruapan, San Jorge y San Francisco de Uruapan, estos hospitales en su totalidad hacen sus descargas directas al sistema de drenaje municipal, algunos de ellos realizan periódicamente pruebas al agua residual de sus instalaciones; solamente el Hospital Fray Juan de San Miguel cuenta con una certificación por parte de la PROFEPA como “Empresa Limpia”, dicha certificación la hace acreedora de beneficios fiscales en la disminución en el pago de impuestos, pero también la obliga a realizar procesos rigurosos en el manejo de residuos peligrosos y biológico – infecciosos, así como en la calidad de sus aguas residuales.

Estos hospitales cuyo manejo es de forma particular mantienen la información sobre la descarga de sus aguas residuales y la calidad de sus pruebas, si es que las realizan, a reserva y sólo proporcionan esta información a las autoridades municipales, estatales y federales sólo cuando se les requiere, por lo cual se recurrió a la Comisión de Agua Potable Alcantarillado y Saneamiento de Uruapan (CAPASU) para conocer la calidad de sus descargas; con ello pudimos observar que a pesar de no proporcionar información a terceros estos hospitales tienden a tener cuidado en sus descargas para no incurrir en faltas y pagar multas, las cuales en materia de agua suelen ser elevadas.





Se requiere en estos casos la concientización a los directivos de estas instituciones en el cuidado al medio ambiente y la importancia de realizar pruebas a sus descargas para evitar daños al medio.

En resumen, los hospitales de la ciudad, en algunos casos son concientes de la importancia en el cuidado del medio ambiente y su contribución hacia su cuidado, desafortunadamente en otros casos sólo ven a las Normas Oficiales como parámetros a cumplir y no ser sancionados. En ambos casos es bueno mencionar que buscan realizar esfuerzos para mejorar en el manejo de sus residuos sólidos y sus descargas de aguas residuales, que traducidos a esta ciudad son acciones para no dañar al medio ambiente de este centro de población y no contaminar las aguas del río Cupatitzio.

Es necesario seguir buscando mejorar y concientizar no sólo a los directivos y trabajadores de estos centros de atención médica, sino también a empresarios, industrias, autoridades municipales y población en general para el cuidado del medio ambiente y del agua, pues por esta ciudad corre un río al que poco a poco vamos contaminando al arrojar nuestras aguas residuales. Actualmente se están realizando acciones para sanear y cuidar al río Cupatitzio como la creación de un patronato para su rescate, la construcción de colectores de agua residual a lo largo de toda la ciudad por parte de CAPASU, campañas para el cuidado y buen uso del agua, entre otras, pero aun así se requiere de mucho esfuerzo para proteger a nuestro río.





Bibliografía

1. Comisión Nacional del Agua; **Inventario Nacional de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales: Información por Estado**, México 2005; URL: www.cna.gob.mx/eCNA/Espaniol/Directorio/Default.aspx
2. Enciclopedia Digital Microsoft® Encarta® 2000 y 2004.
3. Escuela Superior de Ingenieros Industriales; Universidad de Navarra; **Población, Ecología y Ambiente**, [en línea], Navarra España 2004; URL: <http://www1.ceit.es/Asignaturas/Ecologia/Hipertexto/11CAgua/100CoAcu.htm#Alteraciones%20físicas%20del%20agua>.
4. González Vázquez, Alba, Et. Al; **Impacto Ambiental**, Universidad Autónoma de México e Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, México 2000.
5. Herrera González, Arturo; **SERIE AUTODIDÁCTICA DE MEDICIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA, SEGUNDA PARTE**, México 2002, Subdirección General de Administración Del Agua (CNA) y Coordinación De Tratamiento Y Calidad Del Agua (IMTA).
6. Instituto de Educación Secundaria, Suel Fuengirola; **Historia de los Hospitales**, [en línea] URL: <http://iessuel.org/salud/hospi.htm>
7. Instituto Nacional de Ecología; **Lo que a usted le conviene saber sobre los residuos y su legislación**, [en línea] URL: http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/folletos/99/residuos.html?id_pub=99; México 1999.
8. López Ruiz, Rafael; **AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES Y BIOSOLIDOS. Elementos básicos, Caracterización, Tratamiento, Reusos**, Depto. De Publicaciones de la Fac. de Ingeniería UNAM. México 2003.
9. López Ruiz, Rafael; **Apuntes de Tratamiento de Aguas Residuales**, Universidad Autónoma de México; Facultad de Ingeniería; México 2000.





10. López Ruiz, Rafael; **Ingeniería Sanitaria Aplicada al Control, Aprovechamiento y Disposición Final de los Residuos Sólidos Municipales**, Universidad Autónoma de México, Facultad de Ingeniería; México 2002.
11. Mabel Carrara, Adriana; Servits, Diana; **Residuos peligrosos y patológicos, enfoque jurídico ambiental**, México 2002.
12. Metcalf and eddy, Et. Al; **Wastewater Engineering: Treatment and Reuse**, ed. McGraw-Hill, 4ª. Edición, Estados Unidos de Norteamérica 2002.
13. Muriel, Josefina; **Hospitales de la Nueva España Tomo I, Fundaciones del Siglo XVI**; Universidad Autónoma de México, Cruz Roja, México 1990.
14. Página Web de la Comisión Nacional del Agua CNA
URL: <http://www.cna.gob.mx/>
15. Página Web del Instituto Nacional de Ecología INE
URL: <http://www.ine.gob.mx/>
16. Página Web del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática INEGI; mapa digital de México.
URL: <http://www.inegi.gob.mx/>
17. Pérez Medina, Jorge; **Seguridad y Manejo de Residuos Hospitalarios**, Universidad Alas Peruanas, Lima Perú 2000
18. **Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente**. Convenio de Basilea sobre los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación. Acta final. Nairobi, 1989.
19. Rendón Pérez, Hugo Alonso; Tesis profesional **Evaluación del tratamiento de las aguas residuales de la ciudad de Uruapan Mich.** Asesor Ing. Rico Macias, Miguel Ángel, biblioteca UDV.
20. Rivero Serrano, Octavio; Ponciano Rodríguez, Guadalupe, Et. Al; **Los residuos peligrosos en México**, México 2000.





