

T.UES
1506
C212P
2002
Ej. 2

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA



**"PROPUESTA DE GESTION DE RESIDUOS LIQUIDOS
PROVENIENTES DE HOSPITALES ESTATALES DEL AREA
METROPOLITANA DE SAN SALVADOR (AMSS)"**

PRESENTADO POR

EDITH MARLENE CANALES GARCIA

OSCAR ARMANDO DIEGO HERRERA

CARLOS ANDRES LIZAMA GAITAN

PARA OPTAR AL TITULO DE:

INGENIERO QUIMICO

CIUDAD UNIVERSITARIA, MARZO DE 2002.



5185

15100952
15100952

Recibido el 22 de Mayo 2002

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA QUÍMICA

Trabajo de Graduación previo a la opción al grado de:

INGENIERO QUÍMICO

Título :

***“PROPUESTA DE GESTION DE RESIDUOS LIQUIDOS
PROVENIENTES DE HOSPITALES ESTATALES DEL AREA
METROPOLITANA DE SAN SALVADOR (AMSS)”***

Presentado por :

Edith Marlene Canales García
Oscar Armando Diego Herrera
Carlos Andrés Lizama Gaitán

Trabajo de Graduación aprobado por:

Coordinadora:

Ing. Eugenia Salvadora Gamero Rodríguez

Asesoras:

Ing. Alba Marisela Saravia Cortez
Ing. Tania Torres Rivera

San Salvador, marzo de 2002



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTORA :

Dra. María Isabel Rodríguez

SECRETARIA GENERAL :

Licda. Lidia Margarita Muñoz Vela

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO :

Ing. Alvaro Antonio Aguilar Orantes

SECRETARIO :

Ing. Saúl Alfonso Granados

ESCUELA DE INGENIERIA QUÍMICA

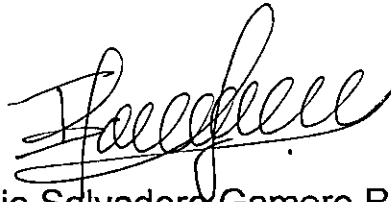
DIRECTORA :

Ing. Eugenia Salvadora Gamero Rodríguez



Trabajo de Graduación aprobado por:

Coordinador y asesor :



Ing. Eugenia Salvadora Gamero Rodríguez

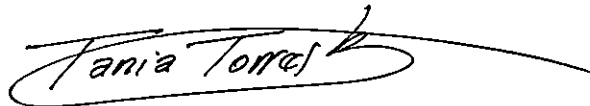
Asesora:



Ing. Alba Marisela Saravia Cortez



Asesora:



Ing. Tania Torres Rivera

AGRADECIMIENTOS

Expresamos un sincero !GRACIAS! a todas las personas que nos apoyaron para la culminación de este trabajo, para los que siempre nos acompañan y animaron a continuar...

Nuestras Familias: Familia Canales García, Familia Diego Herrera, Familia Lizama Gaitán.

Lic. Placido Lemus

Ing. Eugenia Gamero Rodríguez

Ing. Tania Torres Rivera

Ing. Marisela Saravia

Ing. Delmy Rico Peña

Ing. Ana Cecilia de Flamenco

Lic. Xochilt de Villatoro

Lic. Ana Pereira de Ruíz

Todo el personal docente, administrativo y de laboratorio que pertenecen a la Escuela de Ingeniería Química

Carlos Alberto Castillos Quinteros (Calí)

A todos nuestros amigos... MIL GRACIAS!!!!

DEDICATORIA

Quiero compartir este gran momento de mi vida con todos los que de una u otra forma me encaminaron hasta lograr alcanzar una de mis metas.

A DIOS TODOPODEROSO, de quien procede toda inteligencia.

A MIS PADRES, por el apoyo, comprensión y sacrificios realizados a lo largo de todos estos años para poder culminar mis estudios.

A MIS HERMANAS, Gilma Sabina y Rosalina a quienes quiero mucho.

A MIS TIOS Y PRIMOS, que me brindaron su apoyo.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS, por compartir momentos agradables.

Carlos Andrés Lizama Gaitán.

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado en primer lugar a mi familia...

A Papá y Mamá Lidia por darme siempre su apoyo, por inspirarme en lograr esta meta, por demostrarme que todo lo que se desea se logra con trabajo, esfuerzo y sacrificio... mucho de esto les pertenece, sin ustedes no lo hubiese alcanzado *GRACIAS POR ESTAR CONMIGO!!!*.

A Mamá Juanita por estar a mi lado, por creer en mi y por comprenderme, por los ánimos que siempre me dio y por todo lo que siento por ella... Gracias Abuelita no habrá nada tan grande como tu amor para seguir adelante.

A Celeste, porque se que vos también has creído en mi y me has acompañado, me has soportado y comprendido... Te quiero Hermanita, *GRACIAS BICHA!!!*.

A Ana que es como de mi familia, siempre ha estado pendiente y me apoyo, Gracias por estar cerca de mí!

A mis compañeros y amigos de trabajo de graduación: Oscar Diego y Carlos Lizama, para más confianza... Diego y Kamizato, gracias por sus esfuerzos, su tiempo y por todos los momentos que pasamos riéndonos... así se trabaja!

A todos mis amig@s , los que están lejos y los que están cerca, a los que veo siempre que voy a la U, a los que extraño en la distancia y nunca veo, a los que estando cerca no veo y a todos aquellos que siempre me acompañan y me dan su apoyo , amistad y compañía... esto es para ustedes ¡GRACIAS!

Edith!

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso por brindarme fortaleza para alcanzar esta meta.

A mi madre: por su inmenso sacrificio, amor y cariño en todos los momentos de mi vida.

A mi hermana Rosi: por creer en mi y ser la fuente que me permitió terminar esta meta, a través de su sacrificio y apoyo invaluable.

A mi esposa por su paciencia apoyo y comprensión durante estos años.

A mi hijo: por ser la razón de mis fuerzas para completar este objetivo.

A mis compañeros de tesis: por su amistad y comprensión durante los momentos vividos para lograr nuestra meta.

Oscar Herrera Diego.

RESUMEN

El estudio sobre residuos líquidos provenientes de hospitales estatales del área metropolitana de San Salvador, fue orientado hacia la elaboración de una propuesta de gestión de dichos residuos dentro y fuera de las instalaciones hospitalarias.

Se realizó un estudio de caso en tres de los ocho hospitales estatales del área metropolitana de San Salvador, los cuales se denotan como hospital A, hospital B y hospital C.

Los primeros dos capítulos presentan la teoría sobre las generalidades de las aguas residuales comunes y hospitalarias y además sobre los aspectos legales acerca del manejo y disposición final de los desechos peligrosos tanto en nuestro país como en otros países del continente americano. Luego se presenta el resultado de la investigación de campo; que incluye la cuantificación de las aguas residuales de los tres hospitales en estudio: Para el hospital A se estimó que se generan $457.5 \text{ m}^3/\text{día}$; para el hospital B $333.12 \text{ m}^3/\text{día}$ y para el hospital C resulto un valor de $180.19 \text{ m}^3/\text{día}$. Dentro del documento también se muestra la distribución estimada de estas aguas residuales dentro de los hospitales. De la identificación de contaminantes se obtuvo que en los hospitales, además de los desechos líquidos bioinfecciosos como sangre, excretas, líquidos corporales y otros, también se genera una gran diversidad de sustancias peligrosas tanto químicas como radioactivas, principalmente en el área de diagnóstico y tratamiento.

Posteriormente, se presenta la etapa de propuesta, que consiste en un manual para el manejo de los residuos líquidos que provienen de los hospitales. El manual establece en forma general los aspectos organizativos, aspectos de recursos humanos y los aspectos técnicos del sistema de manejo de desechos, además hace énfasis en la implementación de programas de minimización de desechos como la alternativa más efectiva para enfrentar la problemática de los residuos líquidos que provienen de los hospitales.

ÍNDICE GENERAL

Introducción.....	i
Capítulo I: Generalidades de aguas residuales hospitalarias.	
I.1 Introducción.....	1
I.2 Clasificación de los residuos hospitalarios.....	2
I.3 Generalidades de aguas residuales.....	7
I.4 Aguas residuales hospitalarias.....	8
I.5 Residuos líquidos tóxicos o peligrosos.....	9
I.6 Eliminación de residuos líquidos a la red de alcantarillado.....	11
I.7 Clasificación de las aguas residuales hospitalarias.....	11
I.8 Origen e importancia del manejo de las aguas hospitalarias.....	13
I.9 Sustancias químicas empleadas en las unidades médicas.....	13
I.10 Riesgos biológicos y químicos de las aguas residuales.....	20
I.10.1 Enfermedades microbiológicas transmitidas por el agua.....	20
I.10.2 Riesgos químicos relacionados con el agua.....	21
I.11 Métodos de medición de gastos en descargas y corrientes de aguas residuales.....	22
I.12 Muestreo de aguas residuales.....	23
I.13 Métodos de tratamiento de las aguas residuales.....	25
Capítulo II: Marco legal.	
II.1 Introducción.....	29
II.2 Aspectos legales sobre desechos peligrosos en otros países.....	34
II.2.1 Republica de Colombia.....	34
II.2.2 Republica de Chile.....	35
II.2.3 Republica de Venezuela.....	35
II.2.4 Estados Unidos Mexicanos.....	36

Capitulo III: Fuentes de generación de los RLHE.

III.1	Introducción.....	38
III.2	Herramientas para determinar fuentes de generación.....	39
III.2.1	Formularios.....	39
III.3	Métodos de cuantificación de los RLHE.....	40
III.3.1	Métodos de calculo del consumo de agua potable.....	40
III.3.1.1	Métodos directos para determinar el consumo de agua potable.....	40
III.3.1.2	Métodos indirectos para determinar el consumo de agua potable.....	43
III.4	Calculo del consumo de agua en hospitales estatales del AMSS.....	45
III.4.1	Cantidad calculada por la frecuencia de uso de aparato sanitario por persona por día.....	47
III.4.2	Cantidad calculada por la frecuencia de uso de artefacto sanitario por día.....	48
III.5	Calculo de las cantidades de aguas residuales generadas.....	50
III.5.1	Estructura organizativa de los hospitales estatales.....	51
III.6	Determinación de la distribución de las aguas residuales en los hospitales.....	56
III.7	Hospital A.....	57
III.8	Hospital B.....	62
III.9	Hospital C.....	66

Capitulo IV: Gestión actual de los RLHE.

IV.1	Introducción.....	71
IV.2	Identificación de los contaminantes generados en hospitales estatales descargados al sistema de drenaje.....	71
IV.2.1	División administrativa.....	72
IV.2.2	División médica.....	74

IV.2.3	División de diagnóstico y apoyo.....	75
IV.2.3.1	Departamento de diagnóstico.....	77
IV.2.3.2	Departamento de apoyo.....	80
IV.3	Manejo de los contaminantes de las aguas residuales hospitalarias.....	82
IV.5	Residuos peligrosos en las aguas residuales.....	84

Capítulo V: Manual para la gestión interna y externa de los residuos líquidos hospitalarios.

V.1	Introducción.....	87
V.2	Objetivos del manual.....	88
V.3	Alcances.....	88
V.4	Aspectos organizativos.....	89
V.5	Aspectos recursos humanos.....	95
V.6	Aspectos técnicos operacionales.....	100
V.6.1	Identificar el origen de las aguas residuales.....	100
V.6.2	Control en el origen.....	102
V.6.3	Líquidos eliminables con tratamiento previo.....	102
V.6.4	Líquidos no eliminables al alcantarillado.....	122
V.6.5	Sistema de recogida.....	125
V.6.6	Tratamiento de las aguas residuales.....	126
V.7	Minimización de desechos.....	127
V.7.1	Evaluación de oportunidades de minimización de desechos...	127
V.7.1.1	Opciones de minimización de desechos.....	131
V.7.1.1.1	Mejores prácticas de operación.....	132
	Conclusiones.....	142
	Recomendaciones.....	143
	Bibliografía.....	144
	Glosario de siglas.....	147
	Glosario de términos.....	148
	Anexos.....	156

INDICE DE ANEXOS

Anexo I: Tablas sobre las generalidades de las aguas residuales.....	157
Anexo II: Categorías para desechos peligrosos.....	171
Anexo III: Límites permisibles de contaminantes de aguas residuales en otros países.....	179
Anexo IV: Norma oficial mexicana.....	183
Anexo V: Formularios.....	190
Anexo VI: Tablas para el cálculo de los consumos de agua y resultados de caracterización de las aguas residuales hospitalarias.....	202
Anexo VII: Memoria de cálculo.....	208
Anexo VIII: Tablas de distribución de aparatos sanitarios y resultados del cálculo de consumo de agua y agua residual generada por los hospitales A, B y C.....	215
Anexo IX: Características de radio nucleidos y desinfectantes.....	237

INDICE DE TABLAS

Tabla I-1: Servicios de mayor contaminación dentro de hospitales.....	19
Tabla II-1: Parámetros de calidad para cuerpos de agua superficiales.....	31
Tabla II-2: Límites de los parámetros contenidos en las aguas negras vertidas en la red de alcantarillado.....	32
Tabla II-3: Parámetros sobre valores permisibles para aguas residuales descargadas a un cuerpo receptor.....	32
Tabla II-4: Límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales provenientes de hospitales(México).....	36
Tabla III-1: Formularios, descripción de la información a recopilar.....	41
Tabla III-2: Información general de los hospitales estatales del AMSS.....	46

Tabla III-3: Consumo de agua calculados para hospitales estatales por el método de frecuencia de uso de aparatos sanitarios por persona por día (Método 1).....	48
Tabla III-4: Cantidades de consumo de agua calculadas por frecuencia de uso de aparato sanitario por día (Método 2).....	49
Tabla III-5: Comparación de los consumos de agua en hospitales calculados por el Método 1 y el Método 2.....	50
Tabla III-6: Cantidad total de agua residual generada.....	51
Tabla III-7: Distribución de las aguas residuales del hospital A.....	58
Tabla III-8: Distribución de las aguas residuales del hospital B.....	62
Tabla III-9: Distribución de las aguas residuales del hospital C.....	66
Tabla IV-1: Sustancias contaminantes encontradas en el departamento de mantenimiento.....	73
Tabla IV-2: Sustancias químicas para limpieza y desinfección usadas en las diferentes actividades realizadas en los hospitales.....	76
Tabla IV-3: Algunas sustancias químicas utilizadas en laboratorio clínico.....	78
Tabla IV-4: Sustancias contaminantes de la división de diagnóstico y apoyo...	81
Tabla IV-5: Algunos desechos peligrosos generados en los hospitales estatales del AMSS.....	84
Tabla V-1: Responsabilidades de jefes de servicios.....	95
Tabla V-2: Ventajas y desventajas del uso del autoclave.....	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 1: Tren de tratamiento para aguas residuales.....	27
Figura No. 2: Estructura organizativa de hospitales estatales del AMSS.....	52
Figura No. 3: Distribución de las aguas residuales en el hospital A.....	58
Figura No. 4: Distribución de las aguas residuales de la división administrativa del hospital A.....	59
Figura No. 5: Distribución de las aguas residuales de la división médica del hospital A.....	60
Figura No. 6: Distribución de las aguas residuales de la división diagnóstico y apoyo del hospital A.....	61
Figura No. 7: Distribución de las aguas residuales del hospital B.....	62
Figura No. 8: Distribución de las aguas residuales de la división administrativa del hospital B.....	63
Figura No. 9: Distribución de las aguas residuales de la división médica del hospital B.....	64
Figura No. 10: Distribución de las aguas residuales de la división de diagnóstico y apoyo del hospital B.....	65
Figura No. 11: Distribución de las aguas residuales del hospital C.....	66
Figura No. 12: Distribución de las aguas residuales de la división administrativa del hospital C.....	67
Figura No. 13: Distribución de las aguas residuales de la división médica del hospital C.....	68
Figura No. 14: Distribución de las aguas residuales de la división de diagnóstico y apoyo del hospital C.....	69

Figura No. 15: Distribución de las aguas residuales en los hospitales A, B y C.....	69
Figura No. 16: Fases de la organización del sistema de manejo de residuos líquidos hospitalarios.....	90
Figura No. 17: Aspectos humanos necesarios para la sistematización del manejo de los residuos líquidos hospitalarios.....	96
Figura No. 18: Esquema propuesto para la gestión de los residuos líquidos hospitalarios.....	101
Figura No. 19: Símbolos de identificación.....	108

INTRODUCCION

Los residuos líquidos hospitalarios son las aguas de abastecimiento después de haber sido contaminadas con desechos patológicos (como exudados o sangre), residuos radioactivos y de laboratorio en general.

Actualmente los ocho hospitales estatales existentes en el área metropolitana de San Salvador no cuentan con sistemas de tratamiento de sus residuos líquidos, descargándolos directamente hacia el sistema de alcantarillado sanitario de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), a excepción del hospital Saldaña que vierte directamente hacia un cuerpo receptor, el río Huiza.

Los establecimientos hospitalarios estatales como instituciones al servicio público, deben jugar un papel fundamental en la solución a los problemas de generación de contaminación en el desarrollo de sus actividades, para lo cual deben sensibilizar a todo el personal que labora en las diferentes áreas del hospital. Para lograr el objetivo antes mencionado se debe comenzar con el establecimiento de estrategias de minimización en las diferentes actividades. En el presente trabajo se realizará un estudio de la situación actual de los residuos líquidos en tres de los ocho hospitales estatales del AMSS, dicho estudio comprende conocer el sistema de manejo y la disposición final de los vertidos. Así como también la estimación de la cantidad de residuos líquidos generados diariamente y la identificación de las sustancias presentes en los residuos en mención.

Con el conocimiento de los parámetros anteriores, se establecerá la base para la propuesta de las soluciones para el manejo adecuado y la disminución de los residuos líquidos generados dentro de los hospitales estatales del AMSS.

CAPITULO I:

GENERALIDADES DE AGUAS RESIDUALES HOSPITALARIAS.

I.1 INTRODUCCION.

Los centros de atención de la salud son los encargados tanto de reducir como de prevenir los problemas de salud de la población. Durante el desarrollo de sus actividades estos establecimientos generan, de manera inevitable, residuos que a su vez presentan riesgos potenciales de peligrosidad y cuyo inadecuado manejo puede tener serias consecuencias para la salud de la comunidad hospitalaria, del personal encargado del manejo externo de los residuos y de la población en general.

El inadecuado manejo de los residuos hospitalarios presenta diversos impactos ambientales negativos que se evidencian en diferentes etapas tales como la segregación, el almacenamiento, el tratamiento, la recolección, el transporte y la disposición final. Las consecuencias de estos impactos no sólo afectan la salud humana sino que también se relacionan con la contaminación del aire, del suelo y de las aguas superficiales y subterráneas; a las cuales se suma el deterioro estético del paisaje natural y de los centros urbanos. Dado que tradicionalmente la prioridad de la institución es 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 inadecuado manejo de los residuos.

Los establecimientos de atención de salud tienen la responsabilidad de evitar las consecuencias adversas para la salud o el ambiente como resultado de las actividades relacionadas con el manejo de sus residuos. Es necesario que se tome conciencia de la necesidad de adoptar una política ambiental de manejo de residuos. Sin embargo, se debe evitar alarmar al público exagerando los riesgos o buscando un problema inexistente. La gestión de los residuos hospitalarios no es sólo un problema técnico, existen factores culturales, sociales y económicos que

tienen influencia en dicha problemática. Se requiere establecer una política adecuada y sostenible que cuente con el apoyo del componente legislativo, factor esencial para el cumplimiento de lo establecido.

I.2 CLASIFICACION DE LOS RESIDUOS HOSPITALARIOS.

Los desechos generados por los hospitales pueden ser sólidos, líquidos y gaseosos. Los desechos gaseosos constituyen principalmente los gases de combustión que provienen de los generadores de vapor de los hospitales y de los incineradores. En cantidades relativamente pequeñas se generan vapores de sustancias volátiles y gases utilizados como antisépticos, los cuales en primer lugar plantean un riesgo para las personas que laboran en el hospital y que están expuestas a estos desechos. Los residuos líquidos a los que mayor importancia se les presta son aquellos residuos infecciosos, como la sangre y sus derivados, excretas de personas con cólera, etc.; sin embargo hay que considerar que en los hospitales se utiliza una gran diversidad de sustancias químicas peligrosas las cuales son descargadas al sistema de drenaje del hospital sin ningún tipo de tratamiento. Estos desechos llegan a formar parte de la contaminación de las aguas residuales que provienen de los hospitales. Los desechos sólidos generados por los hospitales han sido ampliamente estudiados y han dado lugar a que organismos ambientales como el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), hallan desarrollado guías que tiene como objetivo fundamental orientar la implantación de un sistema organizado de gestión de residuos sólidos dentro de los hospitales, con la finalidad de controlar y reducir los riesgos para la salud relacionados con el manejo de los residuos peligrosos generados. Este interés por los residuos sólidos ha llevado a un sistema de clasificación simplificado, el cual considera a los desechos hospitalarios en tres grupos:

- a) Residuos infecciosos
- b) Residuos especiales
- c) Residuos comunes

a) Residuos infecciosos :

Son los residuos generados durante las diferentes etapas de la atención de salud (diagnóstico, tratamiento, inmunizaciones, investigaciones, etc.) que contienen patógenos en cantidad o concentración suficiente para contaminar a la persona que se exponga a ellos. Estos residuos pueden ser, entre otros: materiales provenientes de salas de aislamiento de pacientes; materiales biológicos; sangre humana y productos derivados; residuos anatómicos patológicos y quirúrgicos; residuos punzocortantes; residuos de animales.

- **Desechos de laboratorio:** Cultivos de agentes infecciosos y desechos biológicos, vacunas vencidas o inutilizadas, cajas de Petri, placas de frotis y todos los instrumentos usados para manipular, mezclar o inocular microorganismos.
- **Desechos anátomo-patológicos:** Órganos, tejidos, partes corporales que han sido extraídas mediante cirugía, autopsia u otro procedimiento médico.
- **Desechos de sangre:** Sangre de pacientes, suero, plasma u otros componentes; insumos usados para administrar sangre, para tomar muestras de laboratorio y paquetes de sangre que no han sido utilizados.
- **Desechos cortopunzantes:** Agujas, hojas de bisturí, hojas de afeitar, puntas de equipos de venoclisis, catéteres con aguja de sutura, pipetas y otros objetos de vidrio y cortopunzantes desechados, que han estado en contacto con agentes infecciosos o que se han roto. Por seguridad, cualquier objeto cortopunzante debería ser calificado como infeccioso aunque no exista la certeza del contacto con componentes biológicos.
- **Desechos de áreas críticas (unidades de cuidado intensivo, salas de cirugía y aislamiento, etc.):** Desechos biológicos y materiales descartables, gasas, apósitos, tubos, catéteres, guantes, equipos de diálisis y todo objeto

contaminado con sangre y secreciones, y residuos de alimentos provenientes de pacientes en aislamiento.

- **Desechos de investigación:** Cadáveres o partes de animales contaminadas, o que han estado expuestos a agentes infecciosos en laboratorios de experimentación, industrias de productos biológicos y farmacéuticos, y en clínicas veterinarias.

Para comprender la importancia de este tipo de residuo dado que alrededor del mismo gira todo lo concerniente al problema de los residuos hospitalarios, el concepto de residuo infeccioso es definido entre diferentes organismos públicos de países desarrollados, como por ejemplo, Centro de Control de Enfermedades de Atlanta de Estados Unidos (CDC por sus siglas en Ingles), Agencia para el control ambiental de Estados Unidos (EPA por sus siglas en Ingles) y Grupo de trabajo para el tratamiento de los residuos hospitalarios de Estados Unidos (MWWTA por sus siglas en Ingles), entre otras. Para la EPA se considera "residuo infeccioso" a "aquél que es capaz de producir una enfermedad infecciosa". Como no existe una prueba lo suficientemente confiable para valorar la infectividad de los residuos, es que esta definición queda marcada con una gran subjetividad, lo que conduce a que los volúmenes de residuos infecciosos dentro de los residuos hospitalarios tengan una gran variabilidad, siendo este punto donde no concuerdan las regulaciones actualmente vigentes.

Para el análisis más preciso de este concepto se deben tener en cuenta los siguientes requisitos básicos:

- Presencia de un agente infeccioso en el residuo.
- Concentración suficiente del agente infeccioso, como para tener capacidad infectiva.
- Presencia de un huésped susceptible.

- Presencia de una puerta de entrada para el acceso del germen al huésped.

A modo de ejemplo, podemos citar que el Centro de Control de Enfermedades de Atlanta de Estados Unidos, considera residuo infeccioso a:

1. Residuos microbiológicos: medios de cultivo y todo material empleado en el laboratorio de microbiología para el cultivo y conservación de agentes microbianos.
2. Sangre y productos derivados de la sangre.
3. Tejidos y órganos humanos.
4. Todo instrumental o material punzo-cortante (agujas).
5. Restos anatómicos parciales o completos de animales contaminados empleados en investigación.

La EPA agrega a los anteriores:

1. Equipos de laboratorio contaminados.
2. Residuos de cirugía y autopsia.
3. Residuos generados en la Unidad de diálisis.
4. Equipo médico contaminado o potencialmente contaminado.

Cabe destacar que la EPA aclara que estas cuatro categorías se consideran en realidad de manera opcional como residuos infecciosos, debiendo una persona autorizada responsable o un comité designado a tal efecto en cada lugar tomar la decisión al respecto.

b) Residuos especiales :

Son aquellos generados durante las actividades auxiliares de los centros de atención de salud que no hayan entrado en contacto con los pacientes ni con los agentes infecciosos. Constituyen un peligro para la salud por sus características agresivas, tales como: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o radiactividad. Estos residuos se generan principalmente en los servicios auxiliares de diagnóstico y tratamiento; directos complementarios y generales. Pueden ser, entre otros: residuos químicos y peligrosos; residuos farmacéuticos y residuos radiactivos.

- **Desechos químicos:** Sustancias o productos químicos con las siguientes características: tóxicas para el ser humano y el ambiente; corrosivas, que pueden dañar tanto la piel y mucosas de las personas como el instrumental y los materiales de las instituciones de salud; inflamables y/o explosivos, que puedan ocasionar incendios en contacto con el aire o con otras sustancias.

Las placas radiográficas y los productos utilizados en los procesos de revelado son también desechos químicos. Deben incluirse además las pilas, baterías y los termómetros rotos que contienen metales tóxicos y además las sustancias envasadas a presión en recipientes metálicos, que pueden explotar en contacto con el calor.

- **Desechos radiactivos:** Aquellos que contienen uno o varios radio nucleidos que emiten espontáneamente partículas o radiación electromagnética, o que se fusionan espontáneamente. Proviene de laboratorios de análisis químico y servicios de medicina nuclear y radiología. Comprende a los residuos, material contaminado y las secreciones de los pacientes en tratamiento.
- **Desechos farmacéuticos:** Son los residuos de medicamentos y las medicinas con fecha vencida. Los más peligrosos son los antibióticos y las drogas citotóxicas usadas para el tratamiento del cáncer.

c) Residuos comunes :

Son aquellos generados por las actividades administrativas, auxiliares y generales, que no corresponden a ninguna de las categorías anteriores, no representan peligro para la salud y sus características son similares a las que presentan los residuos domésticos comunes. Se incluye en esta categoría a los papeles, cartones, cajas, plásticos, restos de la preparación de alimentos, y materiales de la limpieza de patios y jardines, entre otros.

También se han propuesto otras clasificaciones. En la tabla I-A del anexo I, se presenta la clasificación alemana y las sugeridas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (EPA), las cuales presentan mayor detalle y complejidad, por lo que podrían ser adoptadas por grandes centros de atención de salud.

I.3 GENERALIDADES DE AGUAS RESIDUALES.

Las aguas residuales son aquellas que han recibido un uso cuya calidad ha sido modificada por la incorporación de agentes contaminantes ya sea por medio de actividades domésticas, industriales, hospitalarias u otra actividad contaminante y que son vertidas a las alcantarillas sanitarias o directamente a un cuerpo receptor como ríos, lagos o quebradas.

La contaminación de un cuerpo hídrico se entiende por la alteración de sus características químicas y/o físicas, las cuales empeoran su calidad. Tales alteraciones constituyen un peligro para la flora y fauna acuática, un peligro para la salud del hombre que utiliza el agua para uso potable y doméstico, además de crear problemas para la utilización de esta agua en el campo tecnológico, industrial o agrícola.

Las aguas residuales se caracterizan por su composición física, química y biológica. En la tabla I-B del anexo I se muestran las principales características

físicas de las aguas residuales, sus principales constituyentes químicos y biológicos, y su procedencia.

Los contaminantes tales como los sólidos suspendidos, materia orgánica biodegradable, patógenos, nutrientes, metales pesados y sólidos inorgánicos disueltos son de importancia en el tratamiento de las aguas residuales, en la tabla I-C del anexo I se muestran estos contaminantes y la razón de su importancia.

La actividad humana es la causa común de la contaminación, la que según su origen se clasifica en contaminación de tipo ordinario y de tipo especial.

Se entiende por aguas residuales de tipo ordinario aquellas generadas por las actividades domésticas, tales como uso de inodoros, duchas, laboratorios, fregaderos, lavado de ropas y otras similares.

Las aguas contaminadas de tipo especial son aquellas aguas generadas por actividades agroindustriales, industriales, hospitalarias y otras similares.¹ Las aguas residuales hospitalarias presentan características de gran peligrosidad y difíciles de eliminar debido a su diversidad.

1.4 AGUAS RESIDUALES HOSPITALARIAS.

Existe una diversidad de autores que definen y clasifican a las aguas residuales como domésticas, comerciales e industriales, pero en ellas no existe una en la cual se incluyan las aguas residuales hospitalarias, ya que, dicha clasificación está referenciada en forma general al tipo de establecimiento y no a la generación de residuos (por ejemplo, una industria textilera y una láctea, producen desechos diferentes, aunque se encuentren dentro de la misma clasificación); por tanto, las aguas residuales hospitalarias pueden quedar comprendidas como aguas residuales de tipo especial, a pesar que la mayoría de las actividades que se realizan dentro de

¹ REGLAMENTO ESPECIAL DE AGUAS RESIDUALES. Diario Oficial Tomo No. 347, República de El Salvador (1997).

una instalación hospitalaria son similares a las domésticas (cocina, lavandería, limpieza, riego de áreas verdes, etc.), también se realizan actividades específicas que diluyen químicos y muestras biológicas o patógenas.