21. Ruiz Jiménez, Miguel; Cueto Jiménez, F.J. Et Al; **Tratamiento de Afluentes Líquidos y Conservación del Medio Hídrico**. Granada, España 2000.
22. United States Environmental Protection Agency (USEPA); **EPA Guide for Infectious Waste Management**. Office of solid waste. EPA/530-SW-86-014, Washington DC, 1986.
23. Valdez Cesar Enrique, Et. Al; Ingeniería de los Sistemas de **Tratamiento y Disposición de Aguas Residuales** Facultad de Ingeniería de la UNAM, México 2002
24. Villena Julio; **Guía para el manejo interno de residuos sólidos hospitalarios**. Lima: CEPIS/OPS/OMS, Perú 1994.



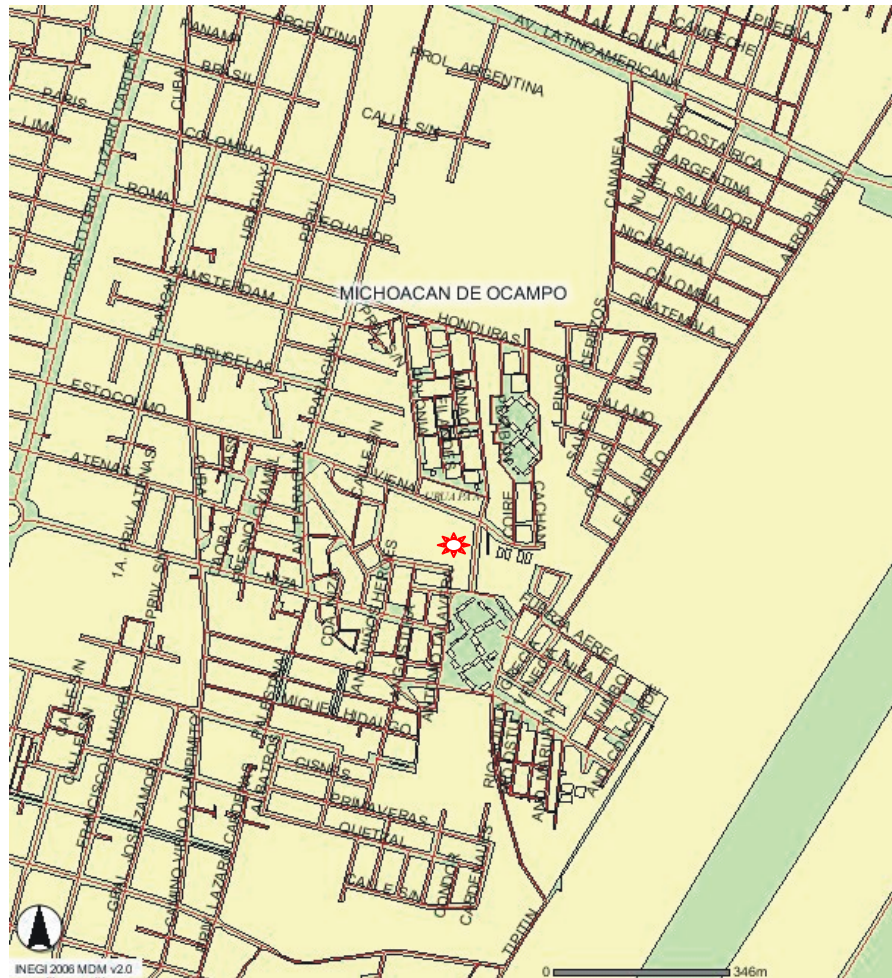


ANEXOS





Anexo GHHI – 01. Geohidrología del terreno cercano al hospital ISSSTE de la ciudad.

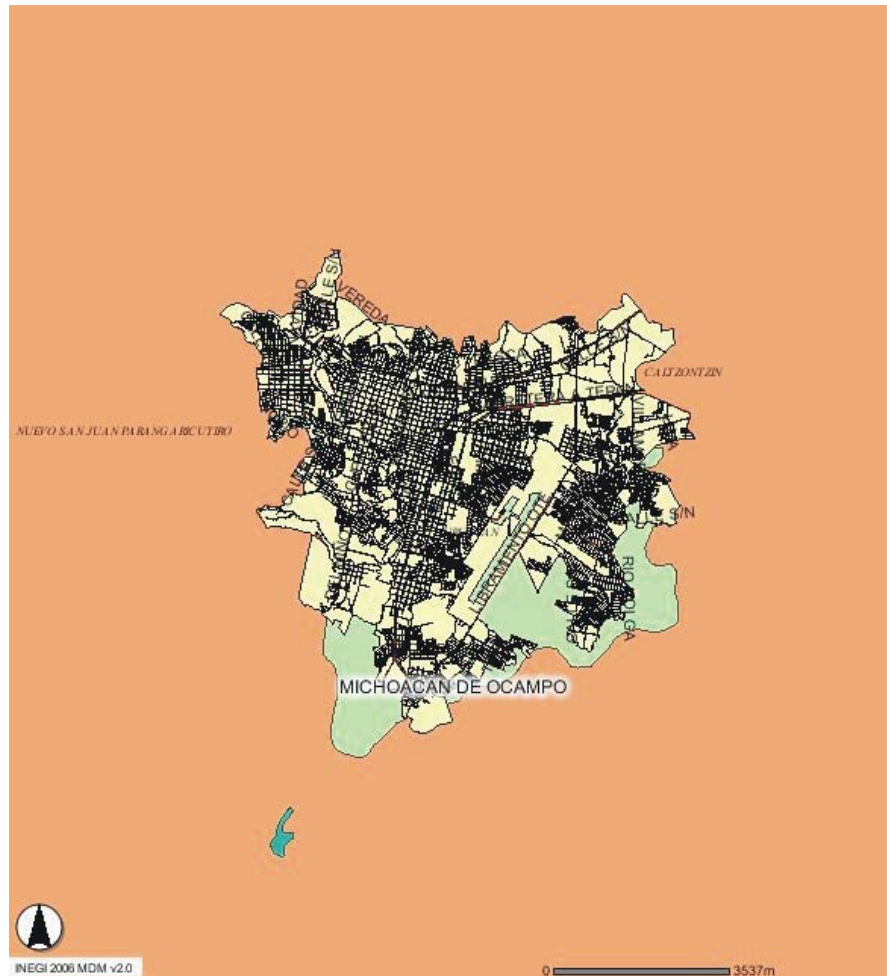


Fuente: INEGI, Mapa Digital de México, 2006





Anexo GHCU - 02. Geohidrología de la Ciudad de Uruapan.

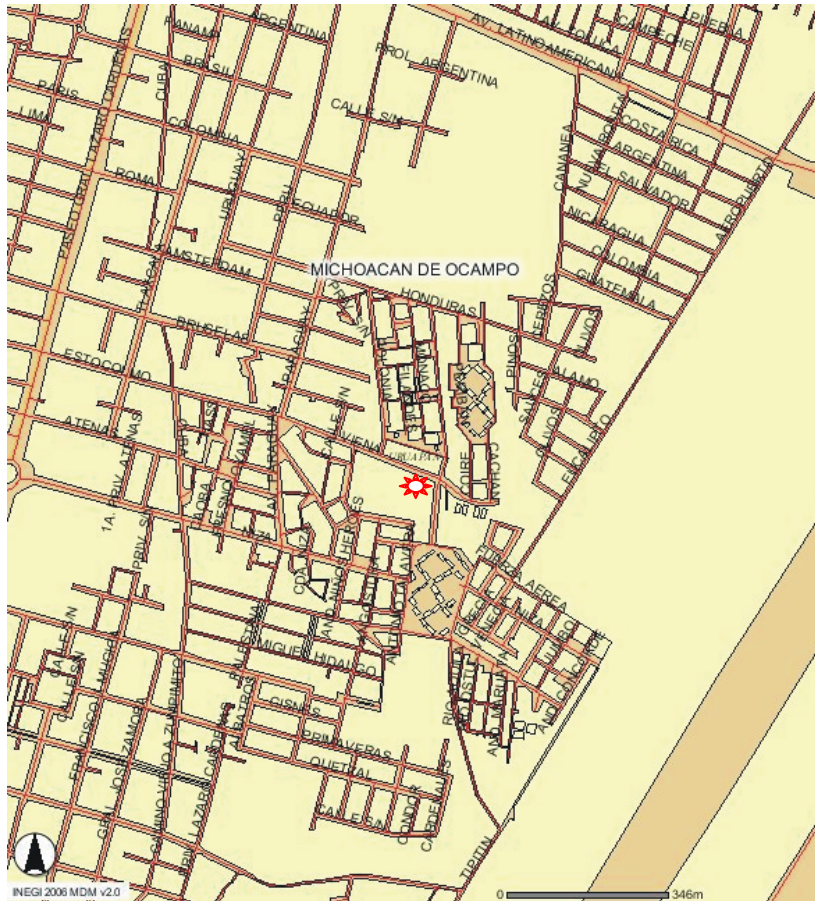


Fuente: INEGI, Mapa Digital de México, 2006





Anexo ESHI – 03. Esgurrimento superficial del terreno cercano al hospital ISSSTE de la ciudad.