Para tener una definición más clara de aguas residuales hospitalarias, se puede decir que son las *aguas de abastecimiento después de haber sido contaminadas con desechos patológicos (como exudados o sangre), residuos radioactivos y de laboratorios en general.*

Los residuos líquidos son un problema trascendental en hospitales, ya que, son capaces de contener diferentes tipos de contaminantes procedentes de sus instalaciones sanitarias, cocina, instrumental médico, lavado de materiales y equipo de diagnóstico, lavado de esterilizadores, lavado de mesas de autopsia, etc.

En éstos centros, los inodoros reciben en gran medida deyecciones de personas sanas y enfermas, que son residuos orgánicos e inorgánicos que el cuerpo ya no necesita y resultan tóxicos para éste², constituyendo un medio de dispersión de patógenos si no reciben tratamiento antes de su descarga al alcantarillado público.

Los microorganismos se encuentran en las aguas residuales en forma de virus y bacterias, pero también están en forma de parásitos como huevos de helmintos y otros protozoos. Las condiciones para su vida en las aguas negras suelen ser anormales y en general, su existencia en ella es de corta duración, pero lo suficiente para la transmisión de enfermedades.

I.5 RESIDUOS LIQUIDOS TOXICOS O PELIGROSOS.

Los residuos peligrosos se clasifican con una serie de siglas que se identifican como **CRETIB**, éstas comprenden todas aquellas sustancias corrosivas,

² OFICIALIA MAYOR, SECRETARIA DE SALUD, MEXICO. Manual de Normas para el tratamiento de Aguas residuales de las Unidades Médicas de la Secretaría de Salud.

reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables y bioinfecciosas que no deben ser vertidas a una alcantarilla o medio receptor sin un tratamiento previo.

a) Criterios de toxicidad o peligrosidad.

Por las características especiales de estos residuos es necesario su clasificación, con arreglo a los siguientes factores:

1. Punto de inflamación menor o igual a 55 °C.
2. Características de corrosividad, determinadas por los siguientes parámetros:
 - a) Residuo acuoso: $\text{pH} > 12.5$ y $\text{pH} < 2$.
 - b) Residuo líquido que corroe más de 6.35 mm/año de acero a 55°C.
 - c) Cuando la inhalación o contacto durante 15 minutos cause daño al tejido humano.
3. Características de reactividad, determinadas por los siguientes parámetros:
 - c) Inestabilidad y cambios violentos sin detonación.
 - d) Reaccionar violentamente con agua.
 - e) Desprender gases inflamables y/o tóxicos al estar en contacto con agua o aire húmedo.
 - f) Contener cianuros, sulfuros y otros, cuyo pH sea mayor que 12.5 y menor que 2.
 - g) Detonar bajo fuentes energéticas de incineración si se calienta bajo confinamiento.
 - h) Detonar o reaccionar explosivamente en condiciones normales de presión o temperatura.

4. Contener productos cancerígenos en más de 0.01% de acuerdo con la Agencia de Investigación contra el Cáncer (I.A.R.C.). (España).
5. Contener sustancias cancerígenas, mutagénicas o teratogénicas.
6. Toxicidad de los lixiviados, según los siguientes criterios:
 - a) < 3000 mg/l, utilizando *Photobacterium phosphoreum*.
 - b) < 750 mg/l, utilizando *Daphnia magna*.

I.6 ELIMINACION DE RESIDUOS LIQUIDOS A LA RED DE ALCANTARILLADO.

La eliminación se hará a través de la red de alcantarillado siempre que cumplan lo siguiente:

- Protección de los recursos hídricos.
- Preservación de la red de alcantarillado.
- Preservación de las estaciones depuradoras de aguas residuales.

Por ello, se han de establecer las condiciones y limitaciones para el vertido de residuos líquidos a la red de alcantarillado, mediante una estación de registro o estación depuradora.

I.7 CLASIFICACION DE LAS AGUAS RESIDUALES HOSPITALARIAS.

Los residuos líquidos hospitalarios se pueden clasificar como sigue:

- a. **Líquidos eliminables sin tratamiento**, que son aquellos líquidos que no presentan peligrosidad y pueden ser vertidos libremente a la red de alcantarillado.

b. **Líquidos eliminables con tratamiento previo**, que son aquellos que pueden ser evacuados a la red de alcantarillado del hospital siempre que previamente se les someta a un tratamiento específico.

Los residuos líquidos que a continuación se presentan podrán ser evacuados a la red de alcantarillado siempre que se traten adecuadamente:

1. Aceites y grasas.
2. Mezclas explosivas:
 - Líquidos cuyo punto de inflamación sea menor o igual a 55 °C.
 - Líquidos que contengan alguna característica de reactividad.
3. Materiales coloreados (tintes y pinturas), dependiendo de la cantidad.
4. Residuos corrosivos.

Por ello, todos los Centros Sanitarios que eliminan líquidos a la red de alcantarillado deberían tener estaciones de registro, situadas aguas abajo del último vertido, para poder realizar análisis y mediciones del efluente. Estas mediciones deberán estar por debajo de las concentraciones máximas permisibles de sustancias contaminantes presentes en el vertido, de acuerdo a las normas de aguas residuales salvadoreñas vigentes o internacionales conocidas.

c. **Líquidos no eliminables al alcantarillado**, que incluyen los residuos líquidos radioactivos y las sustancias citostáticas, ya que ambos tienen que someterse a un tratamiento específico y una eliminación diferenciada.

Los citostáticos comprenden los líquidos que contengan productos cancerígenos en más de 0.01%, de acuerdo con la IARC³, los que contengan sustancias cancerígenas, mutagénicas o teratogénicas.

³ Agencia de Investigación contra el Cáncer (España).

I.8 ORIGEN E IMPORTANCIA DEL MANEJO DE LAS AGUAS HOSPITALARIAS.

Las unidades hospitalarias son centros de recuperación de la salud humana y simultáneamente focos de infección, ya que atienden a personas que padecen diversas enfermedades, viéndose las aguas residuales afectadas por desechos provenientes de éstas y por otras sustancias, presentando peligros potenciales por contener:

- Sustancias tóxicas (pueden provocar envenenamientos).
- Diseminación de microorganismos patógenos (causantes de problemas de salud pública).
- Materiales químicos (de características reactivas, que pueden ocasionar lesiones).

Estudios realizados por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) demuestran que el contacto con el agua residual sin ningún tratamiento se asocia a riesgos elevados de infección por áscaris lumbricoides y enfermedades diarreicas.

En la tabla I-D del anexo I se puede observar el tiempo de supervivencia de algunos microorganismos y las enfermedades que pueden causar.

I.9 SUSTANCIAS QUIMICAS EMPLEADAS EN LAS UNIDADES MEDICAS.

Los establecimientos de salud son generadores de una gran variedad de residuos, los riesgos a la salud no solo incluyen residuos contaminados con agentes infectocontagiosos, sino también residuos químicos, tóxicos y peligrosos, los cuales se presentan en forma líquida. Generalmente estos residuos líquidos son empleados para numerosos propósitos de diagnóstico y tratamiento en las unidades médicas. Las sustancias o materiales peligrosos incluyen:

1. Quimioterapia.
2. Formaldehído

3. Químicos fotográficos.
4. Radionúclidos.
5. Solventes.
6. Mercurio.
7. Otras sustancias tóxicas, corrosivas y químicos misceláneos.

Para tener un claro conocimiento del peligro de que estas sustancias se encuentren en los residuos líquidos hospitalarios, se detalla a continuación la naturaleza de los riesgos, propiedades y empleo en los tratamientos médicos.

➤ **Formaldehído.**

En forma de solución acuosa (formalina), este producto se viene utilizando desde hace muchos años en establecimientos sanitarios como antiséptico y fijador de tejidos.

El formaldehído es un producto químico altamente reactivo que posee un gran poder para desnaturalizar proteínas. Se ha demostrado que puede causar lesiones cromosómicas en células de mamíferos y se ha observado una forma rara de cáncer nasal en experiencias de inhalación realizadas con ratas. En el caso del hombre, las pruebas de toxicidad se limitan casi exclusivamente a los efectos agudos de este producto. El formaldehído irrita fuertemente las membranas mucosas de la nariz y la boca y también los ojos, produciendo síntomas de malestar en concentraciones de sólo 0.1 a 3 ppm. Informes médicos aislados sugieren que quizá también cause asma. Está probado que el formaldehído produce dermatitis. Estudios recientes en departamentos de histopatología de algunos países sugieren que los niveles de exposición varían entre el umbral de detección y 10 ppm.

➤ **Agentes citotóxicos.**

Entre los agentes citotóxicos más importantes están los citostáticos. Los citostáticos son fármacos capaces de inhibir el crecimiento desordenado de las células tumorales, alterando la división celular y destruyendo las células que se multiplican más rápidamente.

La quimioterapia del cáncer se inició en los años 1940 con el uso de mostazas nitrogenadas y sus derivados. Las propiedades cancerígenas de estos productos y de otros que, como la ciclofosfamida, se utilizaron más tarde, han sugerido la posibilidad de que la administración de estos productos químicos produzca efectos perjudiciales para la salud, sobre todo desde que han comenzado a aparecer informes médicos sobre tumores secundarios en los enfermos tratados con ellos. Algunos estudios hechos en 1980 sugerían que la propia orina de los enfermeros que manipulaban medicamentos citotóxicos podía tener efectos mutagénicos.

El buen resultado obtenido por los fármacos citostáticos en el tratamiento del cáncer ha provocado un aumento de su utilización en los últimos años. De forma paralela a su uso, también ha aumentado la preocupación por los riesgos que conlleva su manejo.

Desde el punto de vista farmacológico se pueden clasificar a los citostáticos de diferentes formas dependiendo de sus características, aunque la más habitual está basada en sus mecanismos de acción:

- a) **Agentes alquilantes:** Son sustancias muy reactivas que forman enlaces covalentes con los aminoácidos, alterando las proteínas, y con las bases púricas y pirimidínicas, bloqueando la función biológica del ADN. La mayoría se administran por vía intravenosa. Los de uso más habitual son: Mecloretamina (Caryolisina), Ciclofosfamida (Genoxal), Melfalán (Melfalán),

Tiotepa (Oncotiotepa), Carmustina (Nitrumón, BCNU), Estreptozotocina (Zanosar), Dacarbacina (Dacarbacina)

- b) **Antimetabolitos:** Producen inhibición de la síntesis de las bases nitrogenadas y el ADN por un bloqueo enzimático a través de sustancias análogas a los metabolitos habituales. Estos fármacos se usan en el tratamiento, no sólo de tumores, sino también de enfermedades autoinmunes y en los casos de trasplante para impedir las crisis de rechazo. Pueden usarse por vía oral, intramuscular e intravenosa.

Los más importantes son: Metotrexate (Metotrexato), Citarabina (ARA-C), 5-Fluoruracilo (Fluoracilo).

- c) **Antibióticos antitumorales:** Son antibióticos que actúan sobre el ADN o el ARN inhibiendo su duplicación o transcripción. En este grupo se encuentran los siguientes fármacos: Bleomicina (Bleomicina), Mitomicina (Mitomycin C), Dactinomicina (Lyovac).
- d) **Alcaloides de las plantas:** Los alcaloides de la Vinca detienen la mitosis porque impiden la formación del huso acromático. Son fármacos muy tóxicos que no pueden ser manejados fuera del ambiente hospitalario: Vimblastina (Vimblastina), Vincristina (Vincrisul), Vindesina (Enison), Etopósido (Vepesid)
- e) **Agentes varios:** Son un grupo de fármacos de difícil clasificación, entre ellos están los derivados del platino como el Cisplatino (Neoplatin) o el Carboplatino (Paraplatin).

En lo que se refiere a la producción de efectos sistémicos no todos los citostáticos son igual de agresivos y, según los estudios realizados, los que tienen mayor potencial carcinogénico y teratogénico son los agentes alquilantes y los derivados de la vinca, y los menos agresivos los antimetabolitos (Metotrexate, Citarabina, Fluoruracilo).

La absorción se realiza por la piel y/o los pulmones. Lo que es objeto de controversia son los daños que puede causar la absorción de pequeñas cantidades de estos potentes agentes cancerígenos.

Los citostáticos, por alterar el funcionamiento celular, son fármacos citotóxicos aunque no son los únicos, ya que existen otros medicamentos como, por ejemplo, la pentamidina o la ribavirina, que también son tóxicos para el metabolismo celular y requieren medidas específicas de prevención.

➤ **Radioterapia y quimioterapia**

Durante muchos años se ha empleado el radio en tratamientos del cáncer. Hoy se usan exclusivamente Cobalto 60 y Cesio 137 (Co 60 y Cs 137) en la radioterapia. La eficacia de esta terapia depende del hecho, que las células malignas, que crecen o se dividen rápidamente, son más susceptibles a los daños por radiación que las células normales. El cobalto 60 emite tanto partículas beta, como rayos gamma. Se enfoca la radiación hacia la zona donde se localiza el tumor, pero es muy difícil limitar la exposición sólo a las células malignas. Muchos pacientes sufren malestares ocasionados por la radiación después de este tipo de tratamiento.

Se puede emplear el yodo 131 para el tratamiento del hipertiroidismo. La dosis terapéutica es mayor que la que emplea en el diagnóstico.

➤ **Uso de radionúclidos para diagnóstico**

Se emplean los trazadores radiactivos normalmente en el diagnóstico médico. Al respecto de cómo se debe detectar la radiactividad fuera del cuerpo, generalmente se escogen isótopos radiactivos (radionúclidos) emisores de rayos gama. También, el radionúclido debe ser efectivo a bajas concentraciones y debe tener una semivida corta para reducir la posibilidad de daños al paciente.

Se emplea el yodo radiactivo (I^{131}) para determinar la función tiroidea, que es donde el organismo concentra al yodo. En este proceso, se ingiere una pequeña cantidad de yoduro radiactivo de sodio o de potasio. Se enfoca un detector a la glándula tiroidea y se mide la cantidad de yodo en la glándula. Este cuadro se puede comparar con el de una tiroidea normal para detectar cualquier diferencia.

➤ **Radiaciones ionizantes.**

Las más comunes son los rayos X y las radiaciones de elementos radiactivos. Además de estas fuentes externas de radiación de rayos X y de isótopos, utilizadas con fines terapéuticos y diagnósticos, cabe inhalar o ingerir accidentalmente materias radiactivas.

Las radiaciones ionizantes pueden producir varios efectos clínicos, desde síndromes de radiación aguda susceptibles de provocar enfermedades graves, incluso mortales, en la médula espinal, el sistema nervioso central o las vías gastrointestinales, así como radiodermatitis agudas, hasta efectos más crónicos tales como cataratas en el cristalino del ojo y tumores malignos en varios órganos, en especial la piel y la médula espinal.

Los desechos radioactivos pueden ser sólidos o líquidos y tienen que ser aislados durante el tiempo necesario para alcanzar el decaimiento de su actividad.

➤ **Mercurio.**

Casi todas las formas de mercurio que llegan a los ecosistemas acuáticos y en presencia de oxígeno se pueden ionizar, oxidar y transformar en Hg^{+2} , incluso el mercurio metálico. Una vez ionizado, el mercurio forma una gran variedad de compuestos. Desde el punto de vista toxicológico, las formas de mercurio de mayor interés son el mercurio elemental y los compuestos alquimercuriales de cadena corta.

Los efectos principales del envenenamiento por mercurio comprenden los trastornos neurológicos y renales, que se relacionan principalmente con los compuestos de mercurio orgánicos e inorgánicos respectivamente. El mercurio además de producir efectos tóxicos generales, también es causa de efectos gonadotóxicos y mutagénicos y altera el metabolismo del colesterol. En la tabla I-E del anexo I se presentan las características de los derivados del mercurio.

En los hospitales, los instrumentos rotos u obsoletos constituyen la principal fuente de desechos de mercurio. Muchas veces son colocados en la basura, la cual es incinerada o llevada a basureros municipales que se encuentran al aire libre, quedando a merced de los cambios climáticos, contaminando de esta manera mantos acuíferos. En la actualidad estos desechos han disminuido considerablemente debido a la sustitución de instrumentos que contienen mercurio con instrumentos de sensores electrónicos en estado sólido (termómetros, medidores de presión sanguínea, etc).

En la tabla I-1 se dan a conocer aquellos servicios de mayor importancia en lo que a contaminación se refiere.

Tabla I-1: Servicios de mayor contaminación dentro de hospitales.

Servicios	Químicos utilizados
Anatomía patológica y morgue	Metanol, alcohol etílico, formaldehído, ácido cítrico, ácido nítrico, ácido pícrico, hematoxilina, xilol, ácido acético glacial, papanicolau EA-50, ácido clorhídrico y otros.
Laboratorio	Medios de cultivo, químicos reactivos, lejía y sangre.
Rayos X	Sales de plata, fijadores (reciclables) y reveladores.
Cocina	Detergentes, grasas y aceites.
Lavandería	Lejía, detergentes (hipoclorito de sodio, cloro orgánico).

FUENTE: Aguirre Roque, E. L. y otras (2000).

I.10 RIESGOS BIOLÓGICOS Y QUÍMICOS DE LAS AGUAS RESIDUALES.

Los riesgos biológicos consisten en la transmisión de enfermedades infectocontagiosas por el consumo de agua contaminada con organismos patógenos. Los riesgos químicos consisten en la adquisición de enfermedades que son producidas por sustancias tóxicas que se encuentran inanimadas, suspendidas o disueltas en el agua contaminada.

I.10.1 ENFERMEDADES MICROBIOLÓGICAS TRANSMITIDAS POR EL AGUA.

Básicamente estas son enfermedades en las que los organismos patógenos se encuentran en el agua y cuando se ingieren en una dosis suficiente infectan al que la bebe. La mayoría de estos organismos patógenos llegan al agua mediante la contaminación con excretas humanas y finalmente ingresan al cuerpo a través de la boca, de allí, el término de "transmisión fecal-oral". Muchas de las enfermedades de este tipo se transmiten fácilmente a través de otros medios, por ejemplo, de las manos a la boca o mediante alimentos contaminados fecalmente.

Las enfermedades más importantes de este tipo incluyen la disentería amébrica, la shigelosis, el cólera, las diarreas (de etiología⁴ no específica), las diarreas del tipo *E. Coli*, las diarreas virales, el virus A de la hepatitis y la fiebre tifoidea.

Las enfermedades producidas por contacto con el agua se transmiten mediante el contacto de la piel con el agua infestada por patógenos o toxinas. La más importante de estas enfermedades es la esquistosomiasis (bilharziasis). La leptospirosis y la tulumaria son las enfermedades producidas por contacto con el agua que siguen en importancia a la esquistosomiasis. (F. Eugene McJunking, 1998).

⁴ Estudia las causas de las enfermedades.

En la tabla I-F del anexo I se presenta un resumen de enfermedades transmitidas por contacto con el agua contaminada. En la tabla I-G del anexo I se muestra una lista de virus y enfermedades causadas por virus entéricos.

I.10.2 RIESGOS QUIMICOS RELACIONADOS CON EL AGUA.

Las enfermedades relacionadas con la contaminación del agua de bebida y la evacuación inadecuada de aguas residuales y excretas se cuentan entre las tres causas principales de enfermedad y muerte en el mundo. (F. Eugene McJunking, 1998).

El hombre puede estar expuesto durante la mayor parte de su vida a niveles bajos de una amplia variedad de sustancias químicas ambientales. Por lo común, el grado de exposición es insuficiente para producir signos manifiestos de toxicidad y por esa razón no es posible, en la mayoría de los casos, establecer claramente la relación causa-efecto.

Por otra parte, la exposición simultánea a varias sustancias químicas a través de los diferentes elementos del ambiente, hace más difícil la evaluación del grado de peligrosidad vinculado a una sola de ellas.

Algunos contaminantes químicos, si exceden de cierta concentración pueden constituir un riesgo tóxico directo cuando se ingieren con el agua, tal es el caso, por ejemplo, de los nitratos, el arsénico y el plomo. Otros componentes del agua potable, como los fluoruros, resultan beneficiosos a la salud, aunque pueden afectarla al variar sus concentraciones en este medio, ya sea por exceso o por defecto.

En la tabla I-H del anexo I se presenta la clasificación de las enfermedades transmitidas por el agua de acuerdo a su fuente.

I.11 METODOS DE MEDICION DE GASTOS EN DESCARGAS Y CORRIENTES DE AGUAS RESIDUALES.

La determinación de los volúmenes y/o caudales de aguas residuales a eliminar, es muy importante para proyectar futuras instalaciones para su recolección, tratamiento y evacuación. Es por ello, que a continuación se presentan algunos métodos para su determinación.

a) Medición directa en la descarga.

- Pesado del volumen descargado, lo que implica el conocimiento del peso específico y/o densidad del líquido.
- Medición volumétrica de la descarga en función del tiempo.
- Mediante el empleo de vertederos.
- Otros como: tubos Venturi, canales Parshal, Palmer-Bowls y boquillas.

b) Medición en corrientes.

Medición en las corrientes, utilizando el método de sección/velocidad, donde se obtiene la velocidad mediante flotadores, colorantes, trazadores radiactivos, o medidores de velocidad; la sección transversal se determina a través de la ecuación de continuidad:

$$Q = V * A$$

Donde: Q: Gasto o caudal en m³/seg.
 V: Velocidad del agua m/seg.
 A: Sección o área transversal m²

c) Métodos matemáticos.

- Cuando se conoce únicamente la distancia de un chorro que choca con una superficie plana horizontal y la altura.
- Cuando se conoce la pendiente y el diámetro de la tubería.

d) Caudales de agua residuales a partir de los datos de abastecimiento de agua.

Debido a la relación existente entre el agua utilizada y el agua residual, es preciso hacer una estimación de la proporción del agua abastecida que llega a las alcantarillas; una parte no llega a la red de alcantarillado por: irrigación de espacios verdes, pérdidas, fugas, mantenimiento de estructuras y otras. Por lo que se considera que el 80% del consumo de agua por habitante, se convierte en agua residual (Aguirre Roque, E. L. y otras, 2000).

I.12 MUESTREO DE AGUAS RESIDUALES

Es necesario mantener un control sobre la composición de las aguas residuales que provienen de una instalación hospitalaria y determinar si se encuentran dentro de los límites permisibles, si sus concentraciones son peligrosas se busca la forma de minimizarla, esto implica el muestreo de tales aguas. Las técnicas de muestreo utilizadas en un estudio del agua residual deben asegurar la obtención de muestras representativas, ya que los datos que se deriven de los análisis de dichas muestras serán, en definitiva, la base para el control de la contaminación y proyecto de instalaciones de tratamiento. En el caso de que las aguas que se quiere muestrear presenten considerables variaciones en su composición, será preciso emplear procedimientos especiales. Por lo tanto, es

necesario seleccionar adecuadamente los puntos de muestreo, y determinar el tipo y frecuencia de muestra a tomar.⁵

El valor de cualquier resultado de laboratorio, depende de la integridad de la muestra. El propósito del muestreo es recoger una porción de agua residual lo suficientemente pequeña en volumen, para ser manejada convenientemente en el laboratorio y no obstante, representativa de las aguas residuales que se van a examinar.

Hay dos tipos de muestras que deben recolectarse, dependiendo del tiempo disponible y del propósito de los análisis que hayan de verificarse:

Muestras instantáneas. Consiste en una porción de agua residual que se toma de una vez. No son representativas de las aguas residuales de composición media puesto que reflejan únicamente las condiciones en el momento del muestreo. Para algunos análisis, tienen que usarse muestras instantáneas.

Muestras integradas o compuestas. Consiste de porciones de aguas que se toman a intervalos regulares, siendo proporcional el volumen de cada porción al flujo de agua en el momento de la recolección.

Las muestras integradas o compuestas indican las características de las aguas durante cierto período de tiempo. Quedan eliminados los efectos de los cambios intermitentes de gasto y concentración, la porción que se use debe recogerse con la frecuencia suficiente para lograr resultados promedio. Si la concentración y el gasto no fluctúan repentinamente, basta con tomar porciones cada hora. Si las fluctuaciones son repentinas, pueden requerirse muestras cada media hora o cada cuarto de hora. El período de muestreo puede variar para que cubra cuatro, ocho, o doce horas, según el personal disponible y el uso que se le dé a los resultados. El gasto de agua debe medirse al tomar cada porción y debe

⁵ METCALF & EDDY. Ingeniería de aguas residuales, tratamiento, vertido y su reutilización. Editorial Mc Graw Hill Tomo I. (1996).

ajustarse el volumen de la porción según el gasto, empleando un factor, cuya magnitud determine el volumen final de la muestra final integrada.⁶

Equipo de muestreo. En los casos en los que se planea llevar a cabo un muestreo continuo o automático, es importante seleccionar cuidadosamente el equipo de muestreo, más aún tratándose con aguas residuales provenientes de hospitales.

Una campaña de muestreo llevada a cabo de manera minuciosa puede carecer de todo valor si no se conservan las condiciones físicas, químicas y biológicas de las muestras durante los períodos de tiempo entre la toma de las muestras y su análisis, por lo que es necesario buscar métodos para conservar las muestras. La mejor manera de eliminar los errores debidos al deterioro de las muestras es, indudablemente, realizar los análisis con la mayor prontitud posible.

I.13 METODOS DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES.

Los contaminantes presentes en el agua residual pueden eliminarse con procesos químicos, físicos y/o biológicos. Los métodos individuales suelen clasificarse en:

- a) **Operaciones físicas unitarias.** Son aquellos métodos de tratamiento en los que predomina la acción de fuerzas físicas. El desbaste, mezclado, floculación, sedimentación, flotación, transferencia de gases y filtración son operaciones unitarias típicas.
- b) **Procesos químicos unitarios.** Son aquellos métodos de tratamiento en los cuales la eliminación o conversión de los contaminantes se consigue con la adición de productos químicos o gracias al desarrollo de ciertas reacciones químicas. Fenómenos como la precipitación, adsorción y la desinfección son

⁶ Departamento de Salud de Nueva York, "MANUAL DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS".

ejemplos de los procesos de aplicación más común en el tratamiento de las aguas residuales.

- c) **Procesos biológicos unitarios.** Son los procesos de tratamiento en los que la eliminación de los contaminantes se lleva a cabo gracias a la actividad biológica. La principal aplicación de los procesos biológicos es la eliminación de las sustancias orgánicas biodegradables presentes en el agua residual en forma, tanto coloidal como en disolución. Básicamente, estas sustancias se convierten en gases, que se liberan a la atmósfera, y en tejido celular biológico, eliminable por sedimentación. Los tratamientos biológicos también se emplean para eliminar el nitrógeno contenido en el agua residual. Mediante un adecuado control del medio, el agua residual se puede tratar biológicamente en la mayoría de los casos.

En la tabla I-I del anexo I se resumen las operaciones, procesos unitarios y sistemas de tratamiento utilizados para eliminar la mayoría de contaminantes presentes en las aguas residuales.

Los procesos y operaciones unitarias se combinan y complementan para dar lugar a diversos niveles de tratamiento de las aguas. Para eliminar los contaminantes presentes en el agua residual es necesario someterlos a un tren de tratamiento eficiente y económico a mediano, corto y largo plazo que dependerá de un diagnóstico y caracterización de las aguas del lugar. El tren de tratamiento lo constituyen las etapas representadas en la figura 1.

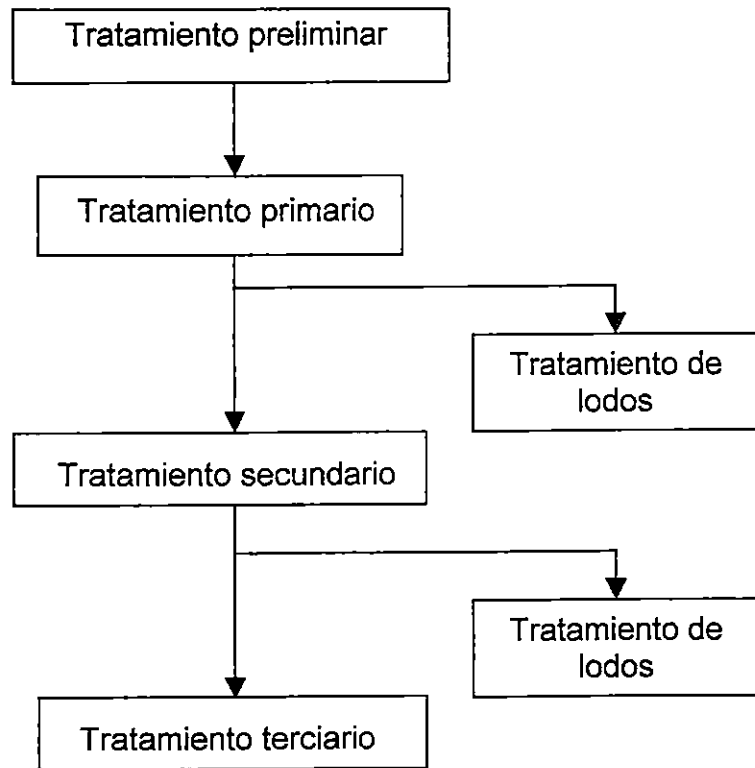


Figura No 1: Tren de tratamiento para aguas residuales.

- **Pretratamiento de las aguas residuales.** El pretratamiento o tratamiento preliminar se define como el proceso de eliminación de los constituyentes de las aguas residuales cuya presencia pueda provocar problemas de mantenimiento y funcionamiento de los diferentes procesos, operaciones y sistema auxiliares.
- **Tratamiento primario de las aguas residuales.** En el tratamiento primario se elimina una fracción de los sólidos en suspensión y de la materia orgánica del agua residual. Esta eliminación suele llevarse a cabo mediante operaciones físicas tales como el tamizado, sedimentación simple (primaria), precipitación química y sedimentación completa; digestión de lodos; secado, disposición sobre terreno o incineración de los lodos resultantes; desinfección y filtros gruesos. El efluente del tratamiento primario suele contener una cantidad considerable de materia orgánica y una DBO alta.

- **Tratamiento secundario convencional.** El tratamiento secundario de las aguas residuales está principalmente encaminado a la eliminación de los sólidos en suspensión y de los compuestos orgánicos biodegradables, aunque a menudo se incluye la desinfección como parte del tratamiento secundario. Se define el tratamiento secundario convencional como la combinación de diferentes procesos normalmente empleados para la eliminación de estos constituyentes, e incluye el tratamiento biológico con fangos activados, reactores de lecho fijo, los sistemas de lagunaje y la sedimentación.
- **Tratamiento de residuos tóxicos/ Eliminación de contaminantes específicos.** El tratamiento terciario constituye la eliminación de las sustancias tóxicas y de contaminantes específicos. Las concentraciones de contaminantes tóxicos suelen controlarse mediante pretratamientos específicos antes de su vertido a la red. En algunos casos, la eliminación de las sustancias tóxicas se lleva a cabo en las plantas de tratamiento. Muchas de las sustancias tóxicas, como los metales pesados, se eliminan mediante algún tratamiento físico-químico como la coagulación química, floculación, sedimentación o filtración. También es posible eliminarlos parcialmente en los tratamientos secundarios. Las aguas residuales que contienen compuestos orgánicos volátiles se pueden tratar mediante adsorción carbónica o arrastre con aire. Mediante procesos de intercambio iónico también es posible eliminar pequeñas concentraciones de algunos contaminantes específicos.