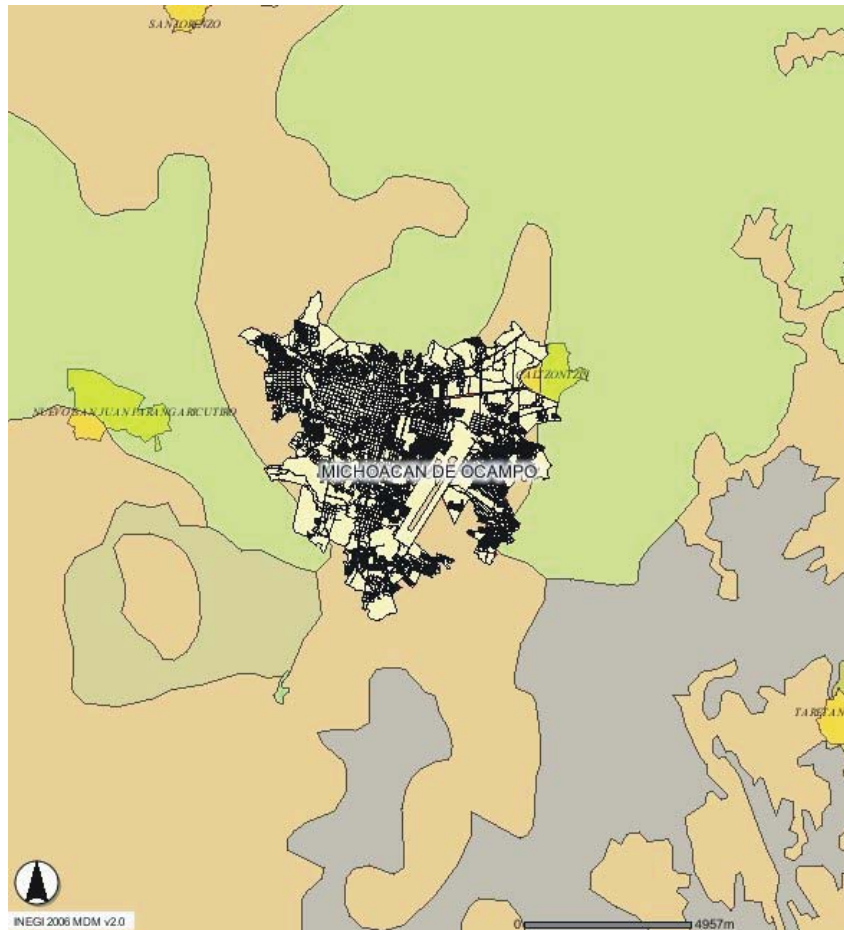


Fuente: INEGI, Mapa Digital de México, 2006

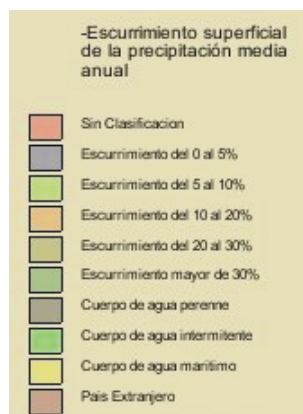




Anexo ESCU – 04. Ecurrimiento superficial de la ciudad de Uruapan.

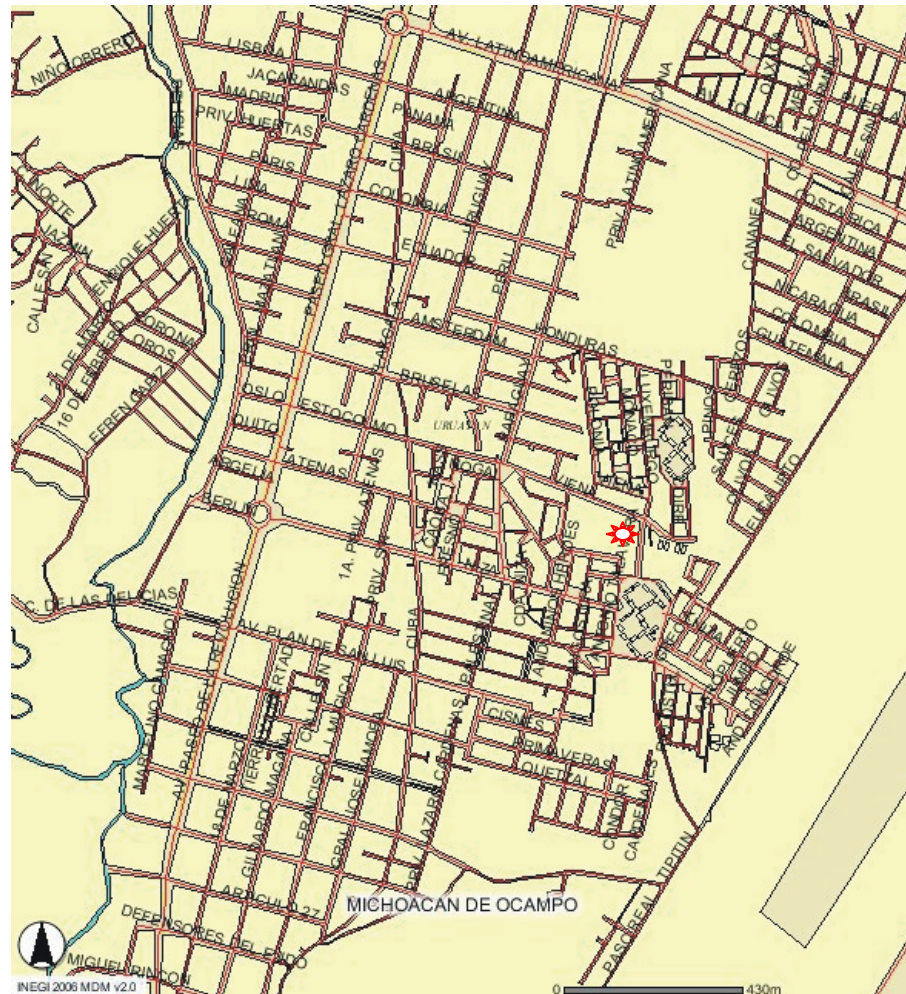


Fuente: INEGI, Mapa Digital de México, 2006

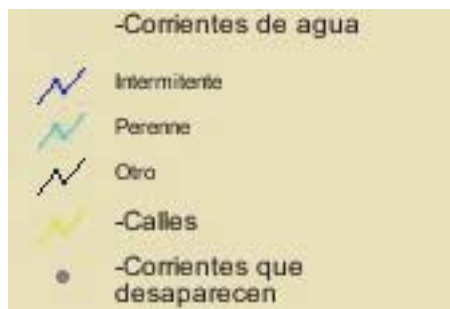




Anexo CACHI – 05. Corriente de agua cercana a las instalaciones del hospital ISSSTE de la ciudad.