El tratamiento de los lodos de las aguas residuales están constituidos por los sólidos que se eliminan en las unidades de tratamiento primario y secundario, junto con el agua que se separa con ellos. Este tratamiento tiene dos objetivos, siendo el primero de estos eliminar parcial o totalmente el agua que contienen los lodos, para disminuir su volumen en gran proporción y, en segundo lugar, para que se descompongan todos los sólidos orgánicos putrescibles transformándose en sólidos minerales o sólidos orgánicos relativamente estables.

CAPITULO II:

MARCO LEGAL

II.1 INTRODUCCION

Los desechos hospitalarios es un tema complejo a nivel Mundial, para uniformizar el manejo adecuado de tales desechos se creó un tratado Internacional sobre desechos peligrosos (incluidos en estos, los desechos hospitalarios) con el objetivo de reducir sus movimientos transfronterizos, tratar y eliminar lo más cerca posible su fuente de generación y ayudar a países en desarrollo a manejar de manera ambientalmente racional los desechos que se producen.

El convenio de Basilea es producto de ese tratado Internacional, es el primer instrumento mundial que regula el manejo y eliminación de los desechos peligrosos. El convenio de Basilea define los términos siguientes:

- Desecho: sustancias u objetos a cuya eliminación se procede, se propone proceder o se está obligado a proceder en virtud de lo dispuesto en la legislación nacional.
- Desecho peligroso: los desechos que pertenezcan a cualquiera de las categorías enumeradas en el Anexo II para desechos peligrosos.

En segundo lugar, los desechos definidos o considerados peligrosos por la legislación interna de la parte⁷ que sea estado de exportación, de importación o de tránsito, serán desechos peligrosos a los efectos del movimiento transfronterizo por todos los estados involucrados.

El artículo 4 del Convenio de Basilea exige a las partes adoptar las medidas jurídicas, administrativas y de otra índole que sean necesarias para aplicar y hacer cumplir las obligaciones del convenio. Es decir, que cada estado miembro del

⁷ Parte: cada uno de los 126 estados miembros, integrados al Convenio de Basilea.

convenio prepara su legislación nacional con aspectos relacionados a la generación, exportación, importación y/o eliminación de los desechos sometidos al Convenio de Basilea.

De acuerdo al artículo 14 del Convenio de Basilea, se establecieron centros regionales de capacitación y transferencia de tecnología con respecto al manejo de desechos peligrosos y a la reducción al mínimo de su generación. La República de El Salvador es un centro subregional para América Central, incluyendo México; perteneciente a la región de América Latina y el Caribe, siendo Uruguay el centro coordinador.

El Salvador siendo una de las partes del convenio de Basilea, ha creado la legislación que permita la protección del Medio Ambiente y la salud humana, resultando una serie de documentos enfocados en diversos factores ambientales, por ejemplo, agua, aire, suelo, flora y otros. Los documentos referentes a aguas residuales que hasta la fecha han sido publicados en el Diario Oficial de la República de El Salvador son:

- Decreto N° 39: "Reglamento especial de aguas residuales". el cual tiene por objeto velar porque las aguas residuales no alteren la calidad de los medios receptores, para contribuir a la recuperación, protección y aprovechamiento sostenible del recurso hídrico respecto de los efectos de la contaminación. En éste se enumeran los componentes químicos cuyos valores deben ser determinados en los análisis fisicoquímicos, tanto para aguas residuales de tipo ordinario como las de tipo especial.
- Decreto N° 40: "Reglamento especial de normas técnicas de calidad ambiental". Este tiene por objeto determinar los lineamientos o directrices para el establecimiento de las normas técnicas de calidad ambiental en los medios receptores, y los mecanismos de aplicación de dichas normas, relativo a la protección de la atmósfera, el agua, el suelo y la biodiversidad. El capítulo sexto contiene los parámetros y límites de los

cuerpos de agua superficiales que son medios receptores. La Tabla II-1 establece los parámetros de calidad para cuerpos de agua superficiales.

Tabla II-1: Parámetros de calidad para cuerpos de agua superficiales.

<i>Parámetro</i>	<i>Limite</i>
Bacterias:	
Coliformes totales	Que no excedan de una densidad mayor a los 5000 UFC por 100 ml de muestra analizada
Coliformes fecales	Que no excedan de una densidad mayor a los 1000 UFC por 100 ml de muestra analizada
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ⁵)	No debe permitirse que el nivel de oxígeno disminuya de 5 mg/l
Oxígeno disuelto	Igual o mayor de 5 mg/l
pH	Debe mantenerse en un rango de 6.5 a 7.5 unidades o no alterar en 0.5 unidades de pH el valor ambiental natural
Turbiedad	No deberá incrementarse más de 5 unidades de turbiedad sobre los límites ambientales del cuerpo receptor
Temperatura	Debe mantenerse en un rango entre los 20 a 30°C o no alterar a un nivel de 5°C la temperatura del cuerpo receptor
Toxicidad	No debe exceder de 0.05 mg/l de plaguicidas órganoclorados

FUENTE: "REGLAMENTO ESPECIAL DE NORMAS TÉCNICAS DE CALIDAD AMBIENTAL", de la Republica de El Salvador.

- Decreto N° 50: "Reglamento sobre la calidad del Agua. El control de vertidos y las zonas de protección". El cual establece los límites permisibles para residuos líquidos, vertidos al sistema de alcantarillado. La Tabla II-2 muestra los límites permisibles para las aguas vertidas a la red de alcantarillado público.
- Norma Salvadoreña NSO 13.07.03:98 da los parámetros sobre valores permisibles para aguas residuales descargadas a un cuerpo receptor, éstos se muestran en la Tabla II-3.

Tabla II-2: Límites de los parámetros contenidos en las aguas negras vertidas en la red de alcantarillado.

<i>Parámetro</i>	<i>Límites</i>
Sustancias tóxicas y venenosas:	
Cobre (Cu)	0.20 mg/l
Cromo (Cr)	0.05 mg/l
Níquel (Ni)	0.80 mg/l
Zinc (Zn)	5.00 mg/l
Arsénico (As)	0.05 mg/l
Cianuro	0.10 mg/l
Fenoles	0.005 mg/l
Agentes bactericidas, fungicidas e insecticidas	Entre 0.10 a 10 mg/l
Aceites y grasas	20 mg/l
Materiales radio-activos	Entre 3 a 1000 pc/l
Sólidos totales	Inferior a 1000 mg/l
Sólidos en suspensión	Inferior a 500 mg/l
pH	Entre 5 y 9
Temperatura	Inferior a 35°C

FUENTE: "Reglamento sobre la calidad del Agua. El control de vertidos y las zonas de protección", Republica de El Salvador.

Tabla II-3: Parámetros sobre valores permisibles para aguas residuales descargadas a un cuerpo receptor.

Parámetros		Valores máximos Permisibles
Materiales flotantes	mg/L	Ausente
Mercurio	mg/L	0.01
Molibdeno	mg/L	0.1
Níquel	mg/L	0.2
Nitrógeno total	mg/L	10
Organoclorados	mg/L	0.05
Organofosforados y carbamatos	mg/L	0.1
pH	-	5.5 – 9.0 ⁽¹⁾
Plata	mg/L	0.2
Plomo	mg/L	0.05
Selenio	mg/L	0.05
Sólidos sedimentables	mg/L	1
Sólidos suspendidos (aguas domésticas)	mg/L	60
Sólidos suspendidos (aguas Industriales)	mg/L	150
Sulfatos	mg/L	400
Temperatura	°C	Menor o igual a 35 °C
Turbiedad	NTU	100
Vanadio	mg/L	1

(1) El valor pH 5.5 – 9.0 aplica para las aguas dulces. Definiéndose un valor entre 5.5 – 9.5 para aguas costero marinas.

...Continuación

Tabla II-3: Parámetros sobre valores permisibles para aguas residuales descargadas a un cuerpo receptor.

Parámetros		Valores máximos Permisibles
Aceites y grasas(Aguas domésticas)	mg/L	20
Aceites y grasas(Aguas industriales)	mg/L	20
Aluminio	mg/L	5
Arsénico	mg/L	0.1
Bario total	mg/L	5
Berilio	mg/L	0.5
Boro	mg/L	1.5
Cadmio	mg/L	0.1
Cianuro total	mg/L	0.2
Zinc	mg/L	5
Cloruros	mg/L	500
Cobalto	mg/L	0.2
Cobre	mg/L	1
Coliformes fecales	UFC/100 mL	1000
Coliformes totales	UFC/100 mL	1000
Color real	PT/Co	50
Compuestos fenólicos	mg/L	0.5
Cromo hexavalente	mg/L	0.1
Cromo total	mg/L	1
DBO ₅ a 20 °C (aguas domésticas)	mg/L	30
DBO ₅ a 20 °C (aguas industriales)	mg/L	200 ^{(2) (3)}
Detergentes	mg/L	2
DQO (aguas industriales)	mg/L	400 ^{(3) (4)}
DQO (aguas domésticas)	mg/L	60
Fluoruros	mg/L	5
Fósforo total	mg/L	3
Herbicidas totales	mg/L	0.1
Hidrocarburos	mg/L	5
Hierro total	mg/L	5
Litio	mg/L	2
Manganeso total	mg/L	2

(2) Para la industria del café el valor máximo permisible será de 850 mg/L, una vez que el medio receptor tenga la capacidad para admitir esta carga.

(3) Para la industria destilera se aceptará una remoción del 95%, siempre que la materia prima sea melaza de caña de azúcar y que el medio receptor lo admita.

(4) Para la industria del café el valor máximo permisible será de 1000 mg/L, una vez que el medio receptor tenga la capacidad para admitir esta carga.

FUENTE: NORMA SALVADOREÑA NSO 13.07.03:98

II.2 ASPECTOS LEGALES SOBRE DESECHOS PELIGROSOS EN OTROS PAISES.⁸

Los desechos hospitalarios clasificados como peligrosos son de interés sanitario dentro de otros países, la normativa se enfoca en los límites permisibles de las aguas residuales y las sustancias indicadoras de polución que son descargadas ya sea en cuerpos receptores de agua o en el sistema de alcantarillado de cada país. A continuación, se describe la información sobre los parámetros considerados de importancia en las descargas de aguas residuales para cada uno de los países o sobre residuos líquidos.

II.2.1 REPUBLICA DE COLOMBIA.

El artículo 1 del Ministerio del Medio Ambiente resuelve las definiciones de residuo y desecho como términos diferentes, donde residuo es cualquier objeto, material, sustancia o elemento en forma sólida, semisólida, líquida o gaseosa, que no tiene valor de uso directo y que es descartado por quien lo genera.⁹

Siendo un desecho cualquier residuo que tiene un valor por su potencial de reuso, recuperación o reciclaje, y basura aquél residuo que no lo tiene.

El diario oficial de la Republica de Colombia, publicado en Bogotá el 23 de julio de 1984, estableció en los artículos 72, 73 y 74 del capítulo VI del Ministerio de Salud Pública, las normas de vertimiento para aguas residuales. En las tablas III-A, III-B y III-C del anexo III se enumeran los parámetros reglamentados en cada artículo respectivamente¹⁰.

⁸ Recopilación de Leyes sobre desechos peligrosos, volumen No. 1 No. 2. varios países.

⁹ Ministerio del Medio ambiente resolución No. 00189, Republica de Colombia.

¹⁰ Documentos emitidos por el Ministerio del Medio ambiente de Colombia, Decreto 1591 de 1984.

II.2.2 REPUBLICA DE CHILE.

Trabajos de investigación y estudio realizado por la Universidad de Chile ha recopilado los reglamentos para el manejo de los desechos sólidos hospitalarios y la gestión ambiental para basura peligrosa o tóxica¹¹. Otros estudios han enumerado las características de toxicidad en el procedimiento de lixiviación de la basura. Incluyendo basuras que puedan lixiviar concentraciones peligrosas de constituyentes tóxicos en aguas subterráneas. En la tabla III-D del anexo III se listan los niveles máximos de contaminación por toxicidad del proceso de lixiviación en aguas subterráneas de terrenos usados para acumular desechos sólidos hospitalarios¹². A pesar que la contaminación del recurso hídrico es efectuada por la disposición inadecuada de los desechos sólidos y no por la descarga directa de los residuos líquidos hospitalarios, la norma es aplicable en cualquiera de los casos.

II.2.3 REPUBLICA DE VENEZUELA.

La Gaceta Oficial de la Republica de Venezuela publicó el miércoles 20 de diciembre de 1995 en Caracas, el instructivo sobre criterios técnicos y procedimientos para el control de la generación y manejo de desechos tóxicos o peligrosos no radiactivos, el cual se dicto en la resolución N° 1158 y 47 para el Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, y el Ministerio del ambiente y de los recursos naturales renovables. El documento lista las concentraciones máximas permisibles de contaminantes en los desechos, las cuales se encuentran en la tabla III-E del anexo III.

¹¹ El Manejo de los desechos sólidos en establecimientos hospitalarios del área metropolitana de Santiago", Arellano Vaganay, J. y otros, 1980.

¹² Apuntes de Ingeniería Ambiental, Dr. Jaime J. Cornejo, Universidad de Santiago de Chile, Instituto del Medio ambiente.

II.2.4 ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.

La legislación de México ha elaborado en colaboración con instituciones gubernamentales y no gubernamentales las Normas Oficiales Mexicanas. Este país ha redactado una serie de documentos diferenciados en la actividad productiva o de servicio a la cual se dedica el generador de desechos. Como resultado de esto, la Norma Oficial Mexicana NOM-029-ECOL-1993 publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de octubre de 1993, establece los límites máximos permisibles de contaminantes en los residuos líquidos hospitalarios.

La NOM establece los límites máximos permisibles promedio diario, los valores, rangos o concentraciones de los parámetros que debe cumplir el responsable de la descarga de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de hospitales. En el anexo IV se presenta la NOM donde se establecen los incisos de cumplimiento para la total reglamentación de esta norma. Las descargas de aguas residuales provenientes de hospitales deben cumplir con las especificaciones que se indican en la Tabla II-4:

Tabla II-4: Límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales provenientes de hospitales (México).

<i>Parámetro</i>	<i>Límites máximos permisibles</i>	
	<i>Promedio diario</i>	<i>Instantáneo</i>
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 (mg/l)	1.0	2.0
Sólidos suspendidos totales (mg/l)	40	60
Materia flotante (mg/l)	Ausente	Ausente
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	1,000	2,000
Cloro libre residual (mg/l)	0.2	0.4

FUENTE: Norma Oficial Mexicana NOM-029-ECOL-1993.

De todos los países en los cuales sé acceso a la información sobre legislación ambiental de desechos peligrosos, en su mayoría se encuentran enfocados en los desechos sólidos, los esfuerzos de reducción de la contaminación se dirigen al manejo integral y disposición final segura de desechos sólidos hospitalarios. Los valores encontrados corresponden a los límites permisibles de los parámetros considerados como indicadores de polución en aguas residuales. Las descargas de aguas residuales son tratadas globalmente, no se especifican los valores para el tipo de agua residual generada por la actividad de la Industria, en pocos casos como México, se realiza una diferenciación de la descarga de aguas residuales, sin embargo, la norma es formulada solo para la descarga de aguas residuales a cuerpos receptores.

En nuestro país, la legislación ambiental se enfoca al establecimiento de normas y reglamentos de aguas residuales, no existen documentos que establezcan los valores de límites permisibles de aguas residuales por tipos de actividades realizadas, la clasificación se limita a las aguas residuales domésticas y las aguas residuales de tipo especial, estas últimas incluyen los residuos líquidos hospitalarios.

CAPITULO III: FUENTES DE GENERACION DE LOS RLHE¹³.

III.1 INTRODUCCION

Los centros de salud son instituciones al servicio público, las actividades que dentro de sus instalaciones se realizan son llevadas a cabo por personal técnico, médico y administrativo. Estas actividades están encaminadas a preservar y restaurar la salud de las personas y en el desempeño de las mismas se generan desechos que pueden ser sólidos o líquidos, comunes o peligrosos.

Los desechos sólidos que se generan en los centros de salud han sido ampliamente estudiados y se han implementado programas para su gestión. El interés de este estudio se centra en los residuos líquidos que se generan en estos centros, enfocándose en los hospitales estatales del Area metropolitana de San Salvador (AMSS).

El primer paso que se realizó es la identificación de aquellas áreas o actividades de los hospitales que generan desechos líquidos contaminados con materiales peligrosos, sean estos microorganismos patógenos, sustancias químicas y/o sustancias radioactivas.

La identificación de estas actividades se realizó a través del estudio de los hospitales, por medio de la investigación bibliográfica, para saber como se encuentra constituido un centro de salud o de atención médica y de la observación en el lugar donde éstas se desarrollan.

La diversidad de actividades que se realizan en los hospitales, ha determinado que el estudio se oriente hacia las actividades que generen residuos líquidos (RL) potencialmente peligrosos o desechos de naturaleza química y/o biológica que constituyen parte de la contaminación de las aguas residuales. Este

punto es el origen de residuos líquidos potencialmente peligrosos, de aquí en adelante se conocerá como una fuente de generación de RLHE dentro del centro de salud.

Para la recopilación de los datos acerca de las fuentes de generación de RLHE y de su manejo se hace uso de formularios y de entrevistas al personal involucrado, además de las observaciones que se realizan en el lugar.

III.2 HERRAMIENTAS PARA DETERMINAR FUENTES DE GENERACION.

Los formularios, entrevistas y las propias observaciones se convierten en las herramientas para determinar las fuentes de generación de RLHE. Los formularios proporcionan información sobre cuáles, dónde y qué cantidades se generan de RL en las actividades dentro de las instituciones, todo a partir de las referencias del personal que trabaja directamente en las fuentes de generación, el resultado es una información directa sobre el desarrollo de las actividades del hospital. La entrevista con el personal que trabaja dentro de la institución, permite ver el grado de conocimiento sobre el tema de la gestión de RL y de cual puede ser el papel del empleado en el manejo de los RLHE. Las observaciones, sirven para conocer el grado de confiabilidad o de compatibilidad que existe entre la información recabada en los formularios y las entrevistas con el personal que trabaja más abiertamente en las actividades que generan RL. Las observaciones ayudan a perfilar si el RL generado en determinada actividad es de naturaleza química y/o biológica peligrosa, o RL común.

III.2.1 FORMULARIOS.

Los formularios son la principal fuente de información, debido a que los datos recopilados a través de este medio provienen del personal que se encuentra más directamente relacionado con la descarga de los desechos. Para obtener los datos

¹³ RLHE: Residuos líquidos provenientes de hospitales estatales del área metropolitana de San Salvador.

de interés dentro de la investigación de campo, se elaboraron cinco formularios para el personal de: áreas administrativas, áreas médicas y técnicos de servicio. La Tabla III-1 muestra la información que cada formulario proporcionará luego de ser completado por el entrevistado. En el anexo V se muestran los formularios utilizados para la recopilación de la información.

III.3 METODOS DE CUANTIFICACIÓN DE LOS RLHE.

Los métodos para determinar las cantidades de aguas residuales que se descargan en un centro de salud se determinan a partir de datos de consumo de agua potable, considerando que el 80% del agua que se consume se convierte en agua residual.

III.3.1 METODOS DE CALCULO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE.

Entre los métodos para determinar los consumos de agua potable se encuentran los métodos directos y los métodos indirectos.

- Los métodos directos proporcionan un valor directo del consumo de agua potable, el cual puede ser obtenido a través de aforos o facturaciones.
- Los métodos indirectos proporcionan un valor estimado del consumo de agua potable, el cual puede ser obtenido de métodos matemáticos como la estimación de consumo por frecuencia de uso de aparatos sanitarios por persona por día o la estimación de consumo por frecuencia de uso de aparatos sanitarios por día.

III.3.1.1 METODOS DIRECTOS PARA DETERMINAR EL CONSUMO DE AGUA POTABLE.

a) Aforos.

Este método es el que nos brinda un dato más exacto y consiste en medir directamente el consumo de agua potable haciendo uso de algún aparato de medición.

Tabla III-1: Formularios, descripción de la información a recopilar.

Formulario	Dirigido a	Información a recopilar
1	Administración de los hospitales	Nombre de la institución, dirección, tipo de edificación, área de construcción y zonas verde, numero de consultas externas por día, numero de camas de hospitalización, numero de camas ocupadas, factor de ocupación de camas, numero de personal en las diferentes áreas de servicio.
2	Dirigido al personal técnico: tecnólogos médicos, enfermeras y enfermeros, personal de laboratorio, auxiliares de limpieza.	Grado de concienciación y de conocimiento sobre la gestión de los residuos líquidos, como por ejemplo, normas para el manejo de RL, seminarios y/o capacitaciones al personal sobre manejo de los residuos líquidos, normas de higiene y seguridad ocupacional en el centro de trabajo.
3	Personal de mantenimiento	<p>Información del sistema de agua potable: número, ubicación y condición de acometidas, tipo y condición de medidores en acometidas, planos del sistema de distribución de agua, sistemas de bombeo, existencia de tanques cisterna para el almacenamiento de agua, consumo de agua facturados.</p> <p>Número y tipo de aparatos sanitarios como: inodoros, lavamanos, duchas, mingitorios, fregaderos, grifos, lava patos, lavadoras, lavabos, pocetas.</p>

.... Continuación

Tabla III-1: Formularios, descripción de la información a recopilar.

3	Personal de mantenimiento	Información del sistema de aguas residuales como: planos del sistema de descarga de aguas residuales, condición y ubicación de tuberías de descarga de vertidos, existencia de plantas depuradoras de vertidos.
4	Departamento de limpieza	Identificar las normas de trabajo que el personal del departamento ejecuta durante las jornadas de limpieza de las diferentes áreas del hospital. Acciones de emergencia o procedimientos especiales para la limpieza de derrames de sustancias de naturaleza química y/o biológica peligrosa, normas de higiene y seguridad Ocupacional para los trabajadores que se encuentran expuestos a las salpicaduras de secreciones humanas, principalmente si están destacados en secciones de pacientes con enfermedades infectocontagiosas, evaluación de la actual descarga de los residuos líquidos generados por la limpieza de las áreas del hospital.
5	Áreas, actividades o servicios son los que generan residuos líquidos	Identificar los diferentes contaminantes que dichas áreas descargan al sistema de drenaje de aguas residuales.

FUENTE: Elaboración propia

Cuando no se dispone de un aparato de medición particular que nos permita obtener el dato de consumo de agua de una instalación, la medición de este consumo se puede realizar tomando las lecturas de los medidores que la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) coloca en las acometidas que abastecen a la instalación, si dicha instalación recibe el servicio de ANDA.

También existe la posibilidad que los medidores de ANDA se encuentren instalados, pero no estén funcionando o estén en mal estado, en este caso es necesario buscar otra forma para conocer el consumo de agua potable.

b) Facturaciones

Si la instalación recibe el servicio de agua que presta ANDA, el consumo de agua se puede determinar a partir de datos de facturación. El inconveniente que presenta este método es que si el medidor no funciona o se encuentra en mal estado, el dato de la facturación no es un dato real, sino que es un estimado o un promedio y muchas veces se encuentra muy alejado del consumo que realmente tiene la instalación.

III.3.1.2 METODOS INDIRECTOS PARA DETERMINAR EL CONSUMO DE AGUA POTABLE.

a) Métodos de estimaciones de consumo según frecuencia de uso de aparatos sanitarios por persona por día en hospitales.

Este método se basa en la estimación del número de veces (frecuencia) que cada persona emplea un determinado artefacto sanitario en un día, para luego aplicar a esa frecuencia los consumos unitarios de la tabla VI-A del anexo VI. La frecuencia de uso de cada aparato sanitario se encuentra en las tablas VI-B y VI-C del anexo VI. El cálculo del consumo se realiza aplicando la siguiente ecuación:

Donde:

- Consumo: es el consumo de aparatos del mismo tipo.
- Numero de artefactos sanitarios: es el numero de artefactos sanitarios de cada área o servicio.
- Consumo unitario: es el valor de consumo por artefacto obtenido de la tabla VI-A del anexo VI.
- Frecuencia de uso del artefacto: es la frecuencia de uso de cada aparato sanitario por día obtenido de la tabla VI-D del anexo VI.

El consumo total es el consumo de todo los artefactos sanitarios de un área o servicio.

III.4 CALCULO DEL CONSUMO DE AGUA EN HOSPITALES ESTATALES DEL AMSS¹⁴.

En el Área Metropolitana de San Salvador se encuentran 37 hospitales de los cuales 8 son hospitales públicos. De éstos cuatro hospitales prestan servicio general y los otros cuatro son de especialidad. La Tabla III-2 muestra la información sobre el tamaño y tipo de servicio de estos hospitales.

El tamaño de un hospital generalmente se expresa como número de camas o capacidad para atender. Como podemos observar en la Tabla III-2 el hospital de mayor tamaño es el Hospital Rosales, el cual presta servicio general. El de menor tamaño es el Hospital Nacional San Bartolo que también presta servicio general.

Entre los hospitales de especialidad el de mayor tamaño, en cuanto a número de camas es el Hospital Psiquiátrico, el que le sigue en tamaño es el Hospital Nacional de Maternidad. Los otros dos hospitales presentan un tamaño similar.

¹⁴ Area metropolitana de San Salvador.

Se realizó un estudio de caso en tres de los ocho hospitales estatales del AMSS, los cuales se denotan como Hospital A, Hospital B y Hospital C. El Hospital A y el Hospital C son hospitales generales y el Hospital B un hospital de especialidad.

Tabla III-2: Información general de los hospitales estatales del AMSS.

No.	Nombre de la Institución	Especialidad	No.de camas	Dirección
1	Hospital Nacional San Bartolo	General	60	Final Cl. Fco. Mdez. Z. Franca San Bartolo.
2	Hospital San Rafael	General	220	Final 4ª Cl. Ote. No. 9-2
3	Hospital Nacional Zacamil	General	230	Col. La Ermita y Av. Castro Morán.
4	Hospital Nacional Benjamín Bloom	Pediatría	289	25Av. Nte. Y Final 29 Cl. Pte.
5	Hospital Neumológico	General y Neumología	292	Carretera a Planes de Renderos Km 8 ½
6	Hospital Nacional de Maternidad	Ginecología	308	1ª Cl. Pte y 25 Av. Nte.
7	Hospital Psiquiátrico	Psiquiatría	400	Carret. a Totonacatepeque, Soyapango.
8	Hospital Rosales	General	489	Final Cl. Arce y 25 Av. Nte.

FUENTE: Elaboración propia

El consumo de agua de los hospitales se determinó como un consumo diario. Para realizar el cálculo de este consumo de agua en los tres hospitales antes mencionados se hizo uso de los métodos de estimación siguientes:

- Por la frecuencia de uso de aparato sanitario por persona por día.
- Por la frecuencia de uso de artefacto sanitario por día.

El método de aforo fue descartado, pues se realizaría tomando las lecturas de los medidores de ANDA, pero en ninguno de los hospitales en estudio estos medidores se encontraban en buen estado. Las facturaciones, por lo tanto

presentan valores estimados o promedio de consumo. En estudios realizados anteriormente en hospitales del AMSS se comprueba que el valor de consumo de agua calculado según la frecuencia de uso aparato sanitario por persona por día, utilizando el factor de ocupación del hospital, se acerca bastante al valor obtenido haciendo uso de medidores, por lo que se utiliza este método para el cálculo de consumo de agua en los hospitales.

III.4.1 CANTIDAD CALCULADA POR LA FRECUENCIA DE USO DE APARATO SANITARIO POR PERSONA POR DIA.

El resultado obtenido por este método es una estimación del consumo real de agua en una instalación. Este valor se aproxima bastante al obtenido por el método de aforo cuando se utiliza el factor de ocupación del hospital. En la tabla VI-E del anexo VI se muestra la información de los hospitales necesaria para realizar el cálculo, se obtiene que el factor anual promedio de ocupación de los hospitales estatales del AMSS es de 84.7% aproximadamente.

Para aplicar este método hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El personal de enfermería que permanece constantemente en el hospital es 2/3 partes del total (aplicado el factor anual de ocupación), debido a los turnos rotativos; no así para el caso de los médicos permanentes (residentes) ya que la mayor parte de ellos se ausenta pocas horas del hospital.
- El agua para limpieza, riego de jardines y parqueo se calculó basándose en el área del hospital y no al porcentaje de ocupación.
- El empleo de aquellos aparatos de uso frecuente.

La información de número de personas en los hospitales mostrada en la tabla VI-E del anexo VI es para un factor de ocupación de 100%, para obtener el valor a

utilizar en la ecuación para el cálculo del consumo estos datos tienen que multiplicarse por el factor anual de ocupación que se presenta en la misma tabla.

Las actividades más frecuentes que consumen agua son las siguientes: uso de inodoros, lavamanos, duchas, consumo de agua en comidas y en el lavado de ropa, además se toma en cuenta el consumo de agua en las actividades de limpieza y riego. Para una mejor comprensión del método se realiza como ejemplo el cálculo del consumo de agua en el Hospital C mostrada en la memoria de calculo del anexo VII. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla III-3:

Tabla III-3: Consumo de agua calculados para hospitales estatales por el método de frecuencia de uso de aparatos sanitarios por persona por día (Método 1).

Hospital	Consumo de agua (m ³ /día)
Hospital A	571.87
Hospital B	416.4
Hospital C	225.24

FUENTE: Elaboración propia.

III.4.2 CANTIDAD CALCULADA POR LA FRECUENCIA DE USO DE ARTEFACTO SANITARIO POR DIA.

Para realizar este cálculo se necesita conocer el tipo y número de artefactos sanitarios que se tiene en las diferentes áreas del hospital.

En el anexo VIII se presenta la distribución de artefactos sanitarios por área para los tres hospitales en estudio. También es importante tomar en cuenta el agua que se consume en las actividades de lavado de ropa, por ello en la tabla VI-F del anexo VI muestra el número de lavadoras que disponen estos hospitales.

En lavandería la ropa sucia se clasifica de diferentes formas para el proceso de lavado, por ejemplo se clasifican por prendas, así las sábanas no se lavan junto con las batas; también se clasifican según el grado de contaminación, ya sea como liviana, sucia o contaminada y dependiendo de esta clasificación así es el proceso de lavado que se aplica, obviamente la ropa contaminada requiere una mayor cantidad de agua y tiempo para el lavado. También se clasifican por color.

En este método se estima un consumo para cada área física del hospital aplicando la Ec. (2) que involucra el número de aparatos sanitarios, la frecuencia de uso diario y el respectivo consumo unitario de cada aparato sanitario. La memoria de cálculo se presenta en el anexo VII.

La suma de los consumos de todas las áreas nos da el consumo total del hospital, en este se incluye el consumo de agua en limpieza y riego que se obtiene también en función del área del hospital

En el anexo VIII se muestran las cantidades de consumo de agua calculada para cada área de los hospitales, utilizando este método. Los resultados obtenidos de consumo total se presentan en la Tabla III-4.

Tabla III-4: Cantidades de consumo de agua calculadas por frecuencia de uso de aparato sanitario por día (Método 2).

Hospital	Consumo de agua (m ³ /día)
Hospital A	744.02
Hospital B	489.22
Hospital C	421.45

FUENTE: Elaboración propia

Si se comparan los resultados obtenidos por los dos métodos de cálculo empleados encontramos una gran diferencia, como se muestra en la Tabla III-5. El Método 1 proporciona valores menores que los que se obtienen con el Método 2, la menor diferencia se da en el Hospital B. En este hospital es necesario mencionar

que en el Método 1 para el lavado de ropa se considera que el consumo de agua es 3.5 veces el consumo normal empleado para los otros dos hospitales, en cambio el Método 2 se aplica en igual forma a los 3 hospitales.

Estos métodos se emplearon en un trabajo de investigación para determinar los Lts/cama/día que se consumían en hospitales del AMSS¹⁵. En este trabajo se comprueba que el Método 1 se aproxima bastante al valor de consumo obtenido mediante aforo o utilizando medidores, esto no ocurre con el valor calculado por el Método 2 existiendo en algunos casos diferencias exageradas lo que nos hace considerar a los valores obtenidos por el Método 1, presentados en la Tabla III-3, como los consumos de agua reales de dichos hospitales.

Tabla III-5: Comparación de los consumos de agua en hospitales calculados por el Método 1 y el Método 2.

Hospital	(m ³ /día)		
	Método 1	Método 2	Diferencia
Hospital A	571.87	744.02	172.15
Hospital B	416.4	489.22	72.82
Hospital C	225.24	421.45	196.21

FUENTE: Elaboración propia

III.5 CALCULO DE LAS CANTIDADES DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS.

La cantidad de agua residual que se genera en los centros hospitalarios se calculó como el 80% del agua de consumo que se utiliza en los mismos. Para este fin se utiliza el dato que se presenta en la Tabla III-3, calculado por la frecuencia de uso de aparatos sanitarios por persona por día.

¹⁵ Aguirre Roque, E. L. y otras (2000).

Las aguas residuales que se generan en los hospitales van cargadas con una diversidad de contaminantes, que pueden ser desechos comunes, material orgánico contaminado con microorganismos patógenos y/o sustancias químicas. El tipo de contaminante que lleve depende del área de donde proviene dicha agua residual, por ejemplo la mayor parte de sustancias químicas provienen del área de diagnóstico. Por esta razón es necesario conocer qué cantidades de agua residual se descarga de cada una de las áreas y tener una idea de cuánta contaminación se está generando en éstas.

La Tabla III-6 muestra las cantidades totales de agua residual que se generan en estos hospitales, que provienen de las diferentes áreas y servicios y son descargadas a la red de alcantarillado. La contaminación es diversa y se vierten sin ningún tipo de tratamiento, salvo pequeñas cantidades contaminadas biológicamente, las cuales reciben tratamiento de desinfección previo a su descarga.

Tabla III-6: Cantidad total de agua residual generada.

Hospital	Consumo de agua (m ³ /día)	Cantidad de Agua Residual(m ³ /día)
Hospital A	571.87	457.5
Hospital B	416.4	333.12
Hospital C	225.24	180.19

FUENTE: Elaboración propia

III.5.1 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE LOS HOSPITALES ESTATALES.

Por la estructura organizativa que presentan los tres hospitales que se han seleccionado, podemos identificar que los hospitales estatales básicamente se organizan de la misma forma, así como se muestra en la figura 2.

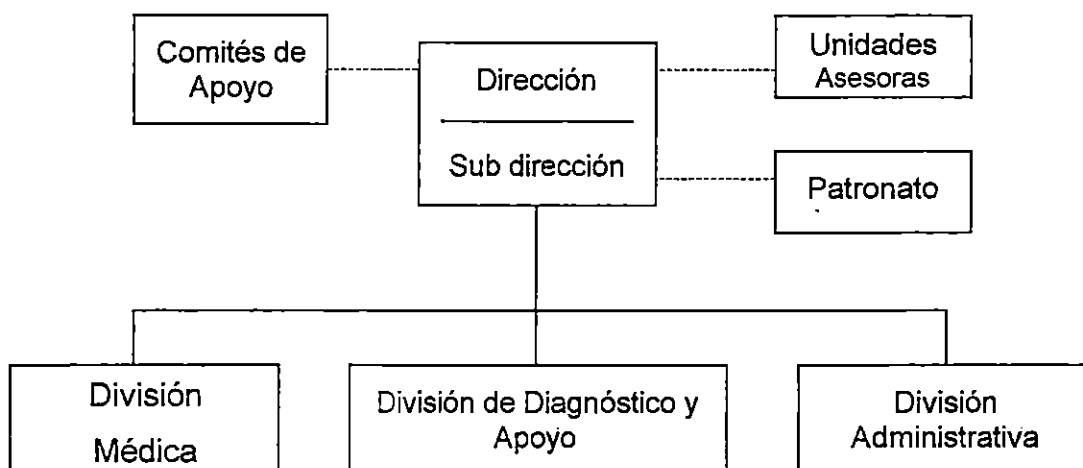


Figura No. 2: Estructura organizativa de hospitales estatales del AMSS.

Para poder caracterizar las aguas residuales que se generan de las diferentes actividades que se realizan en el hospital se necesita determinar la distribución de dichas aguas residuales en los hospitales. Para ello se divide a los hospitales en tres secciones, esto basándose en la estructura organizativa de los hospitales y en base al tipo de actividad realizada identificando posteriormente para cada una el tipo de contaminante que se genera. Estas secciones comprenden:

- a) División médica.
- b) División de diagnóstico y apoyo.
- c) División administrativa.

Cada una de estas áreas también se subdivide de acuerdo a las actividades que se desempeñan dentro del hospital. A continuación se describe en forma breve la función de cada una de estas tres secciones.

a) División médica.

Dentro de la división médica se encuentran todos aquellos departamentos cuya actividad está directamente relacionada con el paciente. Se compone generalmente por los siguientes departamentos:

➤ Departamento de cirugía.

Es el encargado de coordinar las diferentes evaluaciones de los procesos mórbidos que afectan al paciente y que culminan dentro de su tratamiento, en un acto quirúrgico para el restablecimiento de su salud.

➤ Departamento de medicina.

Este se encarga de coordinar las diferentes evaluaciones de los procesos mórbidos que afectan al paciente y que conllevan a un tratamiento médico ambulatorio o invasivos.

➤ Consulta externa.

Es el sector encargado de brindar atención integral de salud al paciente ambulatorio. Tiene por objeto valorar, diagnosticar y prescribir los tratamientos en los diferentes campos de la especialidad médica, para la pronta recuperación del paciente, contando para ello con el apoyo de métodos auxiliares de diagnóstico, tratamiento y hospitalización si el caso lo amerita.

➤ Departamento de enfermería.

Es el responsable de la planificación, administración y evaluación de los servicios de enfermería, teniendo como objetivo la promoción de la salud, la prevención de enfermedades, el cuidado de los enfermos y su rehabilitación, es decir la función propia es la de prestar cuidados al paciente.

➤ **Unidad de emergencia.**

Tiene como función atender pacientes adultos y niños con padecimientos de presentación súbita que comprometen su integridad y su vida, por lo que requiere una atención inmediata. Funciona las 24 horas del día y la permanencia de los pacientes no debe ser mayor a 48 horas.

El departamento de enfermería, las oficinas de jefatura de la división, médicos residentes se agrupan como oficinas y otros dentro de la división. Las oficinas de jefatura de cada departamento se agrupan dentro del mismo departamento.

b) División de diagnóstico y apoyo.

Es el conjunto de servicios debidamente equipados, cuya función principal es la de apoyar al médico para realizar exámenes y estudios que precisen sus observaciones clínicas, para obtener o confirmar un diagnóstico, como parte inicial del tratamiento, entre ellos se tiene:

➤ **Departamento de diagnóstico.**

Es el encargado de facilitar el diagnóstico médico del paciente, mediante pruebas de laboratorio y de gabinete. Entre las de gabinete se incluyen las pruebas de radiología.

➤ **Departamento de servicios de apoyo.**

Es el encargado de brindar la asistencia en tratamiento y rehabilitación del paciente. Entre estos tenemos la Farmacia, Fisioterapia, Citas médicas, etc.

c) División administrativa.

Esta comprende los departamentos encargados de propiciar, auxiliar y mantener la actividad principal del establecimiento de salud, la cual es la de velar por la salud humana. Entre estos tenemos:

➤ Departamento de mantenimiento.

Este se encarga de desarrollar actividades de mantenimiento propiamente dicho a los equipos biomédicos, electromecánicos y mecánicos en general; en las diferentes áreas de servicio del hospital. Se encarga también de la integridad de la infraestructura.

➤ Departamento de suministros y almacenes.

Su función es la de adquirir, almacenar y suministrar los medicamentos, insumos médicos y artículos en general, necesarios para el desarrollo de las actividades hospitalarias.

➤ Departamento de servicios generales.

Se encarga de coordinar, desarrollar y mantener las actividades de lavandería, limpieza, transporte, vigilancia, telefonía, etc., necesarias para el funcionamiento adecuado del establecimiento de salud.

➤ Departamento de alimentación.

Este es el encargado de velar por la alimentación de los pacientes, preparando y suministrando mediante labores de cocina, los alimentos necesarios para la adecuada nutrición de los pacientes, así como también para el seguimiento de dietas clínicamente recomendadas. En algunos hospitales estatales este departamento se encuentra formando parte del departamento de servicios generales.

➤ Departamento de recursos humanos.

Este es el encargado del reclutamiento y la selección del personal necesario para llevar a cabo las diferentes actividades dentro del establecimiento hospitalario, además se encarga del control de expedientes del personal.

Para efectos de nuestro estudio el departamento de recursos humanos junto con las oficinas y jefaturas que no se comprenden en ninguna de las áreas anteriores, tales como dirección, informática, tesorería, etc. Se agrupan aparte como oficinas y otros.

III.6 DETERMINACION DE LA DISTRIBUCION DE LAS AGUAS RESIDUALES EN LOS HOSPITALES.

La determinación de la distribución de las aguas residuales en los hospitales nos permite conocer cuánta agua se está descargando de las diferentes áreas de dichos hospitales y con ello tener una idea de cuánta agua residual con ciertas características específicas se genera en cada área.

En un hospital los diferentes servicios o áreas se encuentran limitados físicamente, por esta razón un método para estimar la distribución de las aguas residuales dentro de un hospital es basándonos en la forma en que se distribuyen los artefactos sanitarios entre las diferentes áreas, así el número de artefactos que se encuentran en un área determinada depende del número de personas a las que va a servir.

Debido a lo anterior se puede estimar una distribución de las aguas residuales que se vierten de un hospital utilizando la información y los cálculos realizados para determinar el consumo de agua por el número y la frecuencia de uso de aparatos sanitarios por día. En este método, como se muestra en el anexo VIII, se calcula un consumo para cada área del hospital y el consumo total está dado por

la suma de los consumos de todas las áreas del hospital (ver ejemplo en Anexo VII). El porcentaje de agua consumida se obtiene aplicando la ecuación (3).

$$\% \text{ Agua Consumida} = \frac{\text{Consumo en área}}{\text{Consumo total}} * 100 \quad \text{Ec (3)}$$

El método de frecuencia de uso de artefactos sanitarios por día se utilizó únicamente para calcular los porcentajes de agua residual correspondiente a cada área del hospital. Esto se debe a que en estudios anteriores se ha comprobado que el valor de consumo que se estima por este método es mucho mayor que el que realmente se consume¹⁶, por esta razón se ha utilizado solamente en la estimación de los porcentajes de agua que se descarga de las diferentes áreas en base a la distribución de los artefactos sanitarios.

Utilizando estos porcentajes y el valor de consumo total estimado por el método de frecuencia de uso de artefactos sanitarios por persona por día (método 1), se puede estimar una cantidad de agua residual descargada de cada área al multiplicar el consumo de agua de cada área por 0.8, que equivale al 80%.

En el Anexo VII se presenta una memoria de cálculo. Los resultados obtenidos para los Hospitales A, B y C se muestran en el Anexo VIII.

III.7 HOSPITAL A.

Como se puede observar en la Tabla III-7, la División médica es la que genera mayor cantidad de aguas residuales con un 45.98% aproximadamente, luego le sigue la división administrativa con un 40.41% y finalmente la división de diagnóstico y apoyo, que es la que menos genera, tiene un 13.61% del total.

¹⁶ Aguirre Roque, E. L. y otras (2000).

Tabla III-7: Distribución de las aguas residuales del hospital A.

Area	Agua residual generada	
	Porcentaje	m ³
División administrativa	40.41	184.87
División médica	45.98	210.36
División de diagnóstico y apoyo	13.61	62.27
Total	100.00	457.5

FUENTE: Elaboración propia

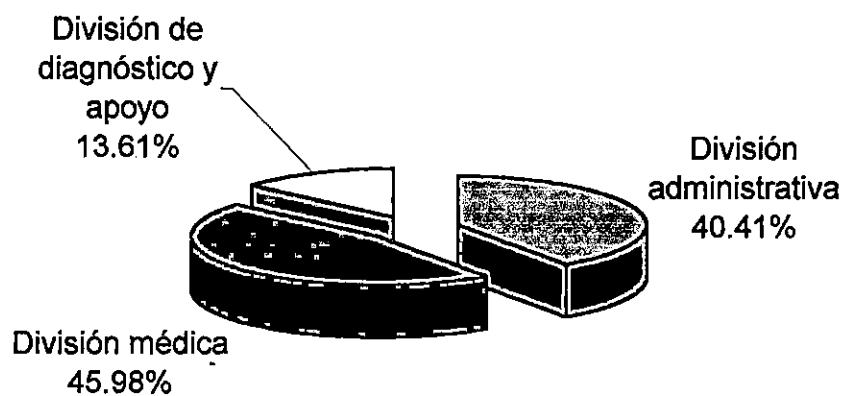


Figura No. 3: Distribución de aguas residuales en el hospital A.

- División administrativa

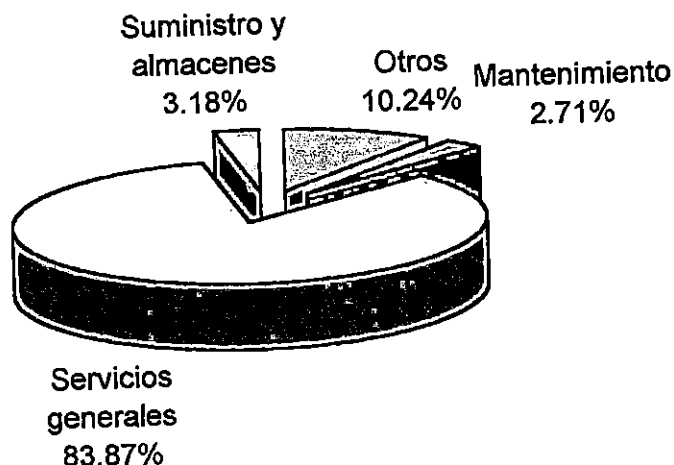


Figura No. 4: Distribución de las aguas residuales en la división administrativa del hospital A.

En la figura No. 4 se puede observar la distribución de las aguas residuales generadas por la división administrativa. El mayor porcentaje lo tiene el departamento de servicios generales donde se genera aproximadamente el 33.89% del total de aguas residuales del hospital. De éstas el mayor aporte viene del proceso de lavandería que comprende el 11.66% del total y del agua generada en el proceso de limpieza y riego de las áreas perimetrales (parqueos, jardines, zonas verdes) el cual constituye un 13.31% del total. Este elevado porcentaje se debe a la gran extensión de las áreas de limpieza y de riego. Juntos estos dos aportes hacen un 24.97% del total de aguas residuales del hospital. El 8.92% restante del agua proveniente de servicios generales es la descargada de las áreas restantes, como cocina y los aparatos sanitarios. El departamento de mantenimiento genera solo el 1.10% del total, una cantidad relativamente pequeña. El resto del agua residual generada en la división administrativa proviene de oficinas o de aparatos sanitarios usados principalmente por empleados.

- División médica

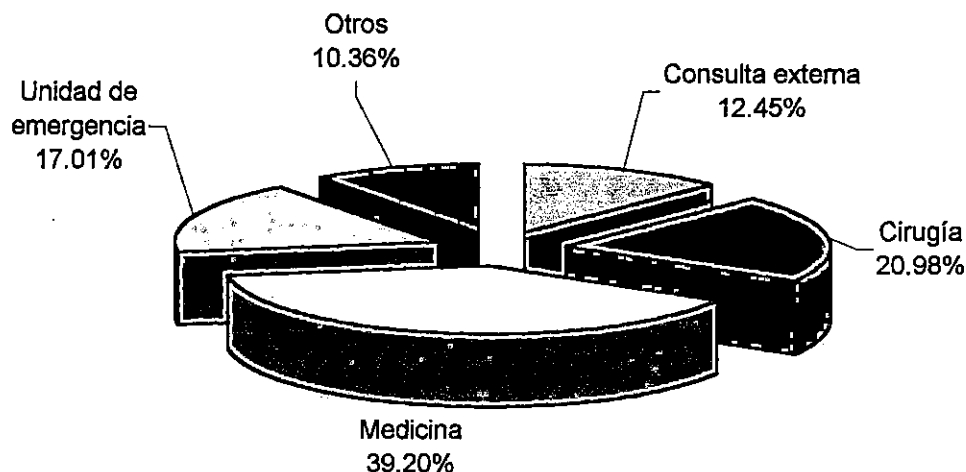


Figura No. 5: Distribución de aguas residuales de la división médica del hospital A.

En la figura No. 5 se puede observar la distribución de las aguas residuales que provienen de la división médica. En ésta la distribución es más uniforme.

El mayor porcentaje es generado en las actividades de atención a pacientes. El 33.4% del total es generado en actividades de consulta externa, cirugía y medicina. El 7.82% del total es generado en la unidad de emergencia y el 4.76% es generado en oficinas y jefaturas de la división médica, de este último porcentaje la mayor parte es generada en la casa de médicos residentes.

El 45.98% del total de agua residual del hospital se genera en esta división y es el área que más genera.

- División de diagnóstico y apoyo

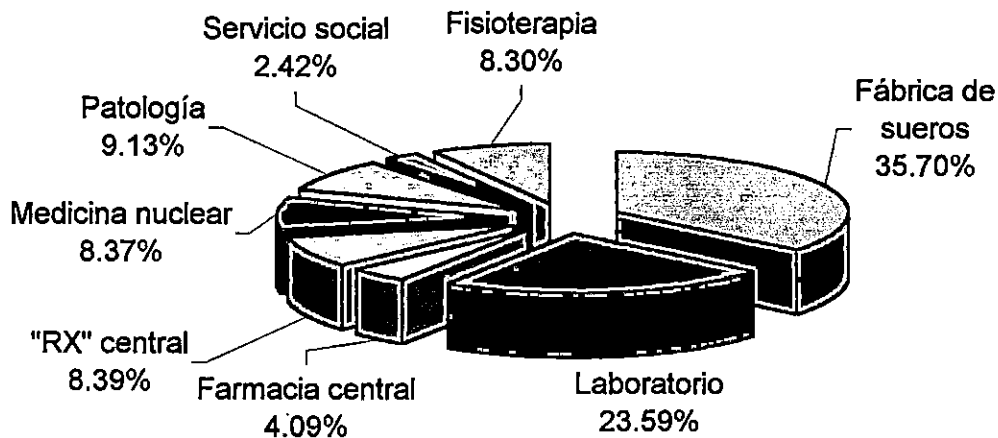


Figura No. 6: Distribución de aguas residuales de la división de diagnóstico y apoyo del hospital A

En la división de diagnóstico y apoyo se genera aproximadamente el 13.61% de las aguas residuales del hospital. La figura No. 6 muestra cómo se distribuyen las aguas residuales que se generan en la división de diagnóstico y apoyo. El mayor porcentaje de esta división se genera en la fábrica de suero la cual descarga un 4.86% del total de agua residual del hospital, que en su mayoría es agua de enfriamiento.

Esta división se divide en servicios de diagnóstico y servicios de apoyo. Entre los de diagnóstico se encuentran el laboratorio clínico, patología, medicina nuclear y radiología, estos hacen un 7.29% del total. Los servicios de apoyo son dados por la farmacia, de la que depende también la fábrica de sueros, el servicio de fisioterapia, servicio social y que juntos hacen el 6.32% del total. En la tabla VIII-L del anexo VIII se presentan los porcentajes totales y cantidades de agua residual de cada una de las áreas presentadas en las figuras No. 3, 4, 5 y 6.

III.8 HOSPITAL B.

Como se puede observar en la Tabla III-8, a diferencia del hospital A, la división administrativa es la que genera mayor cantidad de aguas residuales con un 60.82% aproximadamente, luego le sigue la división médica con un 30.60% y finalmente la división de diagnóstico y apoyo, que al igual que en el hospital A es la que menos genera, tiene un 8.58% del total.

Tabla III-8: Distribución de las aguas residuales del hospital B.

Area	Agua residual generada	
	Porcentaje	m ³
División administrativa	60.82	202.59
División médica	30.60	101.94
División de diagnóstico y apoyo	8.58	28.59
Sub total	100	333.12

FUENTE: Elaboración propia

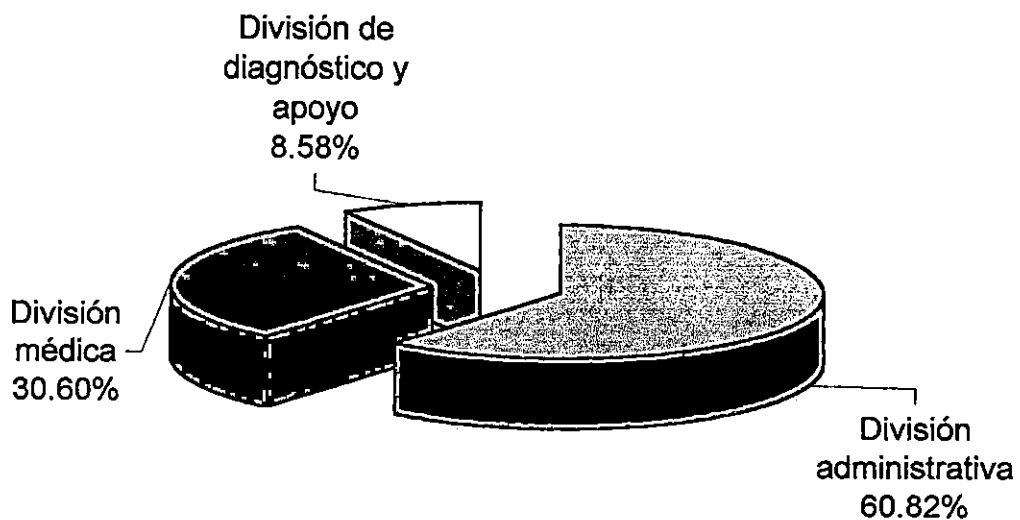


Figura No. 7: Distribución de las aguas residuales del hospital B.

- División administrativa

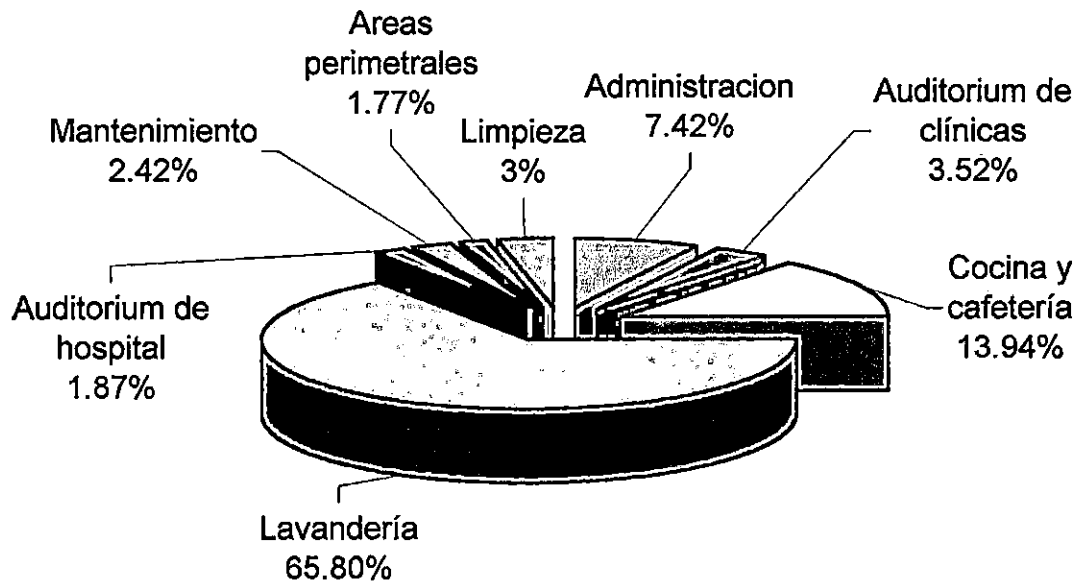


Figura No. 8: Distribución de las aguas residuales de la división administrativa del hospital B.

En la figura No. 8 se muestra cómo se distribuye el agua residual generada en la división administrativa de este hospital. La mayor proporción del agua residual de esta división es generada en lavandería donde se descarga cerca del 40.02% del total de agua residual del hospital. Este elevado porcentaje se debe al proceso de lavado que se lleva a cabo en el hospital como consecuencia del tipo de servicio que presta, ya que la mayor parte de la ropa que se lava está contaminada con sangre. A diferencia del hospital A las actividades de limpieza y de riego generan cantidades relativamente pequeñas, solamente hacen el 3.07% del total.

Se observa como el porcentaje que proviene de cocina y cafetería es considerable y constituye aproximadamente el 8.48% del total. Mantenimiento genera una pequeña cantidad que llega al 1.08% del total. El 7.79% es generado en otras áreas de la división y oficinas de jefatura.

- División médica

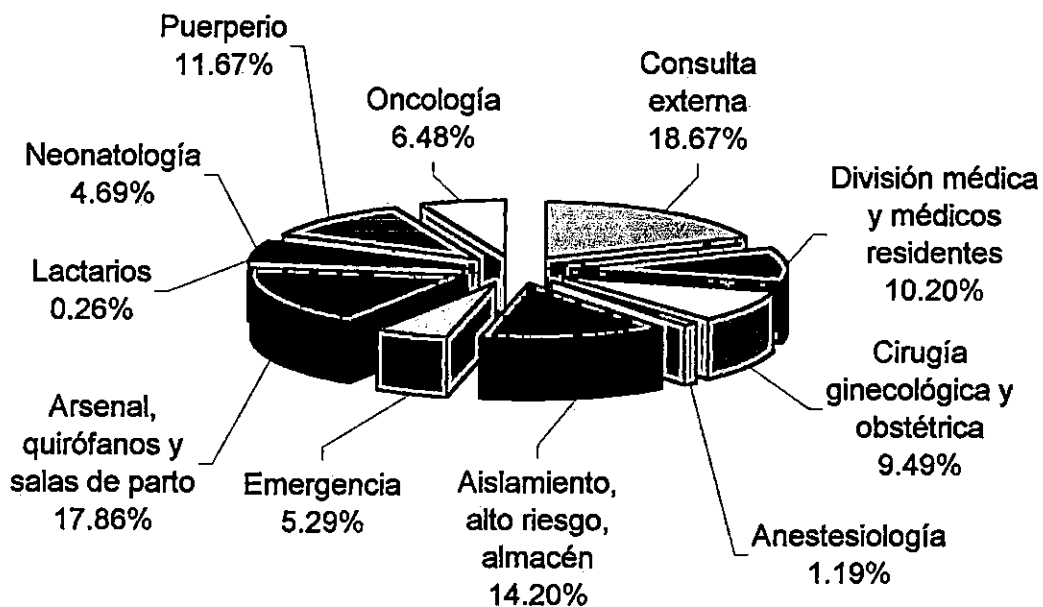


Figura No. 9: Ditrribución de las aguas residuales de la división médica del hospital B

En la división médica se genera el 30.60% del agua residual total, en la figura No. 9 se muestra la distribución de las aguas residuales de la división.

En consulta externa se genera el 5.71% del total. En el área de cirugía y los quirófanos y salas de partos se genera el 8.37% del total. En oficinas y jefaturas y casa de médicos se genera el 3.12% y la mayor cantidad es generada en el área de medicina con un 13.4% del total.

- División de diagnóstico y apoyo

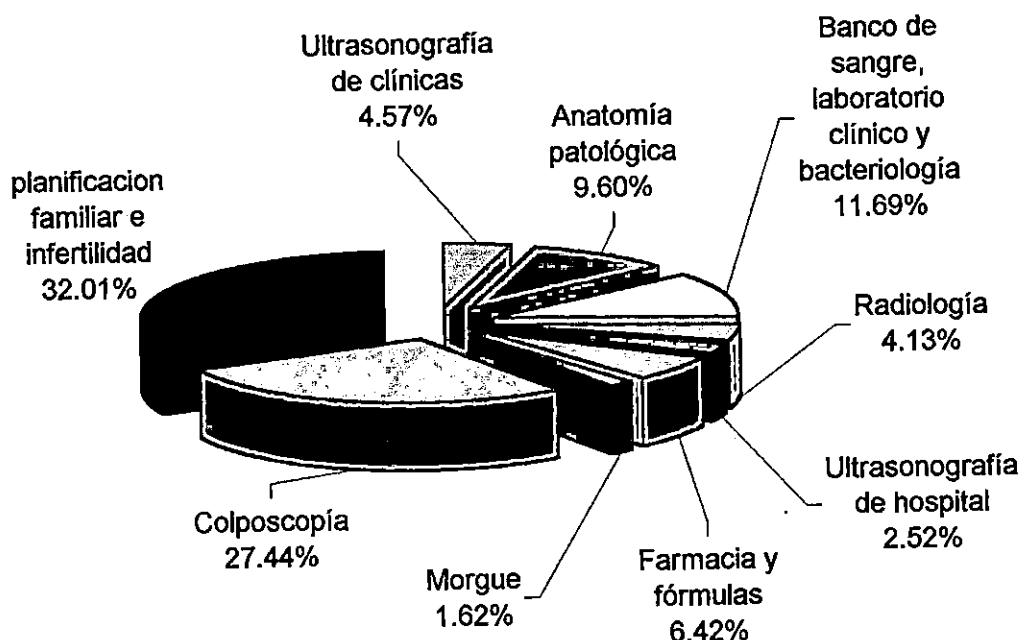


Figura No. 10: Distribución de las aguas residuales de la división de diagnóstico y apoyo del hospital B

La división de diagnóstico y apoyo genera el 8.58% de las aguas residuales del hospital. La figura No. 10 muestra cómo se distribuye este 8.58% entre las diferentes áreas de la división de diagnóstico y apoyo.