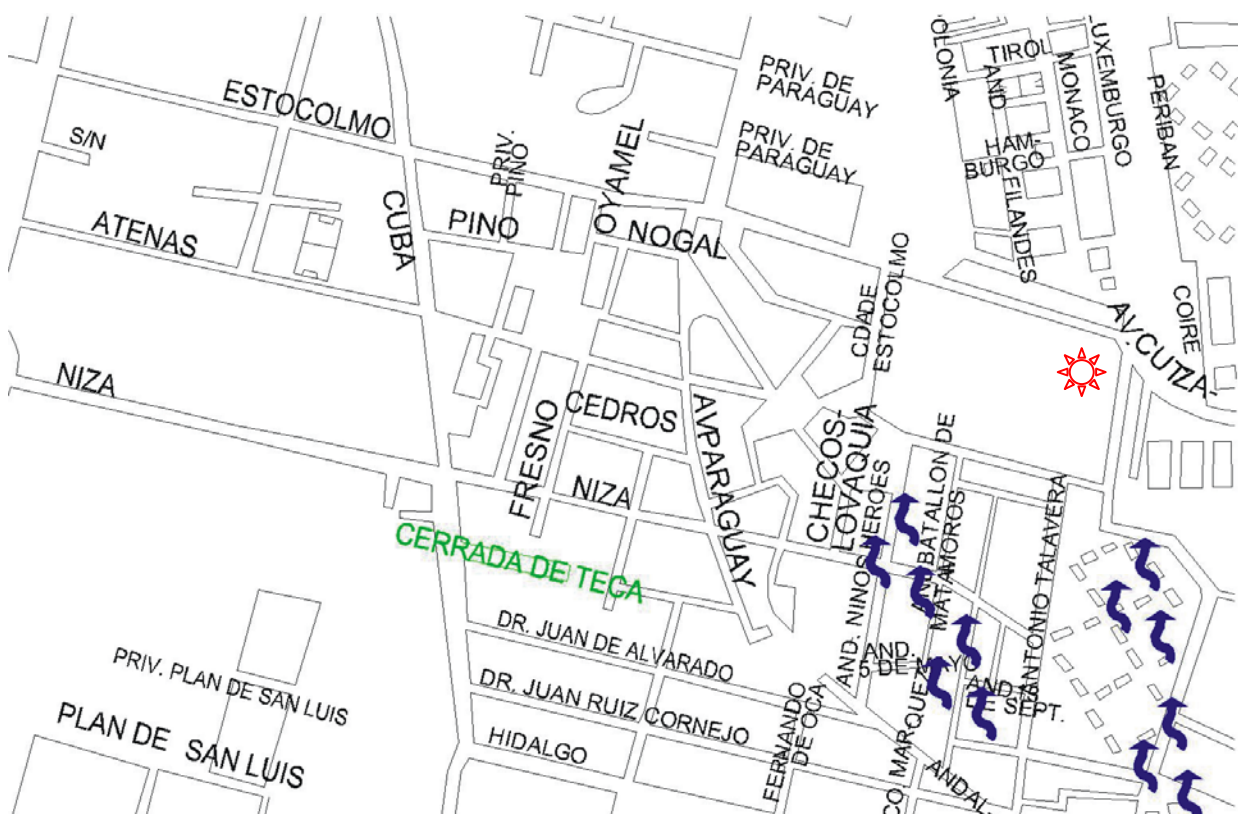


Fuente: INEGI, Mapa Digital de México, 2006





Anexo VDCU – 06. Vientos dominantes de la ciudad de Uruapan.

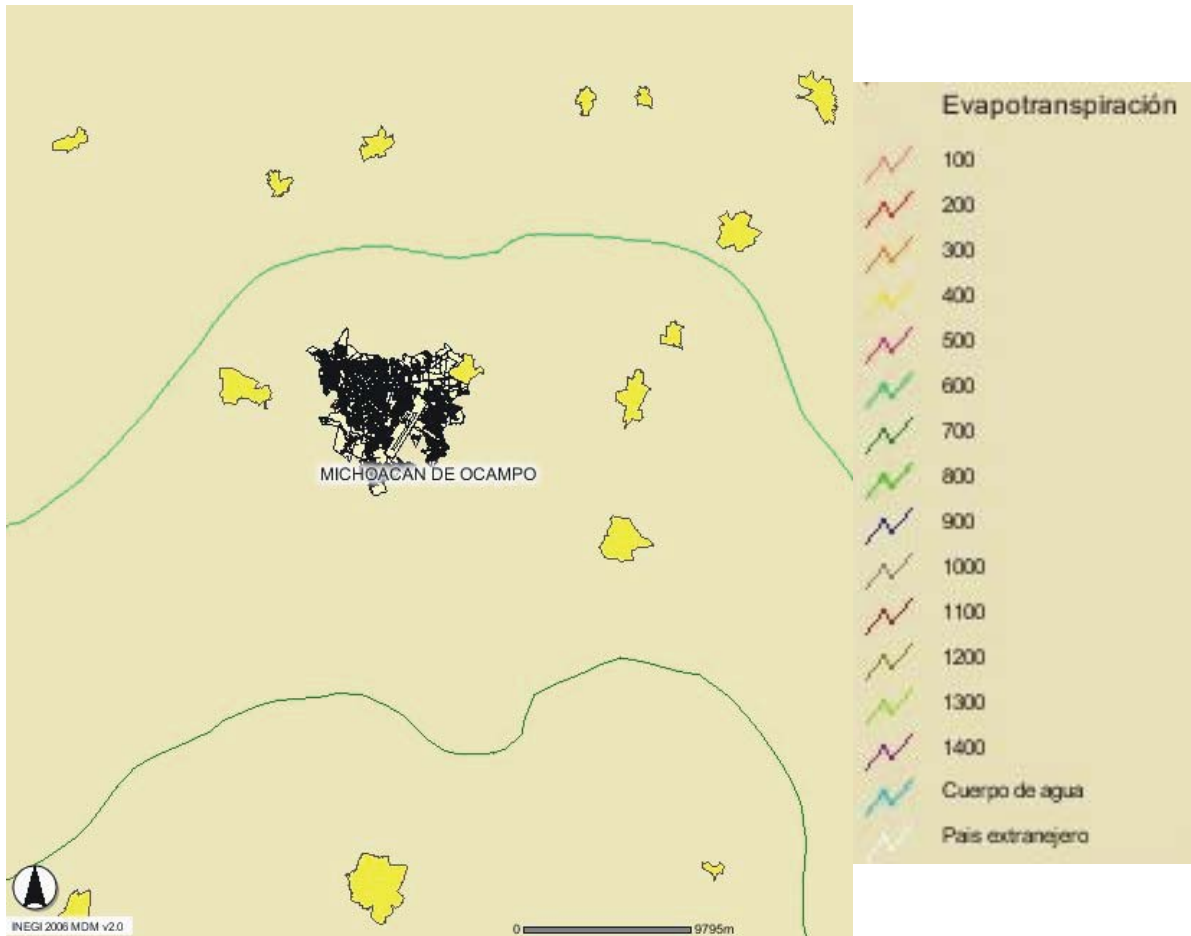


Fuente: Dirección de Desarrollo Urbano, Plano Síntesis del Medio Físico Natural del Municipio de Uruapan, 1999.





Anexo EVCU – 07. Evapotranspiración de la ciudad de Uruapan.

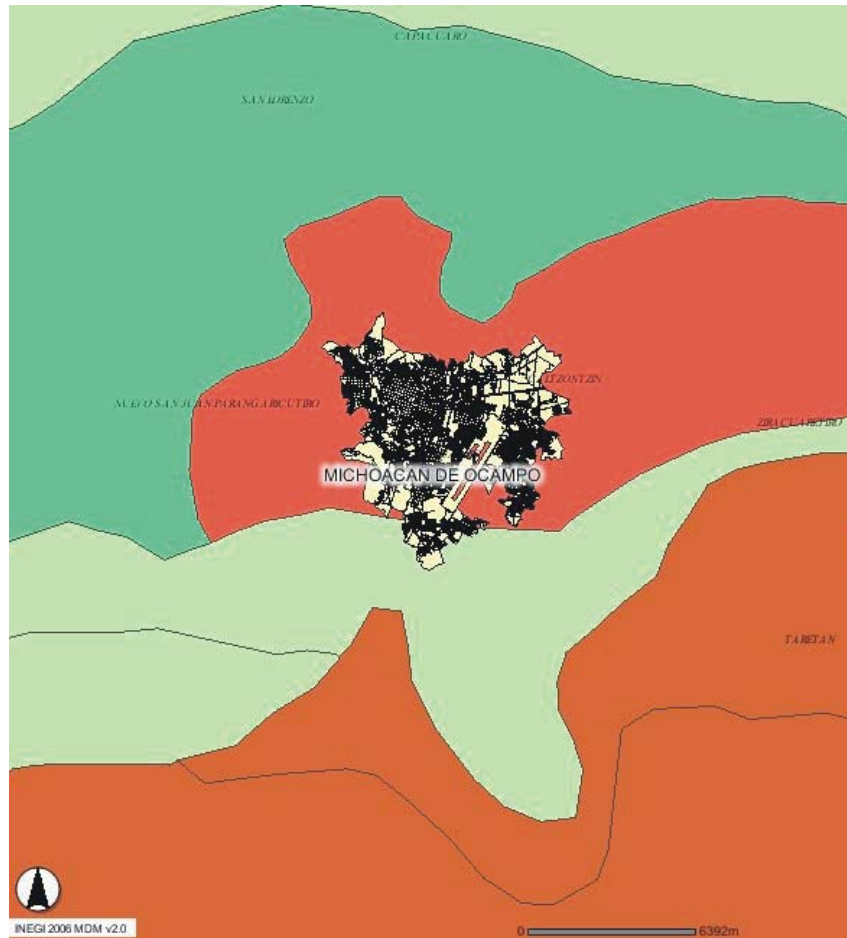


Fuente: INEGI, Mapa Digital de México, 2006





Anexo UCCU – 08. Unidades climáticas de la ciudad de Uruapan.