Planificación familiar e infertilidad con el 2.75% y colposcopia con el 2.35% son las áreas que más aguas residuales generan en la división, ambas hacen más del 50% del agua generada en la división, el resto de reparte entre las demás áreas y los porcentajes que constituyen de las aguas residuales totales se muestran en la tabla VIII-M del anexo VIII.

III.9 HOSPITAL C.

En la Tabla III-9 se observa que similar al hospital A, la división médica es la que genera mayor cantidad de aguas residuales con un 57.51% aproximadamente, luego le sigue la división administrativa con un 34.31% y finalmente la división de diagnóstico y apoyo que al igual que en los dos hospitales anteriores es la que menos genera y tiene un 8.18% del total.

Tabla III-9: Distribución de las aguas residuales del hospital C.

Area	Agua residual generada	
	Porcentaje	m ³
División administrativa	34.31	61.83
División médica	57.51	103.63
División de diagnóstico y apoyo	8.18	14.74
TOTAL	100.00	180.19

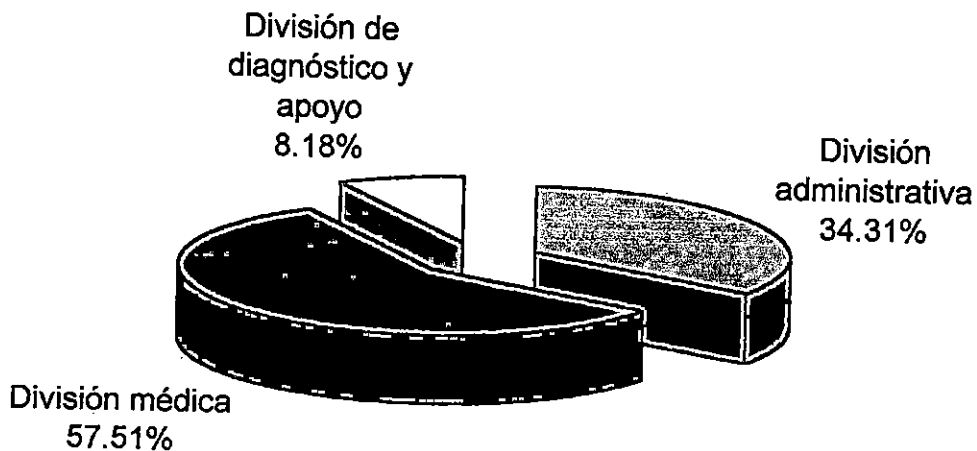


Figura No.11: Distribución de las aguas residuales del hospital C

- División administrativa

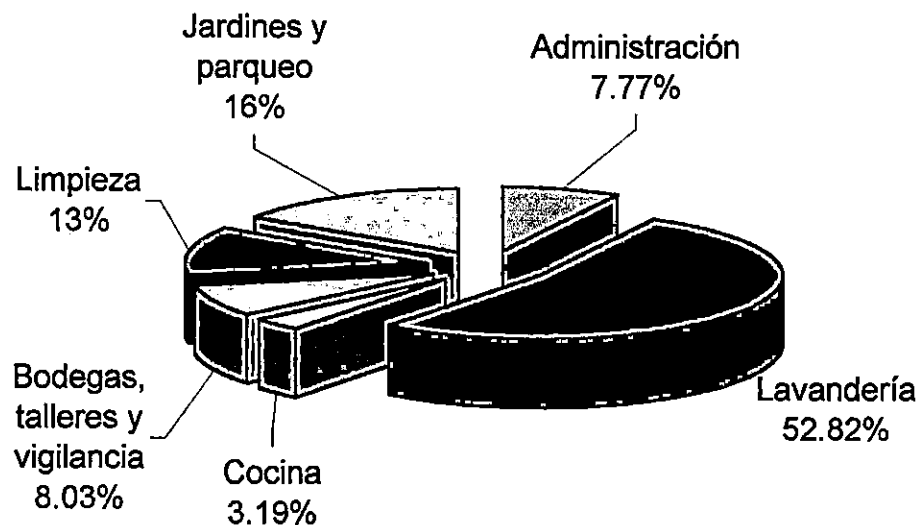


Figura No. 12: Distribución de las aguas residuales de la división administrativa del hospital C.

La división administrativa genera el 34.31% aproximadamente del total de aguas residuales descargadas por este centro de salud. La figura No. 12 muestra la distribución de este 34.31% entre las diferentes actividades de la división. Al igual que en el hospital A y B, el proceso de lavado de la ropa es el que genera la mayor cantidad de aguas residuales de la división. Siempre el área de servicios generales es la que genera casi el 85% de agua residual de esta división. Vemos que la cantidad de agua descargada de las actividades de limpieza y riego son bastante menores que las de lavandería, contrario a lo que ocurre con el hospital A.

En la tabla VIII-N del anexo VIII se muestran los porcentajes totales y la cantidad estimada de agua residual para cada área.

- División médica

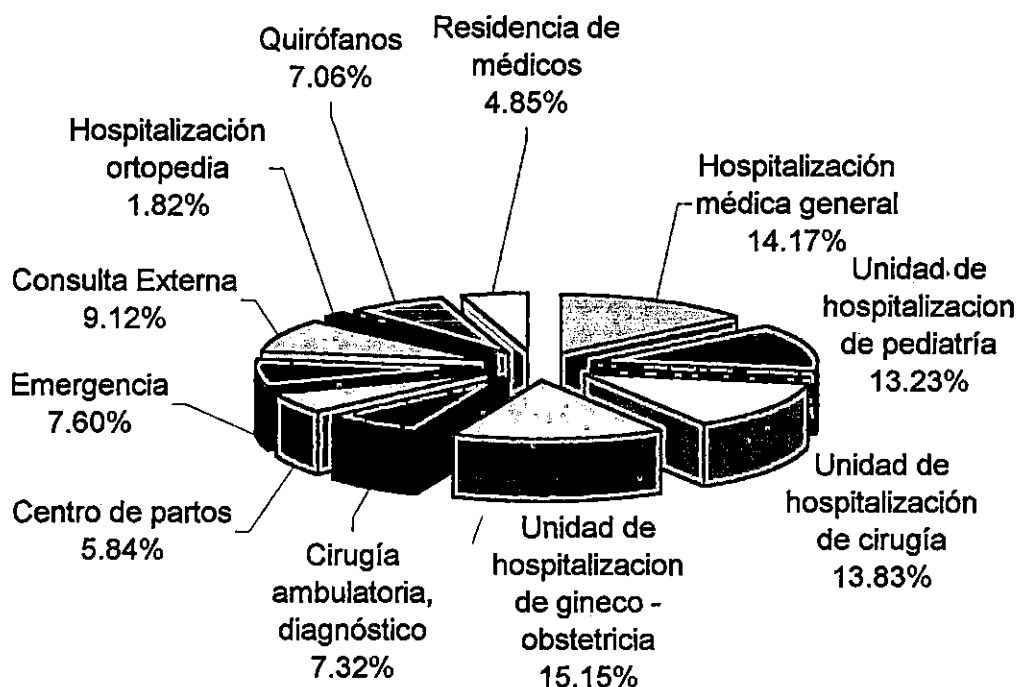


Figura No. 13: Distribución de las aguas residuales de la división médica del hospital C.

En la tabla VIII-N del anexo VIII se muestran los porcentajes de cada una de estas áreas representadas en la figura No. 13 y el porcentaje de total de la división médica. En esta división el mayor porcentaje de agua residual es generado en el departamento de medicina, el cual comprende las áreas de hospitalización. En el departamento de cirugía se encuentran también los centros de parto y los quirófanos.

- División de diagnóstico y apoyo

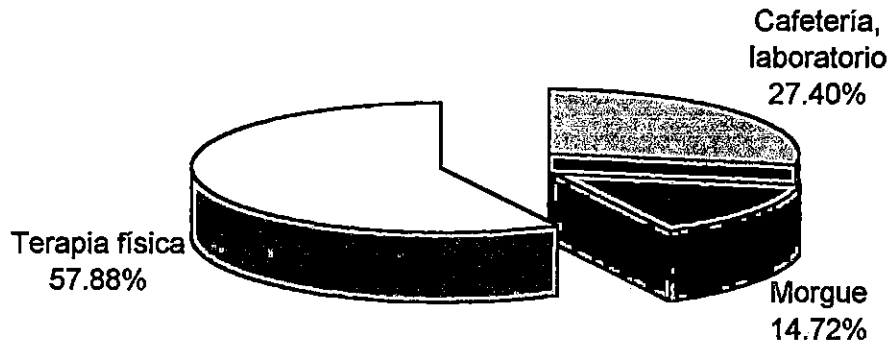


Figura No. 14: Distribución de las aguas residuales de la división de diagnóstico y apoyo del hospital C.

Dentro de la División de diagnóstico y apoyo la terapia física es la actividad que mayor cantidad de agua residual descarga, esto se puede observar en la figura No. 14.

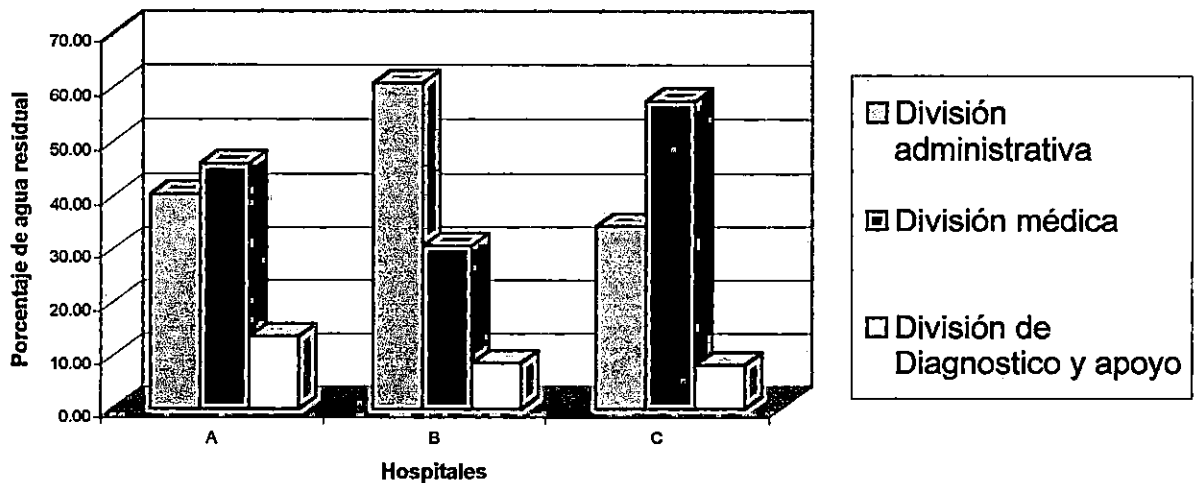


Figura No. 15: Distribución de las aguas residuales en los hospitales A, B y C

Como puede observarse en la figura No. 15 la comparación grafica de los porcentajes de agua residual para cada una de las divisiones en los tres hospitales, la división administrativa y la división medica son las que mayor porcentaje de agua residual generan, en comparación a la división de diagnostico y apoyo para los tres hospitales.

Debe recordarse que el hospital A cuenta con una mayor extensión de terreno y sus instalaciones son más grandes, por lo que la cantidad de agua residual del departamento de servicios generales y por consiguiente la del área administrativa se incrementa en gran medida. También, para el hospital B la mayor cantidad de agua residual proviene del departamento de servicios generales, en este caso, se debe al tipo de servicio que brinda el hospital, el cual genera ropa contaminada con sangre, lo que hace que en el proceso de lavado se requiera mucha más agua de la que normalmente se requeriría.

CAPITULO IV:

GESTION ACTUAL DE LOS RLHE.

IV.1 INTRODUCCION.

Para poder realizar una propuesta para la gestión de residuos líquidos se necesita conocer si estos residuos representan realmente un problema, tanto para la salud de las personas como para el ambiente. Es necesario, por lo tanto realizar una caracterización física, química y biológica de dichos residuos, tomando en cuenta aquellos parámetros que están comprendidos en las regulaciones ambientales vigentes y realizar comparaciones para poder concluir acerca de la situación actual de los residuos líquidos que se generan en los hospitales.

Cabe destacar que el manejo deficiente de los residuos líquidos hospitalarios 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. Para tener una idea del problema que pueden representar los RLHE se deberá conocer qué tipo de contaminantes posee, mediante una identificación de los mismos. Uno de los medios utilizados para la identificación fueron las observaciones de las actividades que se desarrollan y de las sustancias que se utilizan y que son descargadas junto con las aguas residuales.

IV.2 IDENTIFICACION DE LOS CONTAMINANTES GENERADOS EN HOSPITALES ESTATALES DESCARGADOS AL SISTEMA DE DRENAJE.

La división médica es en la que se da la mayor diferencia entre los servicios de los hospitales generales y los de especialidad, por ello se puede dar una diferencia sustancial entre las cantidades de un tipo de desecho específico

generado, así un hospital general da servicios para todo tipo de personas y problema de salud que presenten dichas personas, por lo que sus aguas residuales pueden ir contaminadas con una gran variedad de patógenos provenientes de las personas enfermas que en dicho centro se atiende. Sin embargo, la mayor parte de desechos que se generan en esta área son orgánicos y el tratamiento que se les puede dar es básicamente el mismo, no importando la diversidad de microorganismos presentes.

Las divisiones administrativas y las de diagnóstico y apoyo realizan las mismas actividades en la mayor parte de los hospitales. Por ejemplo, actividades de mantenimiento, de servicios de lavandería, análisis de laboratorio, etc. Por lo tanto es importante identificar qué tipo de contaminante se genera en cada área, para poder definir el manejo que se le puede dar y el tipo de tratamiento que se le puede aplicar de ser necesario.

IV.2.1 DIVISION ADMINISTRATIVA.

La división administrativa se divide de la siguiente forma:

- Departamento de Mantenimiento.
- Servicios Generales
- Almacén y Suministros
- Recursos Humanos

Todas estas áreas generan desechos líquidos comunes, que provienen de personas que laboran en las mismas y se genera poco o nada de contaminación de tipo infeccioso, por lo que el mayor interés de estas áreas es la contaminación de tipo química, la cual es producto de las actividades de mantenimiento, y de servicios generales.

- Departamento de mantenimiento.

Durante el desarrollo de las actividades de este departamento se generan una serie de contaminantes que son descargados junto con las aguas residuales a los sistemas de drenaje del hospital.

La mayoría de estos contaminantes presenta características de peligrosidad, como los solventes de pintura por ejemplo, aunque la cantidad generada puede ser pequeña. En la Tabla IV-1 se presentan algunos de los contaminantes generados por las actividades de mantenimiento en los hospitales.

Tabla IV-1: Sustancias contaminantes encontradas en el departamento de mantenimiento.

Sustancia Contaminante	Procedencia
Thinner-solvente-pintura.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Procesos de pintura. ➤ Lavado de brochas y rodillo.
Soda cáustica	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Limpieza de los sanitarios. ➤ Limpieza de calderas. ➤ Regeneración de resinas de desmineralizadores.
Ácido clorhídrico	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Limpieza de calderas. ➤ Regeneración de resina de desmineralizadores.
Salmuera	<ul style="list-style-type: none"> ➤ regeneración de la resina de suavizadores.
Agua residual purgada de las calderas.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ purgada de las calderas.
Aceites varios	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Procesos de cambio de aceite.
Ácido para serpentines	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Limpieza de aires acondicionados.
Detergente líquido	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lavado de pantallas acrílicas.

FUENTE: Elaboración propia

- Departamento de servicios generales.

Dentro del departamento de servicios generales las actividades que utilizan químicos son las de lavandería y limpieza.

Para el proceso de lavado se utilizan detergentes, secuestrantes, blanqueadores. Estos productos contienen Hipoclorito de Sodio, Cloro orgánico (que desinfecta la ropa) y agentes secuestrantes de dureza y quitamanchas. Las cantidades que se utilizan son bastante grandes y oscilan entre las 60 y las 120 libras diarias en total.

La lejía es la que más se utiliza, se encuentra en todas las actividades de desinfección y en el lavado de la ropa, se emplea a una concentración de 12% de hipoclorito de sodio aproximadamente. En las actividades de limpieza comunes se utiliza detergente y lejía comercial.

El área de cocina también genera desechos, entre los que tenemos los aceites y las grasas. También se utilizan químicos como detergentes y desengrasantes para el lavado de ollas y otros utensilios.

IV.2.2 DIVISION MEDICA.

Esta comprende la contaminación que proviene de todos aquellos departamentos cuya actividad esta directamente relacionada con el paciente, esto es de los departamentos de cirugía, medicina y de consulta externa, que es donde realmente se genera desechos potencialmente peligrosos. Dentro de esta división podemos encontrar contaminación tanto biológica como química.

Contaminación biológica.

Dentro del acto quirúrgico al paciente y su recuperación en los diferentes servicios, así como en los diferentes tratamientos y servicios de atención a pacientes se generan desechos líquidos tales como:

- Líquidos corporales
- Sangre
- Secreciones
- Excretas

Estos desechos se drenan a las alcantarillas, algunos reciben tratamiento de desinfección previo a su descarga, tales como sangre, secreciones y otros líquidos corporales. Las excretas en cambio no reciben tratamiento, ya que sólo se descargan del sanitario.

Contaminación química.

Dentro del acto quirúrgico al paciente y su recuperación en los diferentes servicios, así como en los diferentes tratamientos y servicios de atención a pacientes se generan desechos líquidos tales como los líquidos desinfectantes, entre los que se encuentra la lejía.

El departamento de limpieza es quien se encarga de realizar la desinfección de los materiales e instrumentos quirúrgicos. Estos son colocados en los respectivos recipientes con lejía que dicho departamento proporciona. La Tabla-IV-2 muestra las sustancias utilizadas para limpieza y desinfección durante las actividades realizadas en los hospitales, estas sustancias son utilizadas tanto por el personal del departamento de limpieza como por el personal médico del hospital.

IV.2.3 DIVISION DE DIAGNOSTICO Y APOYO.

La división de diagnóstico y apoyo es la parte del hospital donde mayor diversidad de desechos se generan. Esta se subdivide en:

- Departamento de diagnóstico
- Departamento de servicios de apoyo

Tabla IV-2: Sustancias químicas para limpieza y desinfección usadas en las diferentes actividades realizadas en los hospitales.

Sustancia Contaminante	Procedencia
Detergentes	➤ Lavado de equipo, materiales e instrumentos.
Solución sablón	➤ Lavado y desinfección de equipo, materiales e instrumentos.
Jabón yodado 2%	➤ Limpieza de manos del personal y la aseó de pacientes.
Solución yodada 2%	➤ Lavado previo de pacientes y personal.
Lejía	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Desinfección de los desechos orgánicos previo a su descarga. ➤ Desinfección de equipo, material e instrumentos.
Glutarex: Su componente activo es el Glutaraldehido catalizado,	➤ Desinfección y lavado de equipo, material e instrumentos.
Solución salina 0.9%	➤ Curaciones.
Peróxido de Hidrógeno	➤ Lavados bucales.
Ceticuat: Contiene cloruro de benzalconio, dimetil bencil amonio y alcohol isopropílico.	➤ Esterilización de material e instrumentos
Fenol	➤ Desinfección de superficies, como paredes, pisos, etc.
Residuos de medicamentos citotóxicos: Estos se diluyen en bolsas de suero los cuales no se administran completamente y los restos son descargados al drenaje.	➤ Tratamientos contra el cáncer.

FUENTE: Elaboración propia

IV.2.3.1 DEPARTAMENTO DE DIAGNOSTICO.

Este departamento es el que mayor proporción de desechos peligrosos genera dentro del hospital, comprende las siguientes áreas:

a) Laboratorio clínico y banco de sangre

Es un servicio de apoyo fundamental para el diagnóstico presuntivo o definitivo. Su función es recolectar, analizar y dictaminar el tipo de enfermedades en base a los diferentes estudios hematológicos y microbiológicos.

En el laboratorio clínico se generan tanto desechos biológicos como desechos químicos. Los desechos biológicos son aquellos que resultan del descarte de las muestras a ser analizadas, estas son muestras de sangre, heces, orina, etc. En los laboratorios de análisis microbiológico se utilizan medios de cultivo que al final salen como desechos, algunos de ellos son tratados como desechos sólidos.

Los desechos químicos incluyen todos los reactivos utilizados para realizar los respectivos análisis de laboratorio a las muestras. Estos constituyen una gran variedad de reactivos, los cuales se utilizan en pequeñas cantidades.

Debido a la automatización de estos laboratorios los desechos generados por esta área han disminuido considerablemente, reemplazando a muchos solventes y sustancias químicas que se empleaban anteriormente, así como también disminuyendo los tamaños de las muestras a ser analizadas. La Tabla IV-3 presenta algunos de los reactivos usados en estos laboratorios.

b) Anatomía patológica.

Es el departamento de ayuda al diagnóstico y tratamiento, cuyas actividades principales a desarrollarse son la patología quirúrgica de biopsias y órganos, citología exfoliativa y necropsia.



Tabla IV-3: Algunas sustancias químicas utilizadas en laboratorio clínico.

Contaminante	Área	
	Citogenética	Laboratorio Clínico
Medios de cultivo	X	X
Eter		X
Formol		X
jabón pH neutro		X
Dektol	X	X
Colorantes y reactivos		
Giemsa	X	X
Tripsina	X	X
Hanks	X	X
Buffer	X	X
Wright		X
Fusina		X
Solución de KOH al 10%		X
Alcohol ácido		X
Solución de trabajo de cristal Violeta		X
Alcohol acetona		X
Azul de metileno 3% en agua		X
Rojo de metilo		X
Kovac		X
Solución de safranina		X
Desoxicolato de sodio 10%		X
Solución salina 0.85%		X
Lugol		X
Fenol 5%		X

FUENTE: Elaboración propia

En anatomía patológica se encuentran desechos biológicos como las muestras de tejido de los laboratorios de histología.

Entre los desechos químicos encontramos:

Formalina: Que se utiliza para la conservación de especímenes.

Etanol: Se utiliza alcohol absoluto para la deshidratación y posteriormente en la hidratación de tejidos.

Xilol: se emplea para la limpieza o aclaración de tejidos.

También se utiliza metanol, ácido acético y colorantes además de los productos empleados para limpieza y desinfección. En esta área también se realizan las autopsias, que consisten en llevar a cabo la disección de cadáveres humanos con fines de estudio, para encontrar o comprobar la causa de fallecimiento, así como para propósitos de investigación y enseñanza médica.

c) Departamento de diagnóstico de imagen.

En este tenemos el departamento de radiología. En este departamento se generan desechos químicos tales como las soluciones de revelado fotográfico. Estas soluciones son el revelador y el fijador las que por su composición química presentan riesgos de intoxicaciones.

El fijador normalmente contiene menos del 1% de plata, la cual es removida de las placas durante el proceso de revelado. Estos químicos fotográficos constituyen la mayor corriente de desecho peligroso que aquí se genera. También se utilizan sustancias químicas como materiales de contraste para algunas pruebas especiales los que posteriormente son drenados por los pacientes a través de la orina. En algunos casos esto se realiza dentro del hospital otras veces lo pueden hacer en sus propias casas.

d) Medicina nuclear.

En medicina nuclear se generan también descargas de químicos fotográficos. Además producen residuos de I^{131} de las pruebas de centellografía.

En las pruebas de radioinmunoanálisis se generan restos de suero sanguíneo y residuos de I^{125} . En la realización de diferentes estudios se utilizan marcadores como el Tc 99m, los cuales se preparan generalmente en 10 ml de los cuales se suministran de 2 - 5 ml y el resto se desecha.

IV.2.3.2 DEPARTAMENTO DE APOYO.

Es el encargado de brindar la asistencia en tratamiento y rehabilitación del paciente. Entre estos tenemos la farmacia, fisioterapia, citas médicas, etc. De estos los que tienen interés son los desechos provenientes de farmacia y de fisiatría. Los de farmacia generalmente son medicamentos vencidos, sin embargo estos son almacenados para su posterior disposición.

a) Fisioterapia.

Pertenece al proceso de atención médica que se presta mediante acciones de prevención, diagnóstico y tratamiento; empleando medios físicos para el tratamiento de afecciones neuromusculoesqueléticas, vasculares, etc. Ayuda a prevenir, diagnosticar y tratar la incapacidad física, emocional y psíquica. En los tratamientos de hidroterapia se generan desechos tales como sangre, pus, tejido desvitalizado. Además para la limpieza del equipo se utiliza detergente comercial y lejía. En la Tabla IV-4 se muestran los diferentes contaminantes químicos identificados en las diferentes áreas de la división de diagnóstico y apoyo.

Los análisis de las aguas residuales que se presentan en las tablas VI-G, VI-H, VI-I y VI-J del anexo VI demuestran que la contaminación microbiológica de las aguas residuales está fuera de los límites permitidos para cuerpos receptores. La tabla IV-I del anexo VI, además muestra que los parámetros como sólidos totales, suspendidos y sedimentables también se encuentran fuera de los límites permitidos para cuerpos receptores. Esto implica que si se realizan descargas a cuerpos receptores las aguas residuales deben recibir un tratamiento para disminuir los parámetros que no estén dentro de los límites permisibles.

Tabla IV-4: Sustancias contaminantes de la división de diagnóstico y apoyo.

Contaminante	Area							
	Citogenética	Radiología	Patología	Resonancia	Laboratorio Clínico	Medicina Nuclear	Fisiatría	Fabrica de sueros
Solución salina sobrante(0.1% NaCl)								X
Detergente					X		X	X
Solución de revelado		X		X		X		
Solución fijadora		X		X		X		
Revelador de rollo	X							
Fijador de rollo	X							
Materiales de contraste		X		X		X		
Sulfato de bario		X						
Ácido acético Grado reactivo	X		X					
Formalina			X					
Metanol Grado reactivo	X		X					
Xilol Grado reactivo	X		X					
Residuos de ¹³¹ I						X		
Residuos de ¹²⁵ I						X		
Lejía	X		X		X		X	

FUENTE: Elaboración propia.

IV.4 MANEJO DE LOS CONTAMINANTES DE LAS AGUAS RESIDUALES HOSPITALARIAS.

Como se ha podido identificar, en los hospitales se genera una gran diversidad de contaminantes que van a parar a las aguas residuales. La razón por la cual son consideradas especiales es la peligrosidad de algunos de estos contaminantes, siendo recomendable la implantación de un sistema de manejo adecuado de tales desechos.

La mayor parte de las aguas residuales provienen de las divisiones médica y administrativa. En la división médica la contaminación de mayor importancia la constituyen los desechos infecciosos que son descargados a las redes sanitarias y especialmente de las áreas de aislamiento y alto riesgo. Algunos de estos desechos reciben tratamiento antes de su descarga, el cual consiste en la desinfección química de los mismos, estas sustancias constituyen la contaminación química que se genera en esta división junto con los diferentes sustancias desinfectantes y esterilizantes de instrumental, materiales y superficies de trabajo.

La división administrativa genera la principal contaminación en las áreas de lavandería, descargando sustancias químicas de los procesos de lavado. Los desechos del servicio de limpieza consisten principalmente en sustancias químicas utilizadas para tal tarea, estos también se encargan de manejar algunos de los desechos infecciosos de las áreas de la división médica, principalmente aquellos que reciben tratamiento.

En el departamento de mantenimiento se descarga una gran cantidad de desechos peligrosos como solventes, aceites y otros, los cuales no reciben ningún tipo de tratamiento. La cantidad de aguas residuales generadas son relativamente pequeñas, al igual que las cantidades de los contaminantes descargados, esto abre la posibilidad de colectarlos para su reutilización o tratarlos adecuadamente antes de su descarga.

En la división de diagnóstico y apoyo es donde más diversidad de contaminantes se descarga. A excepción de la dilución de ciertas sustancias químicas y demás desechos descargados al drenaje y del tratamiento de desinfección o esterilización de los desechos potencialmente infecciosos, en esta división no se realiza ningún tipo de tratamiento a los desechos químicos, los cuales son descargados al sistema de alcantarillado como la opción de eliminación, sin tomar en cuenta su peligrosidad.

Especial atención se debe dar a los desechos radioactivos y a los citostáticos, ambos desechos no deben ser vertidos a la red de alcantarillado. En el área de radiología se generan desechos líquidos radioactivos, algunos son vertidos directamente al drenaje, como las excretas y muestras sanguíneas de las personas tratadas y sobrantes de marcadores, otras se almacenan hasta que los niveles de radiación decaigan para luego ser dispuestos al drenaje.

Los desechos citostáticos se generan en las actividades de quimioterapias, los sobrantes en los frascos se disponen como desechos sólidos patológicos, mientras que los que se diluyen en suero para su aplicación, son descargados a la red sanitaria sin previo tratamiento.

Actualmente no se dispone de ningún método cuyos resultados permitan cuantificar de forma individual la magnitud y consecuencias a corto y largo plazo derivadas de la exposición a citostáticos; pero tampoco hay datos para descartar que una exposición a dosis bajas y continua esté exenta de riesgo ya que los efectos pueden ser subclínicos y no ser evidentes durante años de exposición continua. Por ello, el manejo de estos medicamentos debe ser considerado potencialmente peligroso y, ya que hay una opinión unánime de que el riesgo es consecuencia de la exposición del manipulador al citostático, deben establecerse normas de manejo de estos medicamentos cuya finalidad será la de evitar tal exposición.

No existe una normativa dentro del hospital para el manejo de los residuos líquidos como tales, a excepción de los considerados dentro del programa de

desechos sólidos. El personal que trabaja en los laboratorios manipula sustancias peligrosas, utilizando equipo de protección que escasamente cumple con su función, por lo que debe proporcionárseles el equipo adecuado.

IV.5 RESIDUOS PELIGROSOS EN LAS AGUAS RESIDUALES.

A través del estudio del desarrollo de las actividades en los centros de salud, de las entrevistas con el personal mayormente relacionado con la descarga de residuos líquidos y de las observaciones propias durante el diagnóstico de la generación de RLHE, se pudo encontrar la diversidad de materiales peligrosos que se manipulan dentro de los hospitales. La tabla IV-5 presenta los desechos peligrosos más comunes que se generan y su forma de disposición.