Fuente: INEGI, Mapa Digital de México, 2006



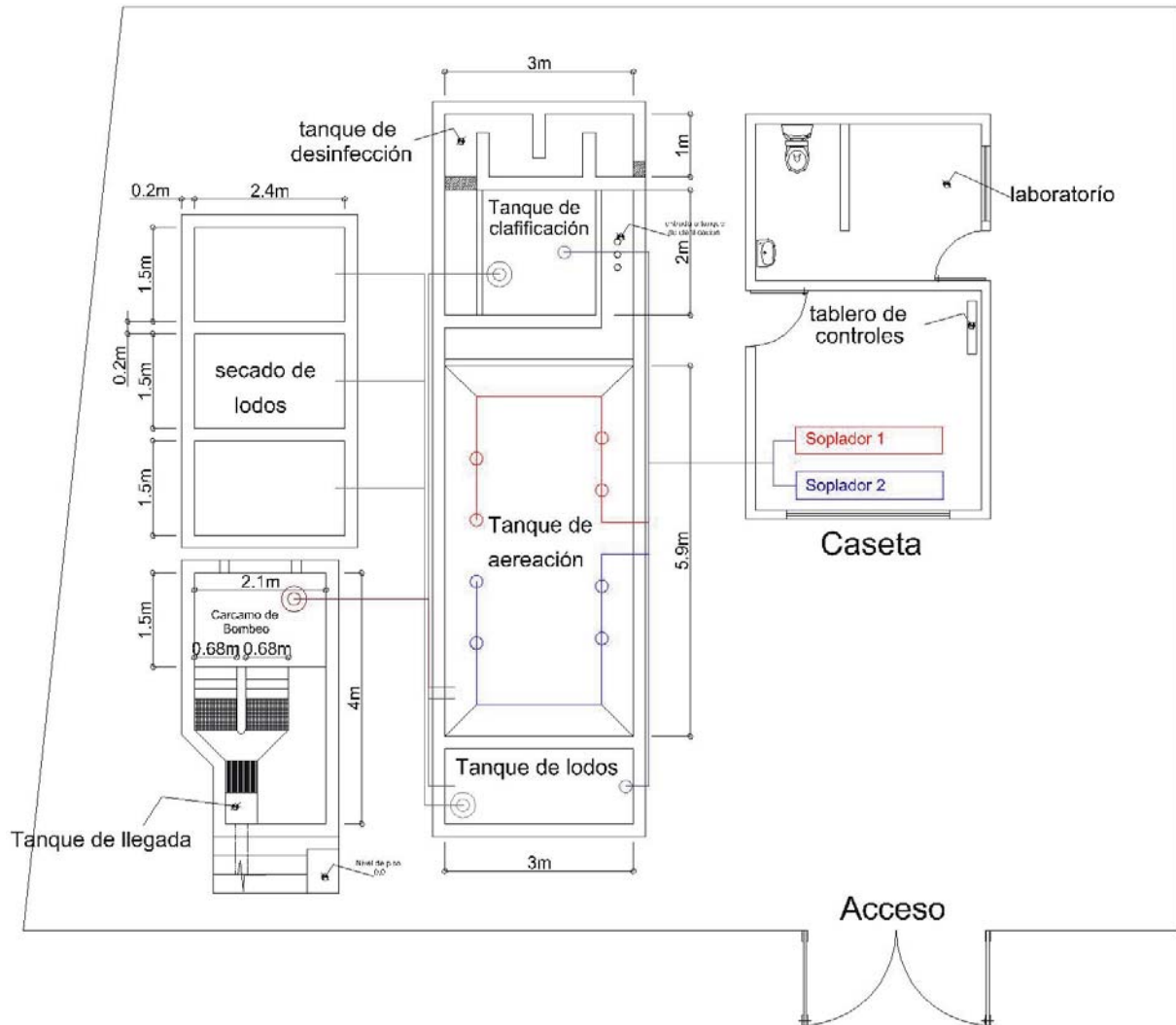


Anexo 09. Regiones Hidrológicas del país.





Anexo 10. Vista en planta del sistema de tratamiento de aguas residuales del Hospital General Regional de Uruapan.