Tabla IV-5: Algunos desechos peligrosos generados en los hospitales estatales del AMSS.

Materiales peligrosos	Punto de Generación	Punto de uso y disposición	Disposición común
Quimioterapia y químicos antineoplásicos	Preparado en clínicas o farmacias	* Áreas de cuidado de pacientes * Farmacia	* Disposición como residuos patológicos *Arrojados al alcantarillado sanitario.
Formaldehído	* Patología * Autopsias * Diálisis * Unidades de enfermería	* Patología * Autopsias * Diálisis * Unidades de enfermería	Diluídos y arrojados en los desagües sanitarios

...Continuación..

Tabla IV-5: Algunos desechos peligrosos generados en los hospitales estatales del AMSS.

Materiales peligrosos	Punto de Generación	Punto de uso y disposición	Disposición común
Químicos Fotográficos	* Radiología	* Radiología	* Los reveladores y fijadores son arrojados con frecuencia por los desagües sanitarios * Las placas radiográficas (rayos X) se tiran como residuos sólidos
Solventes	* Patología * Histología * Ingeniería * Laboratorios	* Patología * Histología * Ingeniería * Laboratorios	* Evaporación * Arrojados en los conductos sanitarios
Mercurio	* En todas las áreas clínicas en termómetros, aparatos de medición de presión sanguínea, tubos de cantor * Laboratorios	* Áreas clínicas * Laboratorios	* Los termómetros rotos se colocan en los contenedores para objetos cortantes
Radionucleidos	* Radiación Oncológica	* Radiación Oncológica	Se almacenan y espera a que decaigan. Los líquidos se descargan por el drenaje sanitario.

...Continuación..

Tabla IV-5: Algunos desechos peligrosos generados en los hospitales estatales del AMSS.

Materiales peligrosos	Punto de Generación	Punto de uso y disposición	Disposición común
Soluciones desinfectantes para limpieza	Servicios de limpieza, Infraestructura general, quirófano	*Áreas de diagnóstico *Quirófanos *Infraestructura general	*Dilución, disposición en cloacas, desaguaderos
Mantenimiento: Residuos de aceites Solventes de limpieza Sobrantes de pintura Tubos fluorescentes gastados Desengrasantes Thinner Combustible	Mantenimiento	Mantenimiento	*Residuos Sólidos *Cloacas, desagües

Fuente: Elaboración propia

Como resultado de la falta de clasificación de residuos en la mayoría de los hospitales, muchos de estos materiales peligrosos se mezclan con los residuos sólidos para su disposición en el relleno sanitario o se vierten directamente en los desagües. En cualquier caso, representan una amenaza seria a la salud de los trabajadores y del público. En este punto, aunque fueran separados, la falta de alternativas reales para una disposición adecuada significaría el almacenamiento, creando así, otro tratamiento.

CAPITULO V:

MANUAL PARA LA GESTION INTERNA Y EXTERNA DE LOS RESIDUOS LIQUIDOS HOSPITALARIOS.

V.1 INTRODUCCION.

Los hospitales estatales del área metropolitana de San Salvador generan grandes volúmenes de aguas residuales. Estos hospitales, normalmente utilizan el sistema de alcantarillado o de drenaje como un método de disposición de muchos desechos peligrosos, práctica que no es recomendable, los cuales muchas veces no reciben el tratamiento adecuado antes de su vertido a la red.

La contaminación que presentan las aguas residuales que se generan dentro del hospital depende del área de donde provienen. Se han identificado los principales contaminantes que se generan en las diferentes divisiones de los hospitales y que son descargados al sistema de alcantarillado (Cap. IV), encontrándose en la división de diagnóstico y apoyo la mayor diversidad de ellos.

La mayoría de los hospitales estatales del AMSS descargan sus aguas residuales a la red de alcantarillado de ANDA. Hasta el momento no existe una norma que regule las aguas residuales que se vierten al alcantarillado y es por eso que no existe un control sobre las sustancias y contaminantes que se disponen en él. Sin embargo, el decreto 50 establece algunos límites permisibles de sustancias vertidas al alcantarillado, además se ha delegado a ANDA la creación de la norma para las aguas residuales que se vierten a alcantarillado.

Esto indica que es necesario pensar en cómo controlar la contaminación que se está descargando al sistema de drenajes. Una forma puede ser mediante la instalación de plantas de tratamiento, otra por medio del control de la contaminación en el sitio de generación. En conclusión es necesario establecer un sistema de manejo de estos desechos y es por eso que a través de este manual se presenta

una propuesta de gestión para los residuos líquidos que se generan en los hospitales.

V.2 OBJETIVOS DEL MANUAL.

Objetivos generales:

- Incrementar la seguridad, evitando la exposición de los trabajadores y la comunidad a los peligros de los residuos líquidos que se generan en los hospitales.
- Contribuir con la salud pública, a través del control de esta vía de diseminación de enfermedades.
- Mejorar la calidad del ambiente disminuyendo la contaminación de las aguas residuales que se descargan de los hospitales.

Objetivos específicos:

- Definir procedimientos para implementar el manejo de los residuos líquidos hospitalarios.
- Determinar en forma general los aspectos organizativos, de recurso humano y técnicos operacionales para el manejo de los residuos líquidos hospitalarios.
- Establecer una clasificación de los residuos líquidos hospitalarios.
- Fomentar la implementación de programas de minimización de desechos dentro de los hospitales.

V.3 ALCANCES.

Con la finalidad de controlar y reducir los riesgos para la salud debido a la exposición a los desechos peligrosos, se orienta a la implementación de un sistema

organizado de manejo de los mismos dentro de los hospitales y se consideran 3 aspectos fundamentales:

- a) La organización del sistema de manejo de los desechos.
- b) Los recursos humanos necesarios para la conducción del sistema.
- c) Los aspectos técnicos operacionales relacionados con los residuos líquidos hospitalarios.

El manual presenta los lineamientos generales para el manejo de:

- Los residuos líquidos eliminables con tratamiento previo a su vertido.
- Los residuos líquidos no eliminables a la red de alcantarillado sanitario.

V.4 ASPECTOS ORGANIZATIVOS

Todos los centros de atención de salud deben contar con programas sobre los procedimientos de manejo de desechos, las fases de la organización del sistema de manejo se presentan en la figura No 16, las cuales se describen con detalle a continuación:

a) CONCIENTIZACION Y APOYO DE LOS DIRECTIVOS.

Las autoridades de los hospitales deben reconocer los peligros que representan los residuos líquidos que provienen de las diferentes áreas del hospital y que son descargadas hacia el sistema de alcantarillado o hacia un cuerpo receptor, y reconocer la necesidad de implementar un sistema de manejo que permita mejorar la calidad de las aguas residuales.

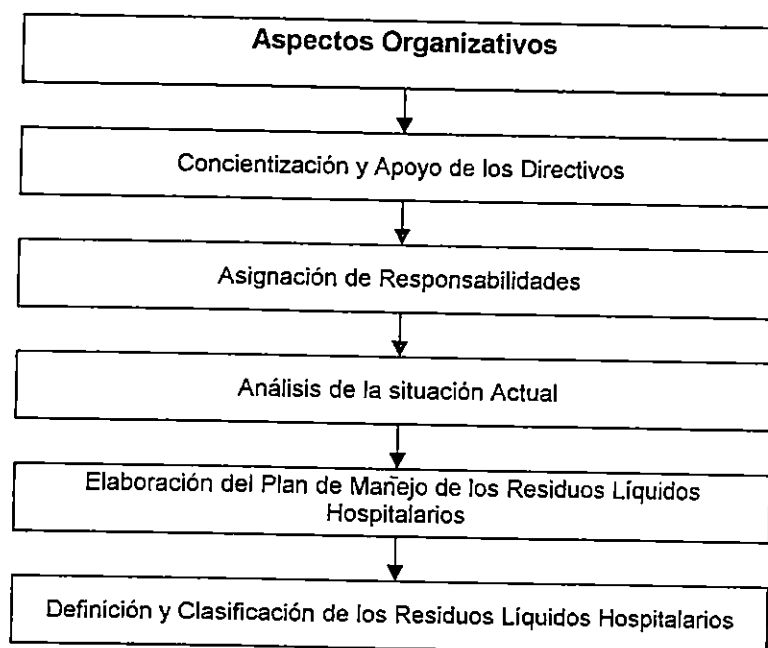


Figura No. 16: Fases de la organización del sistema de manejo de residuos líquidos hospitalarios.

b) ASIGNACION DE RESPONSABILIDADES.

Esta etapa consiste en contratar a una persona profesional responsable, encargado de coordinar las etapas de investigación y análisis de la situación actual. Este deberá informar a las autoridades del hospital de los aspectos esenciales del proyecto.

c) ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL.

A través de este estudio se identificarán y caracterizarán los desechos líquidos generados por cada área y el porcentaje de los mismos que resultan infecciosos, especiales y comunes, su cantidad actual y proyectada, así como la composición de cada uno de ellos.

Es recomendable subdividir a los hospitales por servicios especializados. Los servicios, por razones de riesgo sanitario, están limitados físicamente en el interior de dichos centros.

Esta delimitación física determina también los puntos de generación de desechos. La complejidad del hospital determina las características de los desechos peligrosos que se generan. Por otra parte, la cantidad depende más del número de consultas que de la complejidad del sistema.

La caracterización se basa en análisis físicos, químicos y biológicos. Estos análisis tienen finalidades distintas y varían de acuerdo a las necesidades de las operaciones básicas que se van a realizar en el manejo de estos desechos, como son la minimización, reciclaje, transporte, tratamiento y disposición final.

Como se puede observar en los análisis de las aguas residuales presentados en el anexo VI de este trabajo, éstos no reflejan la realidad de los contaminantes que se descargan de los hospitales, por ello para caracterizar las aguas residuales se recomienda que el muestreo se realice para las aguas que provienen de cada área y para los contaminantes específicos identificados.

d) ELABORACION DEL PLAN DE MANEJO DE LOS RESIDUOS LIQUIDOS HOSPITALARIOS.

La gestión de residuos en un centro de atención de salud se inicia con la formulación de los objetivos y la planificación de las acciones a tomar. Un plan escrito es la evidencia tangible de un compromiso serio para manejar los residuos infecciosos y peligrosos de manera segura. La planificación debe considerar la estrategia a seguir, la asignación de recursos según las prioridades identificadas y las acciones de seguimiento. La planificación es fundamental para motivar a las autoridades, personal de salud y público en general.

Es importante establecer un programa de aseguramiento y control de calidad del sistema de manejo de residuos que esté de acuerdo con el plan de gestión desarrollado. El programa involucra tres fases:

1. El desarrollo de políticas y procedimientos

2. Su implementación
3. Su verificación.

El objetivo es asegurar el apropiado manejo de los residuos líquidos en los hospitales. Una vez que las políticas y procedimientos del programa han sido implementados, es esencial establecer un procedimiento de verificación y seguimiento del cumplimiento de lo establecido.

El conocimiento de la cantidad y composición de residuos líquidos generados es básico para identificar oportunidades de implantar programas de reúso, reciclaje y minimización, así como para fijar metas orientadas a reducir los costos del manejo de residuos.

Los lineamientos técnicos y de política deberán ser de aplicación práctica y directa, con fundamentos y objetivos claros y etapas claves para alcanzar tales objetivos. En resumen, un plan de manejo de residuos líquidos para un hospital deberá considerar los siguientes aspectos:

- Asignación de las responsabilidades del personal involucrado en el manejo.
- Definición de la estructura de manejo y jerarquías en dicha estructura.
- Evaluación de la generación y composición de residuos.
- Elaboración y desarrollo del plan de manejo. El plan debe:
 - Contener los procedimientos usuales así como las propuestas para mejorar el manejo de residuos.
 - Ser preparado por la persona o comité responsable de la vigilancia del manejo de los residuos líquidos.
 - Para todos los procedimientos se deberá precisar las responsabilidades individuales del personal involucrado.

- Ser aprobado por el administrador de la organización responsable del planeamiento.
- Ser actualizado regularmente.
- Implantación del plan de manejo.
- Seguimiento y evaluación.

Asimismo, el plan de manejo de residuos debe contener un plan de contingencia para accidentes que incluya las siguientes acciones:

- Avisar al personal encargado de la seguridad ocupacional en el hospital.
- Aislar el área del accidente.
- Notificar a la autoridad correspondiente.
- Identificar a la persona responsable del accidente.
- Identificar el peligro o las sustancias peligrosas.
- Utilizar equipo de protección personal.
- Preparar e implementar plan de acción
- Aplicar el plan de acción:
 - descontaminación del área
 - disposición de los residuos de limpieza
 - documentos del evento
 - control.

Asignación de responsabilidades.

Las personas responsables de la implementación de los programas sobre los procedimientos de manejo de los desechos líquidos deben estar bien identificadas y esos procedimientos deberán ser conocidos por todo el personal relacionado con el manejo de desechos, no sólo por los de mayor jerarquía, a fin que el manejo sea seguro y no ponga en riesgo a la comunidad intra y extra hospitalaria. Los médicos, personal técnico y auxiliar, administrativos, pacientes, visitas y público en general, contribuyen directa o indirectamente a la generación de desechos. Existen diferentes niveles de responsabilidad que recaen en diferentes personas, entre éstos tenemos:

- **El comité de higiene y seguridad del hospital**

Miembros: debe ser presidido por el director del centro y conformado por los jefes de los servicios especializados.

Función: Será la máxima instancia que aprueba las actividades que conformarán el plan anual de higiene y seguridad y será también el principal responsable del manejo interno de los residuos líquidos peligrosos hospitalarios.

Es importante que el centro cuente con una unidad responsable que asuma la organización del servicio de limpieza. En la tabla V-1 se presentan las responsabilidades para los jefes de áreas.

e) DEFINICION Y CLASIFICACION DE LOS RESIDUOS LÍQUIDOS HOSPITALARIOS.

Se debe establecer una clasificación adecuada de los desechos generados lo cual permitirá un manejo eficiente, económico y seguro de los mismos. La clasificación facilita una apropiada segregación de los desechos, reduciendo riesgos sanitarios y costos en el manejo de los mismos, ya que los sistemas más seguros y

costosos se destinarán sólo para la fracción de desechos que lo requieran y no para todos.

Tabla V-1: Responsabilidades de jefes de servicios.

Jefatura	Responsabilidad
Jefes de servicios especializados	Conducir en buena marcha sus respectivos servicios, son los responsables de la generación, segregación o separación, acondicionamiento o tratamiento y almacenamiento de los desechos peligrosos mientras estos permanezcan dentro de las instalaciones del servicio.
Jefe del servicio de limpieza	Es el responsable de la recolección de los desechos peligrosos y su traslado al punto de almacenamiento externo, tratamiento o estación de reciclaje, según sea el caso.
Jefe de ingeniería y mantenimiento	Es el responsable de almacenar los desechos en el exterior del centro para proceder a su tratamiento, comercialización y entrega al servicio de recolección externa municipal.

FUENTE: Elaboración propia

En este documento se propone clasificar a los residuos líquidos en base a su eliminación hacia la red de alcantarillado como:

- **Líquidos eliminables sin tratamiento**
- **Líquidos eliminables con tratamiento previo**
- **Líquidos no eliminables al alcantarillado**

El manejo interno de estos desechos debe estar dentro de las normas de seguridad, pues estos pueden ser infecciosos, químicos, radioactivos o comunes.

V.5 ASPECTOS DE RECURSOS HUMANOS.

El personal que debe intervenir para el buen funcionamiento del sistema estará compuesto prácticamente por toda la comunidad hospitalaria, por lo que es necesario realizar campañas de motivación a fin de que cada uno de ellos se identifique con sus responsabilidades.

Además se debe contar con profesionales, técnicos y personal debidamente capacitado que dirijan y realicen el servicio de limpieza propiamente dicho.

La dirección del sistema debe estar a cargo de un profesional de nivel superior y las operaciones a cargo de técnicos y personal especializado.

El personal seleccionado se someterá a exámenes periódicos de salud y se vacunarán contra el tétanos, la fiebre tifoidea y la hepatitis B. La figura No 17 muestra los aspectos humanos necesarios para la sistematización del manejo de los residuos líquidos hospitalarios.

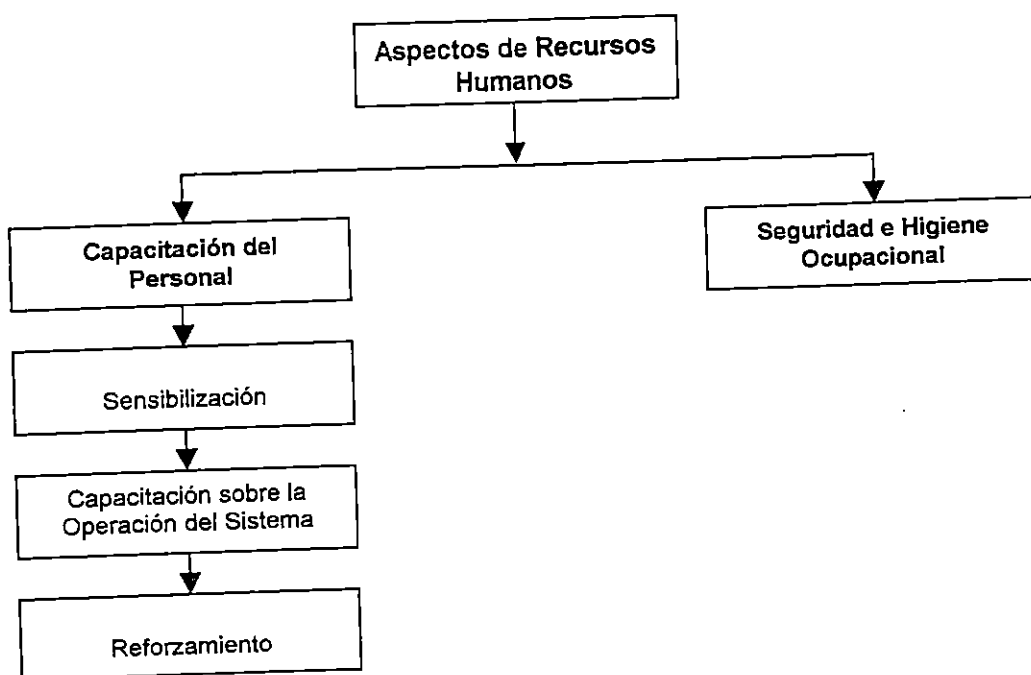


Figura No. 17: Aspectos humanos necesarios para la sistematización del manejo de los residuos líquidos hospitalarios.

Capacitación

Una vez seleccionado el personal, éste debe ser capacitado e integrado a las actividades de la institución, específicamente al sistema de manejo de los residuos líquidos. Las acciones de motivación deben ser permanentes y deben estar

respaldadas con afiches, boletines, charlas y películas, en lenguaje adecuado. La capacitación debe ser continua, general y específica dirigida a todo el personal (desde los operarios hasta los técnicos y profesionales de la medicina) que está en contacto con los residuos líquidos peligrosos.

El programa de capacitación debe ser revisado y actualizado periódicamente y contemplar los aspectos siguientes:

- a) Los riesgos a la salud por la exposición a desechos líquidos peligrosos.
- b) Los métodos de prevención de la transmisión de infecciones nosocomiales relacionadas con los métodos de manejo de residuos líquidos.
- c) Los procedimientos seguros en el manejo de los desechos químicos, farmacéuticos y radiactivos.
- d) El adecuado manejo en la separación, envasado, transporte y disposición de los residuos líquidos.
- e) La acción y notificación a las autoridades correspondientes en caso de accidente.
- f) Los riesgos ambientales: generalidades sobre microorganismos patógenos, forma de transmisión de enfermedades, vías de acceso de microorganismos, primeros auxilios, etc.
- g) Los riesgos de operación: medidas generales de higiene y seguridad personal.
- h) Operaciones: organización del hospital, flujo de actividades, ciclo de las operaciones, etc.
- i) Entrenamiento en las labores específicas.

Unido al entrenamiento, es esencial una buena supervisión para el mantenimiento de las operaciones de manejo de los residuos líquidos de una forma eficiente y segura. La selección y el entrenamiento del personal supervisor juegan un rol importante en el manejo interno de éstos.

Deberá informarse también sobre el contenido de los programas y métodos de manejo de los residuos líquidos al personal dirigente de mantenimiento; así como al personal de otros organismos que intervenga en el manejo externo de estos desechos.

Seguridad e higiene ocupacional

Las medidas de higiene y seguridad permitirán que el personal, además de proteger su salud, desarrolle con mayor eficiencia su labor.

Estas medidas contemplan aspectos de capacitación en el trabajo, conducta apropiada, disciplina, higiene personal y protección personal, entre otras, y son complementarias a las acciones desarrolladas en el ambiente de trabajo, tales como iluminación, ventilación, etc.

El personal involucrado en las operaciones de manejo de residuos líquidos peligrosos deberá seguir las siguientes medidas de seguridad:

- a) Se les proporcionará entrenamiento sobre los desechos líquidos, que les permita conocer, prevenir, eliminar o minimizar el peligro potencial a la salud que involucra cualquier descuido en el manejo de estos desechos.
- b) Se les facilitarán los medios de protección adecuados según las actividades que realicen. El equipo mínimo de protección del personal consistirá en uniforme completo, guantes (reforzados en la palma y dedos para evitar cortes y punzadas), gorro, mascarilla o tapaboca y anteojos de protección.

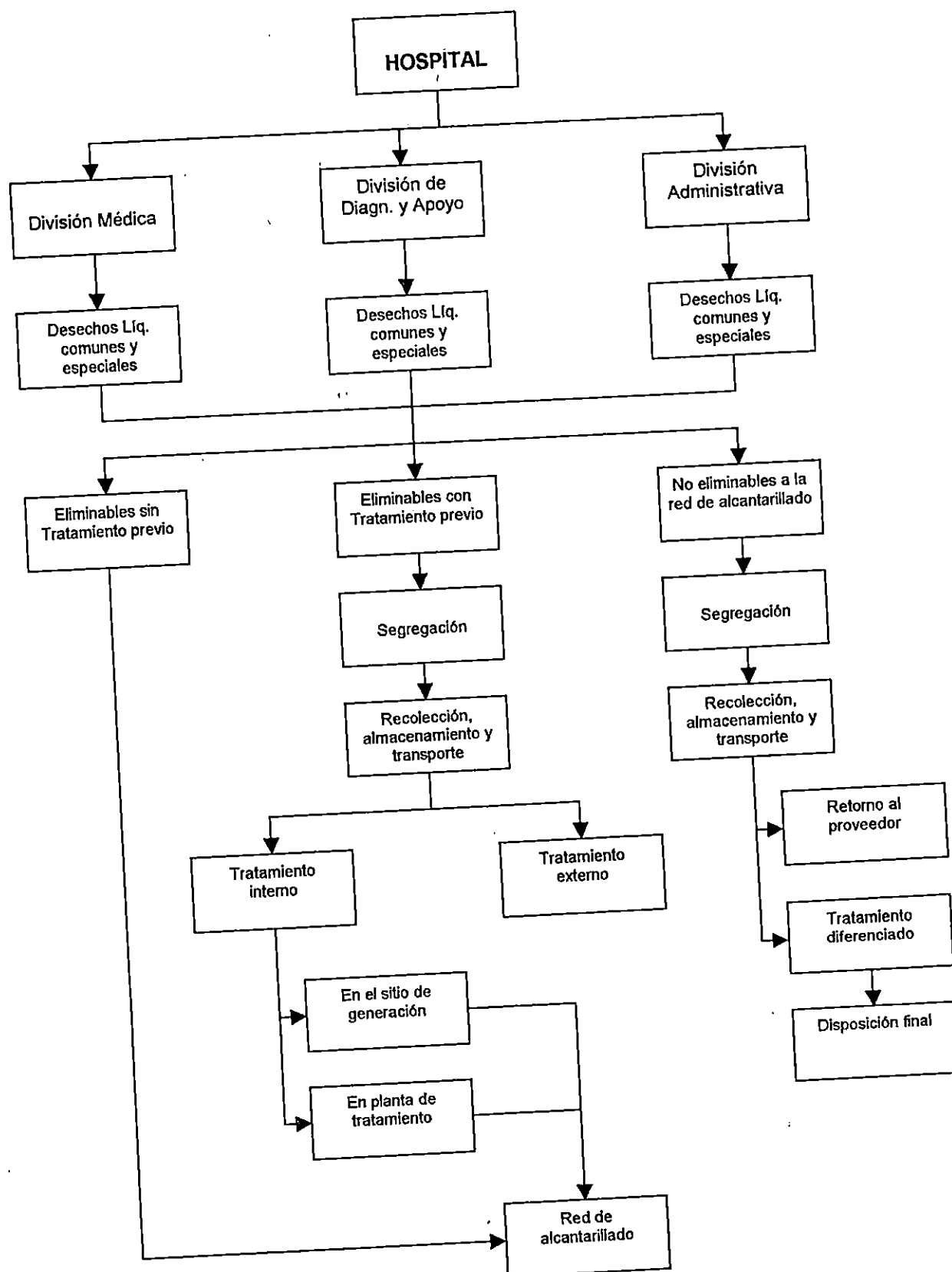


Figura No. 18: Esquema propuesto para la gestión de los residuos líquidos hospitalarios.

V.6.2 CONTROL EN EL ORIGEN.

El control en el origen se da mediante proyectos de minimización y pretratamiento de los desechos que llegan a las aguas residuales antes de su vertido a la red de alcantarillado.

Es importante tener en cuenta la clasificación adoptada por la institución para los residuos líquidos hospitalarios. En base a ésta se orientan las acciones que permitirán un buen manejo, tanto desde el interior del hospital, a través de la disminución de los contaminantes que llegan desde las actividades generadoras, como las necesidades de instalar plantas de tratamiento.

Los residuos líquidos de interés son aquellos que no pueden ser eliminados a través del alcantarillado a menos que reciban un tratamiento adecuado y son los que se consideran en las siguientes secciones, en cambio aquellos líquidos que no presentan peligrosidad pueden ser vertidos libremente a la red del alcantarillado.

V.6.3 LIQUIDOS ELIMINABLES CON TRATAMIENTO PREVIO.

Que son aquellos que pueden ser evacuados a la red de alcantarillado del hospital siempre que previamente se les someta a un tratamiento específico.

Una primera opción para el manejo de estos residuos es minimizar los contaminantes que llegan a las aguas residuales, tanto líquidos como sólidos. Esto se puede lograr evitando la eliminación a través del sistema de alcantarillado de desechos peligrosos o neutralizando, antes de su descarga, los efectos negativos que causan, tanto a los recursos hídricos como a la salud de las personas y a las instalaciones de la red sanitaria.

El manejo apropiado de los desechos hospitalarios sigue un flujo de operaciones que comienza con la segregación. Esta es la primera y más importante operación porque requiere la participación activa y consciente de toda la comunidad hospitalaria.

La primera fase para el manejo de estos residuos líquidos consiste en la identificación de los desechos peligrosos que llegan a ellos y de las áreas donde se generan. Luego es necesario estudiar la posibilidad de manejarlos en forma separada:

- a) Evitando su eliminación a través del sistema de alcantarillado, buscando alternativas para su disposición final que disminuyan el impacto generado.
- b) Proporcionándoles tratamientos adecuados en el sitio de generación que neutralicen sus impactos negativos, antes de eliminarlos a través del alcantarillado.
- c) Implementando opciones de reciclaje y recuperación que permitan reutilizarlos.

Técnicas de manejo de desechos.

Ahora se describen los lineamientos técnicos que deben cumplirse en cada fase del manejo de los desechos generados en los hospitales y que contaminan los efluentes líquidos. Incluye los siguientes puntos:

1. Tipos de desechos: identificación
2. Generación y separación
3. Reducción y reciclaje.
4. Almacenamiento y transporte
5. Tratamiento
6. Disposición final

1. TIPOS DE DESECHOS.

Los desechos producidos en los establecimientos de salud se pueden clasificar de acuerdo a su riesgo en:

- Desechos generales o comunes
- Desechos peligrosos: infecciosos y especiales

Desechos generales o comunes.

Son aquellos que no representan un riesgo adicional para la salud humana y el ambiente, y que no requieren de un manejo especial. Tiene el mismo grado de contaminación que los desechos domiciliarios.

Desechos infecciosos.

Son aquellos que contienen gérmenes patógenos y, por tanto son peligrosos para la salud humana, incluyen:

- Desechos provenientes de laboratorios
- Desechos anátomo-patológicos
- Desechos de sangre
- Desechos de áreas críticas (unidades de cuidado intensivo, salas de cirugía y aislamiento, etc.)
- Desechos de investigación

Desechos especiales.

Generados en los servicios de diagnóstico y tratamiento, que por sus características físico-químicas son peligrosos. Incluyen:

- a) Desechos químicos
- b) Desechos radiactivos
- c) Desechos farmacéuticos

2. GENERACION Y SEPARACIÓN.

Los establecimientos de salud producen una gran variedad de desechos peligrosos. La cantidad depende de varios factores: capacidad y nivel de complejidad de la unidad, especialidades existentes, tecnología empleada, número de pacientes atendidos.

Separación.

Los desechos deben ser clasificados y separados inmediatamente después de su generación, es decir, en el mismo lugar en el que se originan. En cada uno de los servicios, son responsables de la clasificación y separación, los médicos, enfermeras, odontólogos, tecnólogos, auxiliares de enfermería, de farmacia. El exceso de trabajo que demanda la atención directa al paciente no debe ser un obstáculo para que el personal calificado separe inmediatamente los desechos.

3. REDUCCION Y RECICLAJE.

Se debe intentar reducir la generación de desechos y esto se consigue especialmente mediante el reúso y el reciclaje.

El reciclaje consiste en recuperar la materia prima para que pueda servir como insumo en la industria.

La solución fijadora utilizada en los procesos de revelado de placas puede ser utilizada para recuperar la plata contenida en ésta.

La venta de éstos constituye un ingreso adicional que puede ayudar a cubrir los gastos que demanda el manejo adecuado de los desechos, además de disminuir la cantidad de contaminación que se descarga al ambiente.

4. ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE.

Los residuos líquidos, debidamente clasificado, que se recolecten en recipientes deberán colocarse en recipientes específicos para cada tipo, de color y rotulación adecuada.

De acuerdo al nivel de complejidad y al tamaño de los establecimientos de salud se establecerán los siguientes tipos de almacenamiento intrahospitalario:

a) Almacenamiento inicial o primario.

Es aquel que se efectúa en el lugar de origen o generación de los residuos: habitaciones, laboratorios, consultorios, quirófanos, etc.

b) Almacenamiento temporal o secundario.

Es aquel, que se realiza en pequeños centros de acopio, distribuidos estratégicamente en los pisos o unidades de servicio. Pueden recibir desechos provenientes del almacenamiento primario.

c) Almacenamiento final o terciario.

Es el que efectúa en una bodega adecuada para recopilar todos los desechos de la institución y en la que permanecen hasta ser conducidos al sistema de tratamiento intrahospitalario o hasta ser transportados por el servicio de recolección de la ciudad.

Los recipientes para el almacenamiento temporal y final deberán cumplir con las siguientes especificaciones técnicas:

- Herméticos, para evitar malos olores y presencia de insectos.

- Resistentes a elementos cortopunzantes, a la torsión, a los golpes y a la oxidación.
- Impermeables, para evitar la contaminación por humedad hacia el exterior.
- De tamaño adecuado, para su fácil transporte y manejo.
- De superficies lisas, para facilitar su limpieza.
- Claramente identificados con los colores establecidos, para que se haga un correcto uso de ellos.
- Compatibles con los detergentes y desinfectantes que se vaya a utilizar.

El tamaño y la capacidad dependen del tipo de almacenamiento. Deberán utilizarse los materiales apropiados para el tipo de desecho.

Los desechos infecciosos de laboratorio deberán ser colocados en recipientes plásticos que eviten fugas de líquidos contaminantes. Es necesario que sean resistentes al calor y abiertos o permeables al vapor para permitir su tratamiento en el autoclave, luego de lo cual deberán ser aislados para evitar una nueva contaminación con los gérmenes del laboratorio.

Los desechos químicos deberán ser almacenados en recipientes rígidos. Tratándose de líquidos, estos recipientes deberán ser a prueba de fugas y con tapaderas herméticas. El material de los recipientes debe ser apropiado y compatible con el tipo de desechos.

Identificación.

Todos los recipientes deben estar identificados apropiadamente y con la información necesaria respecto al tipo de desecho que contienen. Se puede utilizar códigos de colores y los símbolos que identifican al tipo de desecho:



Figura No. 19: Símbolos de identificación.

El transporte.

Consiste en la recolección y el traslado de los desechos desde los sitios de generación hasta el almacenamiento temporal y final. Cada establecimiento de salud debe elaborar un horario de recolección y transporte, que incluya rutas y frecuencias para evitar interferencias con el resto de actividades de la unidad. El uso simultáneo de los elevadores y de los corredores por parte de los visitantes, el personal médico e incluso de los coches de los alimentos no constituyen riesgo adicional de contaminación si los desechos están contenidos adecuadamente en los recipientes del carro transportador. Sin embargo, existe un problema estético y de percepción de la calidad del servicio por parte de los usuarios, por lo que se aconseja establecer horarios diferentes.

Horario.

La recolección se efectuará de acuerdo al volumen de generación de desechos y al nivel de complejidad de la unidad de salud.

De preferencia será diferenciada, es decir que se operará de acuerdo al siguiente esquema.

- NO en horas de comida
- NO en horas de visitas médicas.
- Preferentemente NO en horas de visita del público.

El transporte de desechos se puede realizar de dos maneras:

a) Transporte manual.

Se utiliza en unidades médicas de menor complejidad, tales como: consultorios médicos, odontológicos, laboratorios clínicos, de patología, etc. Se usarán recipientes pequeños para facilitar su manejo, evitar derrames y para prevenir que el exceso de peso pueda provocar accidentes y enfermedades laborales en el personal de limpieza.

b) Por medio de carros transportadores.

Trasladan los desechos en forma segura y rápida, desde las fuentes de generación hasta el lugar destinado para su almacenamiento temporal y final.

5. TRATAMIENTO DE LOS DESECHOS.

El tratamiento de los desechos infecciosos y especiales deberá ejecutarse en cada establecimiento de salud. El objetivo es disminuir el riesgo de exposición tanto a gérmenes patógenos como a productos químicos tóxicos y cancerígenos. Consiste en la desinfección o inactivación de los desechos infecciosos y en la neutralización

del riesgo químico de los desechos especiales. Adicionalmente, existe la posibilidad de reducir el volumen o hacer que su aspecto sea menos desagradable.

Tratamiento inmediato o primario.

Este tratamiento se lo realiza inmediatamente luego de la generación de desechos, es decir en la misma área en que han sido producidos. Se efectúa lugares como los laboratorios ya que cuentan con equipos de autoclave para la esterilización. En algunos casos puede usarse la desinfección química, por ejemplo en las salas de aislamiento con los desechos líquidos, secreciones, heces de pacientes y material desechable.

Si existe un derrame, también se utilizará la desinfección química.

Tratamiento centralizado o secundario.

Puede ser interno y externo.

Interno: es aquel que se ejecuta dentro de la institución de salud, cuando ésta posee un sistema de tratamiento que cumple con las especificaciones técnicas adecuadas.

Externo: se ejecuta fuera de la institución de salud.

Tratamiento de desechos infecciosos.

Existen varios métodos para la inactivación de los desechos infecciosos, entre estos tenemos los siguientes:

a) Incineración.

Los residuos se queman bajo condiciones controladas para oxidar el carbón y el hidrógeno presente en los residuos.

Las principales ventajas de este método son la reducción del volumen y masa del material a ser dispuesto en los rellenos y la posibilidad de recuperar energía para generar vapor o electricidad.

Las desventajas son que las emisiones gaseosas pueden contener contaminantes y que su operación y mantenimiento, dependiendo de su magnitud, pueden ser complejos.

b) Esterilización a vapor autoclave

En el tratamiento por autoclave, los residuos se exponen a altas temperaturas mediante la inyección de vapor y alta presión, lo que permite destruir patógenos. Algunas ventajas y desventajas de este método se detallan en la tabla V-2:

Tabla V-2: Ventajas y desventajas del uso del autoclave.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> - Alto grado de efectividad - Es un equipo simple de operar - Es un equipo conceptualmente similar a otros normalmente utilizados en instalaciones de Salud (autoclaves para esterilización). 	<ul style="list-style-type: none"> - No reduce el volumen de los desechos tratados - Puede producir malos olores y generar aerosoles - El autoclave no es útil para el tratamiento de los desechos o el instrumental con productos químicos que destruyen los gérmenes.

c) Desinfección química.

Los desinfectantes son peligrosos para la salud humana y el ambiente. Por tanto, tienen que aplicarse con técnicas especiales. El personal debe emplear equipo de protección que incluya: guantes, gafas y mascarilla específica.

La desinfección química está indicada en los siguientes casos:

- desechos líquidos
- desechos cortopunzantes
- sangre y derivados
- deposición de pacientes con cólera y otras enfermedades gastrointestinales
- secreciones
- equipo médico reusable.
- accidentes y derrames contaminantes.

Para aplicar este método es necesario conocer el tipo de germen y cumplir las especificaciones del producto como tiempo de contacto, concentración, temperatura, vida útil, etc.

Las secreciones y excretas de los pacientes con enfermedades infectocontagiosas graves pueden ser desinfectadas con hipoclorito de sodio antes de ser evacuadas por el inodoro. El mismo procedimiento se aplica a los residuos de alimentos en las salas de aislamiento, en los casos de enfermedades que el Ministerio de Salud considere de estricto control.

Los volúmenes del desinfectante deben ser superiores al del desecho contaminado, para compensar la pérdida de actividad que sufren estos productos al estar en contacto con material orgánico. El tiempo mínimo de contacto es de 20 minutos para el hipoclorito de sodio.

Cuando se use estos métodos para la desinfección de secreciones es necesario conocer si la institución posee algún sistema de tratamiento de aguas servidas a base de bacterias, ya que estos desinfectantes podrían inutilizarlo.

Existen equipos contruidos especialmente para tratar volúmenes mayores de desechos. Poseen un recipiente conocido como reactor, en el que los desechos

entran en contacto con desinfectantes como: formol, glutaraldehído, cloro, ozono, óxido de etileno, alcohol, durante un período no menor de 30 minutos. Los desechos deber ser previamente triturados para mejorar el contacto con los desinfectantes.

Al término del proceso, se consideran como desechos domésticos.

Tratamiento de desechos farmacéuticos.

Ciertos grupos de medicamentos requieren precauciones especiales en las etapas de manejo y disposición final. Los volúmenes de drogas son generalmente pequeños, pero pueden ser potencialmente letales ya que causan irritación, sensibilización, resistencia a antibióticos, mutaciones y cáncer. Para algunos de ellos suele utilizarse el alcantarillado para su eliminación, práctica que debe ser evitada.

Recomendaciones para el manejo de desechos farmacéuticos.

- Los fármacos que ya no se utilizan en los servicios deben retornar a la farmacia. Los medicamentos caducados deberán ser almacenados temporalmente en una zona restringida y entregados a los fabricantes o proveedores para su disposición final y para ser tratados.
- El reúso de los sobrantes de medicamentos inyectables no debe permitirse por el riesgo de contaminación bacteriana o el deterioro de la solución.
- Pueden ser sometidos a aglutinación o encapsulación para evitar que sean reutilizados.

Neutralización.

En los laboratorios, el último paso de un procedimiento experimental debe incluir métodos de tratamiento para reducir o eliminar los peligros de los residuos generados.

Eliminar la corrosividad de los desechos a través de la neutralización. Las áreas que utilizan ácidos y bases deberán neutralizarlos antes de su descarga. Pequeñas cantidades de ácidos inorgánicos y bases pueden ser neutralizadas y descargadas al drenaje. El ácido crómico nunca debe descargarse al drenaje, incluso si se ha neutralizado, pues es un compuesto carcinogénico.

La toxicidad puede ser reducida. En la última fase se debe incluir también la destoxificación.

Entre los métodos para la reducción de yeso y aceites y grasa tenemos:

Utilización de trampas para grasa y aceites.

Son pequeñas estructuras que deben ser colocadas a la salida de las tuberías de las cocinas, a fin de retener la grasa que arrastran los residuos líquidos. Deben ser construidas de tabique, concreto o hierro fundido o simplemente constar de un tubo de concreto con conexiones de entrada y salida de aguas residuales.

Es preferible que las trampas de grasa se ubiquen en lugares sombreados para mantener bajas temperaturas en su interior. La frecuencia de limpieza se determina basándose en la inspección rutinaria de cada semana.

Deben mantenerse herméticamente cerradas después de su limpieza, para evitar los malos olores y que sea lugar propicio para insectos y roedores.

Uso de trampas para yeso.

Son pequeñas estructuras colocadas a la salida de las tuberías de las salas de ortopedia, con el fin de retirar las partículas de yeso que arrastran las aguas residuales. Para tal propósito se puede utilizar el tanque séptico para sedimentar el yeso.

El tanque séptico es una instalación de concreto diseñada para tiempos de retención de 24 horas.

V.6.4 LIQUIDOS NO ELIMINABLES AL ALCANTARILLADO.

Los líquidos no eliminables al alcantarillado incluyen los residuos líquidos radioactivos y las sustancias citostáticas, ya que ambos tienen que someterse a un tratamiento específico y una eliminación diferenciada.

A. MANEJO DE DESECHOS LIQUIDOS RADIOACTIVOS.

Tratamiento de desechos radiactivos

Los desechos radiactivos deben ser sometidos a tratamientos específicos para ser dispuestos en rellenos de seguridad y confinamiento.

Si los desechos radiactivos tienen alta actividad, por ejemplo dosis de terapia con yodo 131, deberán permanecer almacenados convenientemente hasta que la actividad de los materiales acumulados decaiga hasta niveles aceptables, luego de lo cual pueden ser eliminados. Los artículos contaminados con desechos radioactivos, que puedan ser reusados, deben ser almacenados en contenedores adecuados, debidamente etiquetados, hasta que la contaminación decaiga a niveles aceptables.

Las excretas de los pacientes sometidos a tratamiento de radioterapia, podrán ser normalmente dispuestas a través del inodoro con doble flujo de agua.

Los desechos líquidos radioactivos acuosos y los no acuosos requieren un manejo separado.

Desechos radioactivos acuosos.

Los desechos acuosos denotan cualquier solución cuyo componente principal es el agua y cualquier constituyente soluble, orgánico e inorgánico, presentes en cantidades y formas que no resultan en una separación de fases o precipitación. Los desechos acuosos deben ser colectados separadamente de los desechos no acuosos. A continuación se presentan algunos lineamientos que se pueden aplicar:

- Deben ser almacenados hasta que su actividad decaiga a niveles aceptables.
- No se debe coleccionar más de dos radionúclidos en el mismo contenedor. Ver tabla IX-A del anexo IX.
- El pH de los desechos acuosos debe ajustarse tan cerca como sea posible a la neutralidad, el pH debe estar entre 5 y 9. Si es necesario, las soluciones deben ser amortiguadas para mantener el pH en el rango aceptable.
- Los desechos deben ser tratados para reducir los peligros no radiológicos e inhibir el crecimiento bacterial.
- No sobrellenar los contenedores.
- Mantener registros de los radionúclidos y de su actividad en los desechos. En cada contenedor debe colocarse una tarjeta para desechos radiactivos con la información apropiada. Se debe colocar las unidades de actividad totales, μCi o, mCi o su equivalente en el Sistema Internacional (becquerels). Valores de actividad por concentración no son aceptables en el contenedor.
- Los desechos acuosos que contienen I^{125} deben ser neutros o básicos, seguramente tapados y almacenados en un área bien ventilada. La volatilidad de los desechos líquidos de radioyodo debe ser controlada adicionando una solución 0.1 M de hidróxido de sodio, una 0.1 M de yoduro de sodio y una 0.1 M de tiosulfato de sodio.

Para los desechos líquidos orgánicos se deben seguir las mismas recomendaciones, teniendo en cuenta las propiedades de inflamabilidad y su composición química.

Los viales deberán ser retornados a sus bandejas para vial. Retornar los miniviales a sus cajas originales. Deberán ser coleccionados y almacenados de tal manera que se eviten los derrames. Los viales se coleccionarán en bolsas plásticas, las

cuales deberán ser químicamente compatibles, suficientemente fuertes para retener los derrames y cerradas de forma segura. Estas bolsas deberán ser colocadas en cajas cerradas con la rotulación apropiada.

Los viales no deberán ser combinados con cualquier otro desecho:

- Evitar derrames. Asegurándose que los viales están cerrados correctamente. Los viales de vidrio deberán manejarse con sumo cuidado para evitar su ruptura.
- Reducir los peligros no radiológicos. Uno de estos peligros son los vapores de los solventes, por lo que deberán estar cerrados en forma segura, evitar que se rompan y almacenarlos en áreas bien ventiladas y en pequeñas cantidades. Siempre usar la ropa protectora.
- Mantener registros sobre el tipo de desecho, actividad, composición, etc.

B. MANEJO DE CITOSTATICOS.

PREVENCION DE LOS RIESGOS DERIVADOS DE SU MANIPULACION.

Todas las operaciones de manipulación de citostáticos entrañan un riesgo de exposición para el personal implicado en ellas, y por ello debe registrárseles como personal expuesto y estar sometidos a un protocolo de vigilancia y seguimiento.

REGISTRO DE PERSONAL EXPUESTO.

Debe elaborarse un registro de personal profesionalmente expuesto a agentes citotóxicos para estar sometido a una vigilancia especial. Antes de incorporarse a su trabajo, el personal que vaya a manipular estos productos ha de recibir una exhaustiva información oral y escrita sobre los aspectos detallados anteriormente.

EXCLUSION DE TRABAJADORES SENSIBLES.

Este tipo de fármacos no deben ser manipulados por los profesionales que se encuentren en las siguientes situaciones:

- Embarazadas y mujeres que deseen quedarse embarazadas.
- Mujeres durante el puerperio y la lactancia.
- Personal considerado de alto riesgo (con antecedentes de abortos o malformaciones congénitas)
- Personal tratado previamente con citotóxicos, con radiaciones ionizantes o ambos.
- Personal del que se sospeche daño genético.
- Personas con antecedentes de alergias a medicamentos citostáticos.
- El personal manipulador no debe ser expuesto a niveles de radiación superiores a 1 miliSievert/año, debido al efecto sinérgico citotóxico de ambos agentes.

VIGILANCIA DE LA SALUD DEL PERSONAL EXPUESTO.

Cada trabajador profesionalmente expuesto deberá disponer de un historial de salud laboral, en el que constarán sus antecedente personales y laborales, características del puesto de trabajo, examen médico previo, tiempo en el puesto de trabajo, revisiones periódicas, exposiciones accidentales, etc.

PROTECCION OPERACIONAL.

La protección personal debe considerarse el último recurso a utilizar para evitar la exposición del trabajador, pero en la manipulación de estos fármacos es, en muchos casos, la única protección posible. El equipo de protección individual del

personal que maneja citostáticos debe constar de guantes, bata, mascarilla y gafas. Sin embargo, no siempre es necesario el uso de todas estas prendas; hay que valorar la agresividad del fármaco utilizado, si el medicamento está ya preparado y sólo hay que administrarlo o se tiene que reconstituirlo, si se está ante un derrame del fármaco, etc.

En cada una de estas situaciones se usará el equipo que ofrezca mayor protección valorando el impacto psicológico que puede causar en el paciente la utilización de mascarilla y gafas. Cuando se considere necesario el uso de la protección, se ofrecerá al paciente las explicaciones pertinentes.

Equipo de protección:

- **Guantes.** Se recomienda la utilización de guantes quirúrgicos de látex y en algunos casos también de PVC (sin talco en el interior). Los guantes deben colocarse por debajo de los puños de la bata, y se aconseja cambiarlos frecuentemente (cada media hora), y siempre que se contaminen con algún citostático, cuando sufran alguna rotura y al finalizar cada sesión de trabajo. El uso de doble guante es recomendable siempre que no dificulte la técnica de manipulación.
- **Batas.** Se elegirán batas desechables cerradas por delante (abertura trasera), con puños elásticos o fruncidos, fabricadas en un material a ser posible impermeable.
- **Mascarilla.** Se recomiendan las mascarillas y adaptadores buconasales que tienen un filtro incorporado que evita la inhalación de partículas de citostáticos.
- **Gafas.** La acción de buena parte de los fármacos citostáticos sobre las mucosas hace necesaria la utilización de gafas durante su manejo, sobre todo, si son medicamentos muy agresivos o en casos de accidentes en su manipulación o riesgo de salpicaduras.

Los equipos de protección individual no serán los mismos en todas las situaciones ya que si se produce un vertido de citostáticos, los guantes utilizados requerirán mayores características de resistencia e impermeabilidad que cuando simplemente se administra un fármaco ya preparado, y en este caso será imprescindible la utilización de mascarillas con filtro y gafas para evitar la exposición. Sin que pueda decirse que la colocación de estas protecciones sea complicada, sí que es cierto que requiere un mínimo de práctica. En caso de urgencia, un trabajador que no conozca tales prendas, difícilmente conseguirá colocárselas con prontitud, por lo que es muy recomendable que el personal haya ensayado previamente la correcta colocación y ajuste de los equipos de protección.

CAPACITACION DEL PERSONAL EN EL MANEJO DE CITOSTATICOS.

- Es fundamental la formación adecuada de todos los trabajadores que manipulan estos productos y la adopción de medidas de protección consecuentes con la actividad que se realiza y el nivel de exposición. El personal debe formarse merced a una fase de adiestramiento previa a la realización de las tareas.
- Es recomendable rotar al personal profesionalmente expuesto a productos citotóxicos, aunque siempre hay que tener en cuenta que los profesionales que manipulen estos fármacos deben estar adiestrados en su manejo.
- Además de poseer la titulación requerida, el personal debe estar perfectamente informado sobre la naturaleza de los productos, sus actividades biológicas, toxicidad, características de los equipos de protección y materiales de trabajo, y los controles y seguimientos médicos a realizar.

ELIMINACION DE RESIDUOS.

Los residuos de estos medicamentos y del material que ha estado en contacto con ellos, se tratarán como material contaminado.

Fuentes de residuos:

- Medicamentos caducados.
- Soluciones preparadas que no se hayan administrado.
- Restos que queden en viales o ampollas.
- Derrames accidentales en la campana de seguridad biológica, durante el transporte o la administración.
- Materiales utilizados en la preparación y administración, como agujas, jeringas, ampollas, viales, equipos de administración, batas, guantes, mascarillas, gorros y gafas.

Los residuos de citotóxicos, se introducirán directamente en contenedores rígidos (de polietileno o poliestireno), de un solo uso, dotados de cierre hermético y adecuadamente señalizados. El tamaño de los contenedores estará en función del volumen de los residuos. Estos contenedores, para su eliminación, serán introducidos en otros más grandes de sus mismas características.

Las soluciones preparadas que no se hayan administrado, deben ser devueltas al servicio de farmacia para su reciclaje o desecho.

Se debe realizar, siempre que sea posible, neutralización previa a la eliminación.

La recogida de los contenedores se realizará con una frecuencia que vendrá determinada por el número de los mismos, y por el horario de funcionamiento de cada Servicio. Debería intentarse que fuera una vez al día.

La eliminación extrahospitalaria de residuos requiere el transporte, por una empresa autorizada para ello, de los contenedores rígidos adecuadamente identificados, y su posterior tratamiento que consiste en la incineración.

TRATAMIENTO DE LAS EXCRETAS.

Las excretas y los fluidos biológicos de los pacientes tratados con citotóxicos pueden tener un elevado contenido de estos medicamentos o de sus metabolitos.

El personal que tenga que estar en contacto con excretas o productos biológicos debe adoptar las correspondientes medidas de precaución (guantes dobles de látex, y bata impermeable, mascarilla y gafas de protección cuando exista riesgo de salpicadura). Hay que adoptar estas medidas siempre que se atienda a pacientes con incontinencia. La duración de dichas medidas estará en función del fármaco administrado.

Cuando se utilice la orina para realizar determinaciones analíticas, su recogida y manipulación debe realizarse con especial precaución (guantes y bata). Deberá existir una identificación en la muestra, que permita al personal del laboratorio adoptar las medidas de precaución oportunas.

No deberán eliminarse a través de la red de alcantarillado común productos que lleven más de un 0.01% de sustancias mutagénicas, teratogénicas y/o carcinogénicas.

Para la eliminación de las excretas de los pacientes tratados con estos medicamentos, se deberá disponer como mínimo, de baños dotados de un sistema que permita el lavado continuo que, en su caso, requerirá la adición previa de neutralizantes. El uso de este sistema debe de ser transitorio hasta que pueda disponerse de un sistema de evacuación independiente y dirigido a un colector para materiales peligrosos hospitalarios. Debería disponerse además de estación depuradora propia en los centros sanitarios.

La lencería de pacientes que hayan recibido medicación citotóxica en los últimos 7 días, y que esté contaminada con orinas, heces, vómitos, etc., se colocará dentro de una bolsa para material lavable, y ésta a su vez dentro de una bolsa impermeable adecuadamente señalizada. Una vez en lavandería, se retirará la bolsa

impermeable y se procederá a un prelavado con inmersión en neutralizante (ej. Hipoclorito de sodio), realizándose posteriormente el lavado habitual. Todo el personal en contacto con esta lencería deberá llevar guantes de látex y bata.

Deberá informarse a los familiares de los pacientes ambulatorios que las excretas pueden suponer un riesgo de exposición a citotóxicos para las personas encargadas de su cuidado. En caso de pacientes con incontinencia, los familiares al cuidado de estos pacientes deben utilizar guantes de látex y bata para la recogida de las excretas. Cuando los pacientes utilicen el baño (para defecar u orinar), deberá mantenerse la cisterna en funcionamiento durante 10-15 minutos. La duración de estas precauciones dependerá del fármaco administrado.

ACTUACION ANTE EXPOSICIONES ACCIDENTALES.

Cualquier unidad que trabaje con estos productos debe disponer de un equipo mínimo necesario para cubrir estas contingencias.

Por lo que respecta a materiales o equipos para la recogida, debe disponerse de los siguientes:

- Paños de celulosa impermeables por una cara y absorbentes por otra para recoger pequeños derrames o vertidos de líquidos.
- Palas o recogedores.
- Sistema para humedecer o bien cubrir el producto en el caso en que el derramado sea un sólido, con el fin de que al recogerlo mediante palas o cualquier otro útil, no se provoque el acceso del contaminante al ambiente debido a la remoción.
- Dos contenedores rígidos para recoger los desechos.

- Descontaminadores o neutralizantes de superficies. La unidad debe disponer de colecciones de neutralizantes ya preparados para utilizarse de modo inmediato al incidente y neutralizar el vertido como primera medida.
- Esta colección de elementos debe estar ubicada en lugar visible y accesible y convenientemente señalizada.

Actuación frente a una contaminación del medio ambiente:

- Ante una contaminación ambiental (roturas, derrames, etc.) el personal de limpieza deberá utilizar el equipo de protección individual (guantes, adaptadores, filtros y gafas). Si el producto es susceptible de neutralización deberá neutralizarse antes de proceder a su retirada. Los restos se recogerán utilizando paños de celulosa impermeables por una cara, secos si el material derramado es líquido y embebidos en agua o neutralizante si es sólido. Se limpiará el área contaminada y posteriormente se realizarán tres aplicaciones consecutivas de alcohol de 70⁰ sobre la zona contaminada.
- Todo el material contaminado procedente de la operación se eliminará como se ha indicado en el apartado de eliminación de residuos etiquetándose los contenedores de desechos. El material de limpieza de vertidos accidentales deberá ser específico y exclusivo para este fin.

Actuación frente a una contaminación del personal expuesto:

- En caso de contacto entre el manipulador y el medicamento, la norma general, es lavar de forma intensa la zona durante diez o quince minutos.
- Si el contacto se produce con los ojos, lavar inmediatamente con agua abundante durante quince minutos y consultar con el oftalmólogo.
- Deberá disponerse de una toma de agua (idealmente una fuente lava-ojos), para el lavado en caso de contaminación cutáneo mucosa.

Si se contaminan los guantes o la ropa protectora, se desecharán inmediatamente, y se lavará profundamente la zona afectada.

6. DISPOSICION FINAL.

Los desechos no deben ser dispuestos a través del sistema de alcantarillado a menos que hayan recibido un tratamiento adecuado.

Algunos Desechos que se descargan al alcantarillado pueden causar daños a las tuberías o reaccionar con otras sustancias al mezclarse al interior de éstas dando lugar en ocasiones a la formación de sustancias peligrosas y vapores peligrosos.

Antes de disponer un desechos por el drenaje es necesario consultar sus propiedades, determinar si se trata de un desecho peligroso y si está permitido su disposición a través del alcantarillado. La información acerca de los desechos que se pueden disponer a través del drenaje se puede obtener de organizaciones internacionales encargadas de establecer normas para el manejo de desechos peligrosos, por ejemplo la Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA).

V.6.5 SISTEMA DE RECOGIDA.

Redes de alcantarillado para la evacuación de las aguas residuales generadas en los diferentes orígenes. Es importante una adecuada separación de las aguas residuales que requieren tratamiento de aquellas que no lo necesitan.

El sistema de recogida incluye, también el sistema de bombeo que se necesita para el transporte de las aguas hacia la planta de tratamiento.

Lo ideal sería una separación de los sistemas de drenajes que conducen las aguas residuales contaminadas con desechos peligrosos de los comunes, que no

permita la mezcla de desechos infecciosos con desechos químicos y que dé las opciones de accesibilidad para el monitoreo de los parámetros de interés.

V.6.6 TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES.

Implantar un sistema de tratamiento implica la selección, análisis y diseño de operaciones y procesos de tratamiento para conseguir unos objetivos específicos de tratamiento.

Las necesidades de tratamiento de las aguas residuales se han determinado gracias a:

- Una mejor comprensión de los impactos medioambientales producidos por los vertidos.
- el conocimiento más profundo de los efectos a largo plazo causados por la descarga al medio ambiente de algunos de los constituyentes específicos de las aguas residuales.
- La concienciación de la necesidad de preservar el medio ambiente.

El tratamiento se realiza con el fin de mejorar la calidad de las aguas superficiales, considerándose también los problemas de salud relacionados con la descarga de productos químicos tóxicos o potencialmente tóxicos y que pueden ser responsables de problemas sanitarios a largo plazo.

Debido a esto se han establecido regulaciones, encaminadas a la mejora y conservación de la calidad del agua y a la disminución de los riesgos para la salud. Por lo tanto, los objetivos de tratamiento de las aguas residuales deben estar íntimamente ligados con los objetivos de las autoridades reguladoras.

Para efectuar el diseño de una planta de tratamiento es importante determinar los volúmenes de aguas residuales a manejar. Una forma para reducir los volúmenes de agua residual es no desperdiciar agua y si es posible reciclarla

hay que buscar la forma de hacerlo, de esta forma se evita además la realización de tratamiento innecesario.

Los resultados del análisis de las aguas residuales que se muestran en este trabajo no representan la realidad de la contaminación que se genera en los hospitales estatales. No existe una separación de drenajes que permita segregar las corrientes de aguas residuales según el tipo de contaminación (químicos, infecciosos y comunes), lo que da como resultado una mezcla de una gran variedad de contaminantes, la mayor parte de ellos no son analizados en forma específica pasando inadvertidos a los análisis que se practican normalmente y así establecer las necesidades de planta de tratamiento.

V.7 MINIMIZACION DE DESECHOS.

La alternativa más efectiva para enfrentar la problemática de los residuos de los centros de atención de salud es minimizar su generación mediante el reúso, reciclaje y reducción de la cantidad de materiales usados. La minimización de residuos debe ser considerada prioritaria en un programa de manejo de residuos. Sin embargo, esta técnica no es aplicable a todos los residuos y no siempre es una opción práctica, pues algunas veces produce otro tipo de residuos peligrosos. Por ello, es necesario analizar de manera cuidadosa las posibilidades de su aplicación.

La minimización trae como consecuencia una reducción de los costos de manejo, menor riesgo de exposición y reducción de accidentes ocupacionales y de la contaminación ambiental. Algunos métodos a considerar en la minimización de residuos son:

V.7.1 EVALUACION DE OPORTUNIDADES DE MINIMIZACION DE DESECHOS.

La evaluación de Oportunidades de Minimización de desechos, algunas veces llamada Auditoría de Minimización de Desechos, es un sistema de procedimientos para identificar las formas de reducir o eliminar desechos.

Brevemente, la evaluación consiste en la revisión cuidadosa de las operaciones y corrientes de desecho de una institución y la selección de las áreas específicas a evaluar. Luego que una corriente de desecho o área en particular se ha establecido como foco para la evaluación de las oportunidades de minimización de desechos, se desarrollan y presentan las opciones generadas para dicha corriente de desecho, servicio o área. Entonces, evaluada la factibilidad técnica y económica de las opciones seleccionadas, finalmente, aquellas más prometedoras son tomadas para su implementación.

En primera instancia se tienen que considerar los aspectos organizativos del proyecto, para luego iniciar con la parte técnica del estudio. Las etapas siguientes a la planeación, para desarrollar el estudio se detallan a continuación.