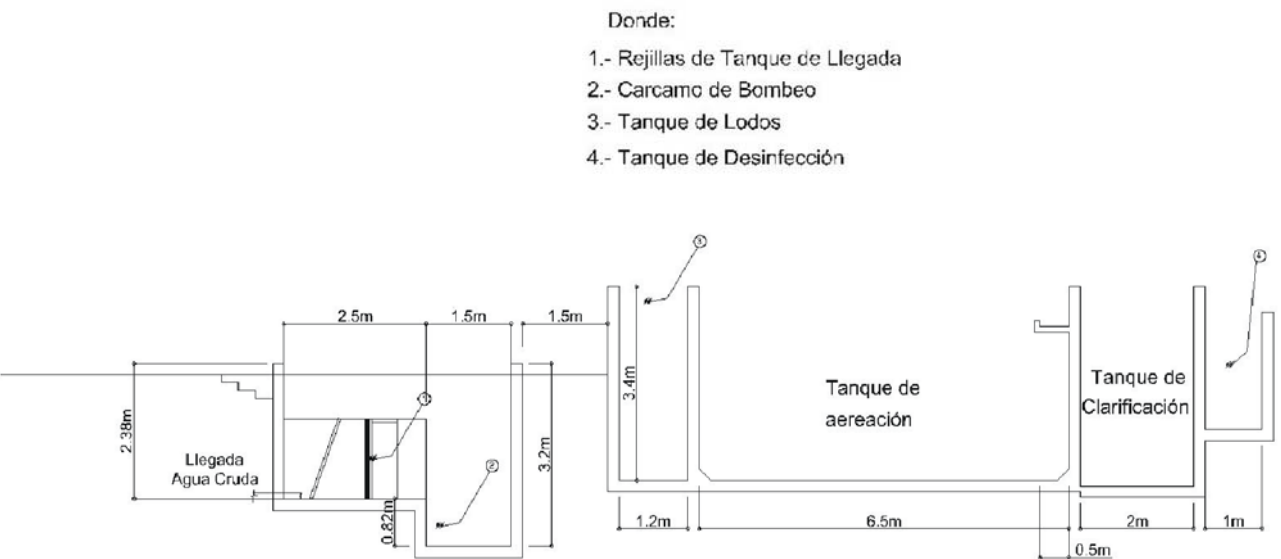


Elaboración Personal a partir de levantamiento en campo.





Anexo 11. Corte general del sistema de tratamiento de aguas residuales.

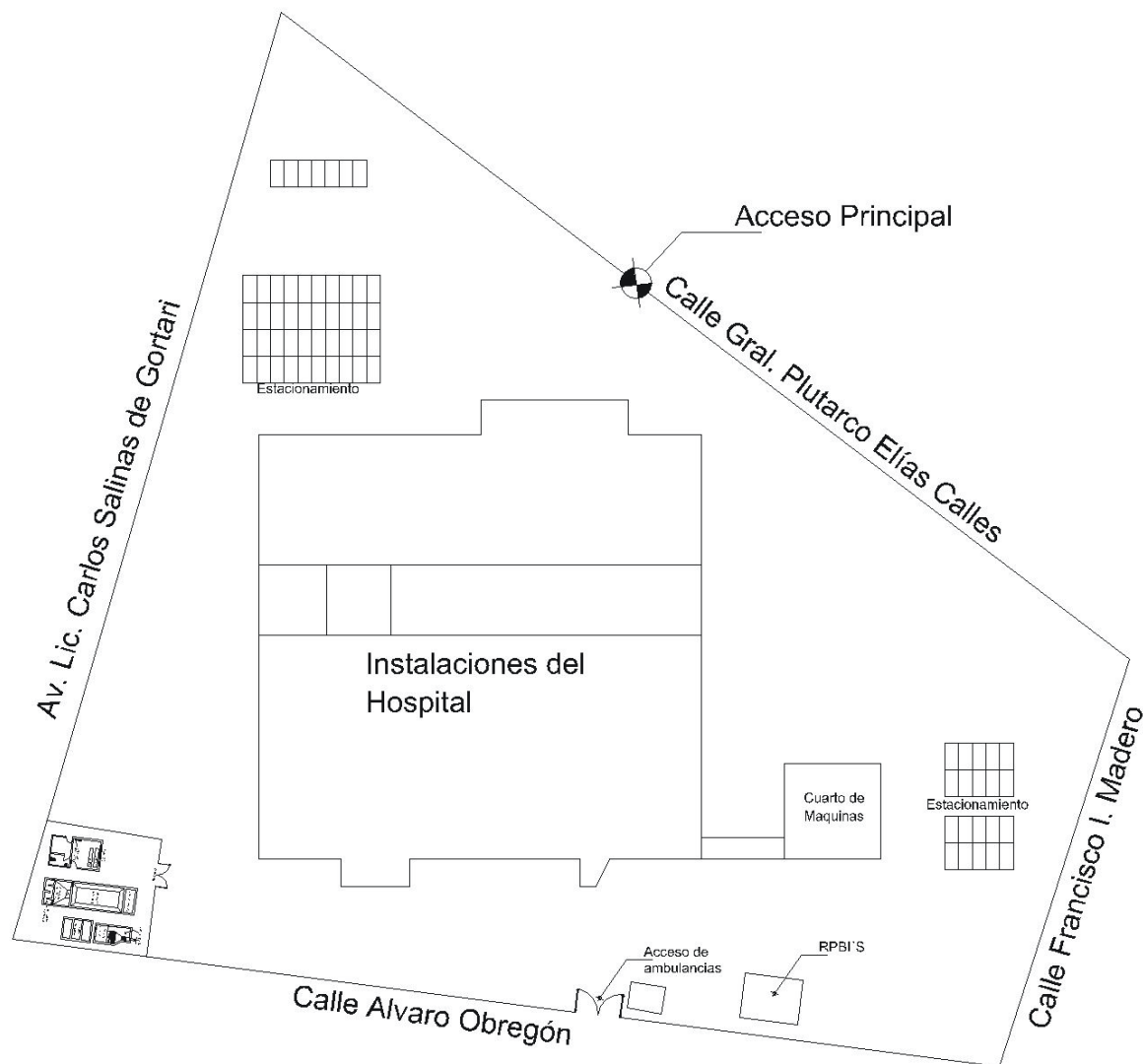


Elaboración personal a partir de levantamiento en campo.





Anexo 12. Plano de localización de la planta de tratamiento de aguas residuales dentro del Hospital General Regional de Uruapan.



Elaboración personal a partir de plano proporcionado por el encargado de la planta de tratamiento del hospital General Regional de Uruapan.