RECOLECCION DE DATOS SOBRE LOS SERVICIOS O AREAS Y DE LOS PROCESOS.

Las corrientes de desecho de los servicios o áreas deben ser identificadas y caracterizadas. La información acerca de estas corrientes de desechos puede ser obtenida a través de manifiestos sobre desechos peligrosos, reportes o estudios realizados acerca de este tipo de desechos, programas de muestreo rutinario que existan y otros medios.

Desarrollar un entendimiento básico de las actividades que generan desechos en las diferentes áreas del hospital es esencial para el proceso de evaluación de las oportunidades de minimización de desechos. Deberán prepararse diagramas de flujo para identificar y cuantificar tipos y flujos de desechos de las actividades generadoras. También se deben preparar balances de materia de diferentes procesos para ser utilizados en el seguimiento de los diferentes componentes de los procesos y la identificación de pérdidas que pueden no haber sido cuantificadas previamente.

Seleccionar y priorizar los objetos de evaluación.

Idealmente todas las corrientes de desecho de un área o servicio deberán ser evaluadas en busca de potenciales oportunidades de minimización de desechos. Sin embargo, con recursos limitados, la administración de un hospital puede verse en la necesidad de concentrar esfuerzos en la minimización de desechos en un área específica. Consideraciones como cantidades de desechos, propiedades peligrosas de los desechos, regulaciones, seguridad de los empleados, consideraciones económicas y otras características necesitan ser evaluadas para la selección de las corrientes que serán objeto de la evaluación.

Selección del equipo de evaluación.

Deberá incluir personas con responsabilidad directa, ya que tienen un mejor conocimiento de las corrientes de desecho o actividades que generan desechos. Si al interior de la institución no se encuentra disponible el personal capacitado para realizar el estudio, entonces deberá ser considerada la contratación de consultores.

Revisión de la información e inspección del sitio.

El equipo auditor debe estudiar la información sobre las actividades antes de realizar la inspección del sitio. La inspección se llevará a cabo para aquellas actividades o áreas que fueron seleccionadas, desde el punto de entrada de las materias primas hasta el punto donde salen los desechos. El equipo identificará las fuentes de desechos peligrosos, conocidas y sospechosas, éstas pueden incluir laboratorios, farmacia, patología, radiología, cirugía, diálisis, medicina nuclear, operaciones de mantenimiento, etc. La inspección puede resultar en la formulación de conclusiones preliminares acerca de las oportunidades de minimización de desechos. La confirmación completa de estas conclusiones puede requerir recolección de más información o de análisis adicionales.

Generación de opciones.

El objetivo de este paso es generar una serie de opciones de minimización de desechos para su posterior consideración. La información de la inspección del sitio, al igual que la de asociaciones médicas, agencias gubernamentales, reportes técnicos y médicos, ingenieros y técnicos del área o servicio, etc. puede servir como fuente de ideas para generar las opciones de minimización de desechos.

Deberán considerarse tanto las opciones de reducción en la fuente de origen como las opciones de reciclaje.

Entre las opciones de reducción en la fuente de origen se incluyen:

- Buenas prácticas de operación.
- Eliminar o reducir el uso de químicos carcinogénicos.
- Incrementar el uso de instrumentación analítica. Esto puede reducir el uso de químicos.
- Mejorado control de inventario, utilizando sistemas computarizados de inventario y seguimiento. También realizar compras centralizadas.
- Eliminar el uso de pinturas de aceite en mantenimiento.
- Las opciones de reciclaje incluyen:
 - Uso y reúso de desechos
 - Recuperación.

Selección de opciones para el estudio posterior.

El proceso de selección permite elegir las opciones más prometedoras para el estudio completo de factibilidad técnica y económica. Ya sea a través de una

revisión informal o un proceso de decisión cuantitativo, las opciones que parezcan impracticables o inferiores son eliminadas.

ANALISIS DE FACTIBILIDAD.

Una opción que es presentada como técnica y económicamente factible, merece ser considerada para su adopción. La evaluación técnica determina si una opción propuesta funcionará en una aplicación específica. Tanto los cambios operacionales como los de equipo deben ser estudiados junto con todos los efectos sobre las cantidades de desechos. También, se debe probar la eficacia de los nuevos productos o materias primas.

Una evaluación económica se realiza usando medidores estándar de rentabilidad, tales como retorno de la inversión, valor presente neto, etc. Como en cualquier proyecto, los costos de los elementos de un proyecto de minimización de desechos pueden resumirse en costos de capital y costos de operación. También debe ser considerado el ahorro.

IMPLEMENTACION.

Una opción que pasa la evaluación de factibilidad técnica y económica debe ser implementada. Una vez implementadas, éstas deben ser monitoreadas periódicamente mediante la realización de auditorías.

V.7.1.1 OPCIONES DE MINIMIZACION DE DESECHOS.

Descripción de técnicas.

Esta sección discute los métodos de minimización de desechos recomendados para los hospitales. Estos métodos fueron identificados a través de un estudio realizado en algunos hospitales estatales del AMSS y a partir de literatura técnica. Los métodos de control pueden ser clasificados generalmente como:

- Métodos de reducción en la fuente de origen: se puede realizar mediante la sustitución de materiales, modificación del proceso o equipo o mejores prácticas de operación.
- Reciclaje.
- Tratamiento. Esta no se incluye dentro de las opciones de minimización.

Las opciones de minimización de desechos, se presentan para algunas corrientes específicas siguiendo una discusión de mejores prácticas de operación que pueden ser usadas en el manejo de todos los desechos hospitalarios.

V.7.1.1.1 MEJORES PRACTICAS DE OPERACION.

Mejores prácticas de operación, son políticas institucionales y procedimientos que resultan en una reducción de desechos. Un mejor manejo, supervisión, seguimiento y control de inventario puede efectivamente reducir la generación de desechos líquidos. Un sistema computarizado de bases de datos constituye un método efectivo y eficiente para el seguimiento y el control de inventario.

Algunas estrategias de operación son:

- Mantener segregadas las corrientes individuales de desechos.
 - Mantener los desechos líquidos peligrosos separados de los desechos no peligrosos. Todo desecho contaminado con un desecho peligrosos llega a ser peligroso.
 - Mantener los desechos químicos peligrosos segregados de los desechos infecciosos.
 - Mantener los desechos reciclables segregados de los desechos no reciclables.
 - Minimizar la dilución de desechos peligrosos.

- Asegurar que la identidad de todo químico y desecho está marcada claramente en los contenedores.

Como mejores prácticas de control y manejo de desechos se incluyen:

- Compra y distribución centralizada de medicamentos y químicos peligrosos.
- Monitorear los flujos de medicamentos y químicos dentro de los servicios o áreas desde la recepción como materia prima hasta su disposición como desechos peligrosos. Este puede ser parcial o totalmente automatizado por el uso de sistemas de computadora y lectores de códigos de barra de las etiquetas de los químicos que entran, similar al los usados en los supermercados.
- Mejorar el control de inventario mediante:
 - El uso de los químicos con limitada vida de estante para agotar los más viejos antes de ordenar o usar los más nuevos.
 - Ordenar productos peligrosos solamente cuando se necesiten y en cantidades mínimas, para evitar la acumulación de productos vencidos.
- Proporcionar entrenamiento a los empleados en el manejo de materiales peligrosos y minimización de desechos. Los departamentos de mayor generación deben tener un programa de entrenamiento de todo el personal que genera o maneja materiales peligrosos. El entrenamiento debe incluir:
 - Peligrosidad de los materiales que manejan.
 - Prevención de derrames.

- Mantenimiento preventivo.
- Preparación y respuesta contra emergencias, incluyendo limpieza de derrames.
- Implementar un programa de reducción de desechos en la institución.
- Establecer un programa interno de reciclaje. Existe tecnología capaz de reciclar solventes de histología y otros a reactivos de alta pureza.

Otras formas de mejorar el manejo de los desechos peligrosos hospitalarios incluyen:

- Todo material nuevo (productos para limpieza, químicos de proceso, etc), que puede resultar en la generación de desechos peligrosos deberá probarse en pequeñas cantidades antes de realizar compras grandes, de esta forma si no funciona como se esperaba se asegura no tener la necesidad de disposición grandes cantidades de material inútil.
- Fomentar con los proveedores de medicamentos y químicos la formación de convenios dentro de un programa de minimización de desecho, teniendo las siguientes responsabilidades:
 - Proporcionar entregas rápidas de los pedidos pequeños.
 - Aceptar el retorno de productos que no hayan sido abiertos.
 - Ofrecer manejo de desechos fuera del sitio de generación.

Estas prácticas aplican para todas las corrientes de desechos. Adicionalmente, mejores prácticas de operación específicas que aplican a ciertas corrientes de desecho son identificadas en las siguientes secciones.

DESECHOS DE FORMALDEHIDO.

El formaldehído es generalmente comprado a una concentración de 37% en agua (formalina). Las soluciones de formaldehído retienen sus propiedades deseadas por tiempos mayores que el necesario en la preservación de los especímenes en ellas, además sus propiedades preservativas pueden ser efectivas a concentraciones menores del 10%. La reutilización de estas soluciones no parece factible, debido a la posible presencia de patógenos.

El formaldehído también es clasificado por muchos autores como un desinfectante de nivel alto a intermedio. Pero comparándolo con el glutaraldehído, no resiste la competencia: uno necesita dos horas de acción; el glutaraldehído sólo 15 minutos. Por esa razón y por otras, entre ellas su grado de carcinogenicidad, Estados Unidos considera excluido su uso como método de desinfección.

DESECHOS QUIMICOS FOTOGRAFICOS.

Estos desechos provienen de los procesos de diagnóstico de imagen tales como los de radiología y resonancia magnética así como de medicina nuclear. Las aguas de desecho provenientes de estas áreas contienen químicos fotográficos y plata removida de las placas. Otros desechos incluyen los químicos deteriorados y fragmentos de placas. Entre las formas para reducir estos desechos tenemos:

- Almacenamiento apropiado de materiales.
- Prueba de materiales vencidos para determinar su efectividad.
- Aumentar la vida útil de los baños del proceso fotográfico.
- Recuperación de la plata y reciclaje de los químicos gastados.

Almacenamiento apropiado de materiales.

Muchos químicos fotográficos son sensibles a la temperatura y a la luz. Las áreas de almacenamiento del papel y placas fotosensitivas deben ser diseñadas apropiadamente para un uso efectivo y económico. Los contenedores de los

químicos fotográficos listan las condiciones de almacenaje recomendadas, estas condiciones incrementarán su vida de estante.

Prueba de materiales vencidos para determinar su efectividad.

Los materiales cuya vida de estante ha expirado no deben ser tirados o desechados automáticamente. En lugar de eso, deben ser probados para determinar su efectividad. Los materiales pueden ser utilizados, antes que llegar a ser un desecho.

Aumento de la vida útil de los baños.

Los desechos del proceso fotográfico puede ser reducido aumentando la vida de los baños en el fijador. Las técnicas incluyen:

1. Adición de tiosulfato de amonio, el cual dobla la concentración permitida de plata en el baño.
2. Uso de un baño ácido stop previo al baño fijador
3. Adición de ácido acético al baño fijador para mantener el pH bajo.

Monitoreando y adicionando químicos reforzadores de los baños de proceso se disminuye la cantidad de químicos desechados. Los baños químicos de proceso deben ser almacenados de tal manera que estén protegidos de la oxidación por exposición al aire. El equipo para revelar las placas que se utiliza en los hospitales estudiados, almacenan los químicos en contenedores plásticos cerrados, de esta forma se reduce la cantidad de químicos degradados por exposición al aire y en consecuencia se aumenta la vida útil de los químicos y del baño.

Recuperación de plata y reciclaje de los químicos gastados.

Básicamente el fotoproceso químico consiste de: el revelador, el fijador y el agua de lavado. Mantener los baños individuales tan descontaminados como sea

posible es un prerrequisito para el éxito del reciclaje de estos químicos. La plata es un componente de la mayoría de papel y placas fotográficas y está presente en las aguas residuales producidas. Se encuentran disponibles varios métodos económicos para recuperar la plata.

Métodos para la recuperación de plata.

Sustitución metálica: El fijador gastado es bombeado hacia de un cartucho conteniendo filamentos de acero. Ocurre una reacción de óxido – reducción y el hierro de los filamentos reemplaza la plata en la solución. La plata se deposita en el fondo del cartucho.

Deposición electrolítica: Es otro, más eficiente, método de recuperación de plata. En una unidad de recuperación electrolítica, un bajo voltaje de corriente directa es creado entre un ánodo de carbón y un cátodo de estaño-acero. La plata metálica se deposita sobre el cátodo. Una vez que la plata es removida, el fijador puede ser reusado en el proceso de revelado mezclando la solución libre de plata con solución fresca.

Existe tecnología para el reuso del revelador y el fijador, entre las que tenemos: oxidación con ozono, electrólisis e intercambio iónico.

La plata también se puede recuperar de las placas y papel fotográfico.

SOLVENTES.

La principales áreas de los hospitales que desechan solventes son las de laboratorio, patología, histología y el departamento de mantenimiento. Las cantidades de desechos varían significativamente dependiendo del tamaño y funciones específicas del hospital. Los solventes son utilizados para desengrasar y limpiar partes en mantenimiento, para fijación y preservación de especímenes en histología y patología y para extracciones en laboratorios.

Para propósitos de manejo de desechos, los solventes pueden ser clasificados como halogenados y no halogenados. Los solventes halogenados son generalmente más tóxicos y persistentes.

El procedimiento rutinario para el manejo de los solventes de desecho en los hospitales estudiados es la descarga al alcantarillado sanitario. Aunque la disposición de los solventes de desecho al alcantarillado sanitario en cualquier concentración se realiza debido a la ausencia de una normativa que regule tales descargas, esta normativa ya está en proceso y podría prohibir esta práctica. Por esta razón es necesario buscar y adoptar opciones que sean ambientalmente amigables o que reduzcan los impactos generados por estas descargas.

Sustitución de materiales.

Las opciones para la reducción en la fuente de los solventes de desecho consisten en la sustitución de los compuestos halogenados con compuestos no halogenados, sustituyendo hidrocarburos del petróleo como xileno o tolueno con simples alcoholes y cetonas, y usando reactivos acuosos siempre que sea posible.

En histología los solventes deben deshidratar tejidos, por ello los solventes acuosos no son deseados. En el pasado, el solvente utilizado era el benceno. Sin embargo, debido a su peligrosidad ha sido reemplazado con el xilol. En el mercado existen un gran número de sustitutos para el xilol, uno o más de los cuales pueden ser sustitutos viables.

Mejores técnicas de laboratorio.

En los hospitales estudiados se observó que el uso de solventes en laboratorios ha disminuido debido a los avances tecnológicos, por ejemplo: inmunoensayos con trazadores radiactivos, instrumentos analíticos ultrasensitivos, etc. los que han reducido o eliminado la necesidad de las extracciones con solventes o fijación.

Los tamaños de los cultivos o especímenes deberán minimizarse en los departamentos de patología, histología y laboratorio.

Reciclo de solventes.

Un importante primer paso en la determinación de la factibilidad de destilar y recuperar los solventes de desecho en el sitio consiste en la separación de las corrientes de desecho de acuerdo a los componentes químicos específicos. Esto puede permitir el uso de un simple equipo de destilación por lotes, el cual es menos caro que el equipo de destilación fraccionada. Ya han sido desarrolladas unidades individuales para el reciclaje de solventes, convenientes para hospitales.

En el caso que la destilación en el sitio no sea factible, la destilación fuera del sitio o deberá ser considerada. Los solventes de desechos que se han mantenido segregados pueden ser más fácilmente reciclables fuera de sitio.

MERCURIO.

Instrumentos de sensores electrónicos.

Quizá la mejor, sino la menos costosa, forma de minimización de los desechos de mercurio es la eliminación de todos los instrumentos que contienen mercurio. La sustitución de los termómetros y los medidores de presión sanguínea a base de mercurio con instrumentos de sensores electrónicos de estado sólido parece ser la principal alternativa para la reducción de los desechos de mercurio. El elevado costo inicial de los instrumentos electrónicos es comúnmente justificado por los costos de limpieza y peligros asociados con los derrames de mercurio.

Apropiada limpieza de derrames.

El mercurio elemental exhibe alta toxicidad vía inhalación, absorción por la piel y por ingestión. Los procedimientos de limpieza de derrames y operaciones de manejo deben ser cuidadosamente diseñados y monitoreados para proteger la salud de los empleados y del público.

RADIONUCLEIDOS.

La reducción en la fuente o la sustitución son las estrategias primarias para la minimización de desechos radioactivos. Se requiere del conocimiento de las propiedades físicas y biológicas de estos nucleidos para habilitar la evaluación de los peligros ambientales asociados con tales desechos.

La tabla IX-B del anexo IX, lista las propiedades de nucleidos comunes usados en hospitales para fines de investigación y tratamiento. El tipo de radiación emitida, energía, vida media física y efectiva y productos de decaimiento deben ser considerados cuando se elige entre varios nucleidos. El objetivo es elegir un nucleido con una corta vida media, baja energía, productos de decaimiento no tóxicos y mínimas cantidades emitidas de radiaciones extrañas. La radiación extraña se refiere a la producción de un tipo de radiación que no es requerida en la prueba o procedimiento.

Los desechos radioactivos necesitan ser segregados y etiquetados apropiadamente con el tipo de isótopo, forma, volumen, laboratorio de origen, actividad y composición química. El principal método de reducción de desechos requiere la ubicación de un espacio donde los materiales radioactivos de corta vida pueden ser aislados y almacenados hasta su decaimiento a niveles aceptables, este debe verificarse mediante un medidor, entonces pueden ser dispuestos como desechos líquidos no radioactivos.

SUSTANCIAS TOXICAS, CORROSIVAS Y QUIMICOS MISCELANEOS.

Durante las operaciones de mantenimiento de edificios, maquinarias e instalaciones se generan desechos como aceites , solventes, químicos del tratamiento de agua, posibles aceites de transformadores viejos y otros desechos. Para lo cual se establecen como oportunidades para minimizar desechos en estas actividades las siguientes:

- Segregar los aceites y solventes reciclables de los desechos no reciclables.
- Colectar los aceites y solventes de desechos para su reciclaje.
- Reemplazar las pinturas de aceite por pinturas de agua en las operaciones de mantenimiento.
- Reducir la generación de desechos de pesticidas, mediante la disminución del uso de pesticidas, empleando métodos no químicos para el control de plagas y preparando y usando solamente las cantidades requeridas.

Los hospitales estudiados utilizan una gran cantidad de sustancias químicas para realizar la desinfección, tanto de desechos como de materiales, instrumentación y superficies de trabajo. La tabla IX-C del anexo IX enumera los tipos de desinfectantes comúnmente usados en las instituciones para la salud. Estas sustancias son dañinas para la salud y el medio ambiente, por esta razón es importante realizar una buena selección de los desinfectantes, que cumpla con las necesidades requeridas y que cause el menor daño posible. La tabla IX-D del anexo IX contiene las propiedades de un desinfectante ideal. Sin embargo, una opción bastante factible para algunos de ellos es la sustitución de la desinfección y esterilización química por la térmica. De esta forma se aprovecha el recurso energético que proporciona el vapor generado en los hospitales.

CONCLUSIONES

1. En los hospitales públicos se detectó que las aguas residuales son vertidas al sistema de alcantarillado. El 85 - 95% de estas aguas residuales provienen de la división médica y administrativa.
2. En los hospitales únicamente las aguas provenientes de cocina reciben tratamiento previo, utilizando para ello trampas para grasa y aceite. El principal tratamiento que reciben los residuos líquidos hospitalarios bioinfecciosos consiste en la desinfección química, utilizando para ello hipoclorito de sodio al 12%.
3. La división de diagnóstico y apoyo es la que descarga la menor cantidad de aguas residuales, oscilando entre el 5% y el 15% del total.
4. De los 8 hospitales estatales del Área Metropolitana de San Salvador, solamente uno de ellos vierte sus aguas residuales a un cuerpo receptor, el resto lo realiza a la red de alcantarillado de ANDA.
5. El personal encargado de manejar y trabajar con sustancias peligrosas no dispone del equipo de protección adecuado, además en estos lugares no existe señalización adecuada acerca del tipo de sustancias que se manejan, los riesgos a su exposición, las prácticas de manejo seguro, eliminación y qué hacer en caso de emergencias.
6. Actualmente no se dispone de ningún método que permita cuantificar de forma individual las consecuencias y la magnitud a corto y largo plazo derivadas de la exposición a citostáticos; pero tampoco hay datos para descartar que una exposición continua a dosis bajas esté exenta a un riesgo ya que los efectos pueden ser subclínicos y no ser evidentes durante años de exposición continuada.

RECOMENDACIONES.

1. Se recomienda que cada hospital establezca las políticas y los procedimientos para el manejo de las aguas residuales que generan, así como las normas internas para la minimización y manejo seguro de los contaminantes que se descargan al alcantarillado.
2. Se recomienda imponer prácticas de segregación de los residuos biológicos y químicos.
3. Se recomienda que los hospitales implementen a corto plazo programas de capacitación para sus trabajadores, desde los médicos a los empleados de seguridad, los operarios, etc. y así asegurar el entendimiento de los riesgos que los desechos acarrearán, cómo protegerse de los mismos y cómo manejarlos.
4. Se recomienda a los hospitales establecer normas de manejo para los medicamentos citotóxicos con la finalidad de reducir el riesgo por exposición a ellos.
5. Es recomendable el reprocesamiento de materiales para su reúso en los hospitales, por lo que debe ser apoyado con inversiones en equipos apropiados y en capacitación, para que pueda desarrollarse de manera segura y eficiente.
6. Se recomienda hacer énfasis en la reducción de materiales peligrosos, por lo que es necesario establecer guías claras para la compra de productos que generen menos residuos peligrosos con el fin de mantener los problemas de manejo de los mismos bajo control.
7. Se deberá realizar un estudio más amplio, que incluya un monitoreo de las aguas residuales, para determinar el grado de contaminación que producen todas las sustancias que los centros de salud generan durante el desarrollo de sus actividades.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aguirre Roque, E. L. y otras (2000). Guía para la Operación y Mantenimiento de los Sistemas de Agua potable y Aguas residuales Intrahospitalarios; Trabajo de Graduación de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador.
2. Angel Ceron, E. A. y otros (2000). Propuesta de una planta para el tratamiento de aguas residuales hospitalarias por el método de desinfección térmica en el Hospital Nacional de Zacamil; Trabajo de graduación de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador.
3. Bonilla Parada, M. B. (2000). Propuesta para el diseño de un sistema de tratamiento físico-químico para aguas residuales del Hospital Nacional de Neumología y Medicina General Dr. José Antonio Saldaña; Trabajo de Graduación de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador.
4. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), "Manual de Disposición de Aguas Residuales. Origen, Descarga, Tratamiento y Análisis de las Aguas Residuales", Lima, 1991.
5. CEPIS-OPS, "Seguridad e higiene del trabajo en los servicios médicos y de salud".
6. CEPIS (hojas de divulgación), "HDT 69/70: Manejo de Residuos en Centros de Atención de Salud".
7. Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York. "Manual de Tratamiento de Aguas Negras". Editorial Limusa, México 1976.
8. Diario Oficial de la Federación, (18 de Octubre de 1993). "Norma Oficial Mexicana NOM-029-ECOL-1993", Normas Oficiales Mexicanas. Legislación General. Instituto Nacional de Ecología.

9. Diario Oficial, (16 de Octubre de 1997). Decreto N° 39, "Reglamento especial de aguas residuales"; Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales de la República de El Salvador.
10. Diario Oficial, (1 de Junio de 2000). Decreto N° 40, "Reglamento Especial de Normas Técnicas de Calidad Ambiental"; Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales de la República de El Salvador.
11. Diario Oficial. Decreto N°50, "Reglamento sobre la calidad del agua. El control de vertidos y las zonas de protección"; Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales de la República de El Salvador.
12. ECO Ingenieros S.A. de C.V. (1998). Estudio de Evaluación de las posibles alternativas en materia de tratamiento de los DSH, en términos de tipología, ubicación y estudio de impacto ambiental de la solución identificada como recomendable; Programa Regional de Desechos sólidos hospitalarios Convenio ALA 91/33, San Salvador.
13. F. Eugene McJunking, "Agua y Salud Humana", OPS, Editorial Limusa, México 1998.
14. Lic. Placido Lemus, entrevista personal (Febrero de 2001). Ecotecnólogo del Departamento de Saneamiento Ambiental del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
15. Lcda. Marcia Zabala, "Manual para el Manejo de Desechos en Establecimientos de Salud", Fundación Natura/Comité Interinstitucional para el Manejo de Desechos Hospitalarios, CEPIS-OPS.
16. Metcalf and Eddy, "Ingeniería de Aguas Residuales. Tratamiento, Vertido y Reutilización", tercera edición, Vol. I, II, Editorial McGraw Hill, México, 1996.

17. Nuñez Rivas, K. M. y otras (2000). Propuesta para la gestión de Residuos Sólidos en la Universidad de El Salvador; Trabajo de Graduación de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador.
18. Recopilación de leyes sobre desechos Peligrosos, Volumen 1 y 2, varios países.
- Arellano Vaganay, J. y otros (1980). El manejo de los desechos sólidos en establecimientos hospitalarios del área metropolitana de Santiago; Publicación I-51, Facultad de Ciencias físicas y matemáticas, Universidad de Chile.
 - Cornejo, J.J., (sin año). Apuntes de Ingeniería Ambiental; Instituto del Medio Ambiente, Universidad de Santiago de Chile.
 - Resolución No. 00189 y Decreto 1591, Diario oficial, Bogota, lunes 23 de junio de 1984, Ministerio del Medio Ambiente, Republica de Colombia.
 - Resolución No. 1158 y 47, Gaceta Oficial No. 34,027 del 11 de agosto de 1988. Instructivo sobre criterios técnicos y procedimientos para el control de la generación y manejo de desechos tóxicos o peligrosos no radiactivos; Ministerio de Sanidad y Asistencial social y del ambiente y de los recursos naturales renovables, Republica de Venezuela.
19. Saenz Torres, T. C. (1996). Manejo de Residuos sólidos y líquidos en los Hospitales de Maternidad, y Nacional Zacamil. Diagnostico y Recomendaciones; Trabajo de Graduación para optar al título de Ingeniero Biomedico de la Universidad Don Bosco.

GLOSARIO DE SIGLAS

ADN: Acido Desoxirribonucleico

AMSS: Area Metropolitana de San Salvador

ANDA: Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados

ARN: Acido Ribonucleico

CDC: Centro de Control de Enfermedades de Atlanta Estados Unidos

CEPIS: Centro Panamericana de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente

CONACYT: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

CRETIB: Corrosividad, Reactividad, Explosividad, Toxicidad, Inflamabilidad y Bioinfectosidad

DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno

DQO: Demanda Química de Oxígeno

EPA: Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos

IARC: Agencia de Investigación contra el Cáncer

IMTA: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

M: Molaridad

MWTA: Grupo de trabajo para el tratamiento de los residuos hospitalarios de Estados Unidos

NMP: Numero más probable

NOM: Norma Oficial Mexicana

NSO: Norma Salvadoreña

OMS: Organización Mundial de la Salud

OSHA: Administración de Salud y Seguridad Ocupacional

PVC: Cloruro de polivinilo

RL: Residuos Líquidos

RLHE: Residuos Líquidos provenientes de hospitales estatales del Area Metropolitana de San Salvador

UFC: Unidades formadoras de colonias

GLOSARIO DE TERMINOS.

ACUÍFERO

Formación geológica, o grupo de formaciones, o parte de una formación, capaz de acumular una significativa cantidad de agua subterránea, la cual puede brotar, o se puede extraer.

AEROBICO

Se aplica a los microorganismos que requieren oxígeno para vivir o desarrollarse.

ALMACENAMIENTO

Implica la tenencia de residuos peligrosos por un período temporal al final del cual estos serán tratados, dispuestos o almacenados en otro lugar.

AMBIENTE (Medio, entorno, medio ambiente)

Sistema constituido por factores naturales, culturales y sociales, interrelacionados entre sí, que condicionan la vida del hombre y que a su vez son constantemente modificados y condicionados por éste.

ANAEROBIO

Organismo que solo puede vivir sin contacto con el oxígeno libre. No requiere oxígeno para vivir o multiplicarse.

ANALISIS MICROBIOLOGICO

Estudio de los pequeños organismos vivientes en las aguas y líquidos contaminados, que tiene por objeto identificarlos y determinar su cantidad.

AUTODEPURACION

Transformaciones físicas, químicas y biológicas que tienden a devolver al cuerpo de agua sus características a través de sucesivas etapas naturales.

BACTERIA

Organismo microscópico con una organización celular primitiva. Se alimentan de materia orgánica descomponiendo los sólidos orgánicos para obtener alimento y energía.

BACTERIAS COLIFORMES

Grupo homogéneo de bacterias que se encuentra normalmente y en abundancia en el intestino humano. Se las utiliza como índice de contaminación de las aguas y por lo general están desprovistas de peligrosidad.

BACTERIAS PATÓGENAS

Son aquellas que producen enfermedades al hombre.

BIODEGRADACION

La transformación de compuestos orgánicos por acción de microorganismos existentes en el suelo, cuerpos de aguas naturales o sistemas de tratamiento de desagües.

BIOSEGURIDAD

Se trata de una traducción literal del inglés "biosecurity". Seguro significa libre, exento de todo peligro, daño o riesgo. Al anteponer el prefijo "bio" y construir la palabra bioseguridad, evocamos inmediatamente el concepto de protección de la vida.

CONTAMINACION

Alteración reversible o irreversible de los ecosistemas o de alguno de sus componentes producida por la presencia o la actividad de sustancias o energías extrañas a un medio determinado.

CONTAMINACION AMBIENTAL

Introducir al medio cualquier factor que anule o disminuya la función biótica.

CONTAMINANTE

Elemento que por acción del hombre empeora la calidad de las aguas. Contenido de sustancias orgánicas y minerales en las aguas.

CONTENEDOR

Se refiere a cualquier recipiente en el cual un material es almacenado, transportado o manipulado de algún modo.

CUERPO RECEPTOR

Curso de agua, océano o lago en el cual es descargado un desagüe. Con sentido más amplio se aplica a otros receptores no hídricos como desagües cloacales.

DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO

Degradación de la materia orgánica. Transformación de la materia orgánica a formas inorgánicas por acción biológica de microorganismos.

DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO

Este ensayo efectúa una combustión húmeda (oxidación) de toda la materia carbonosa presente y en algunos casos también de las sustancias nitrogenadas.

DEPURACIÓN

La remoción por medios naturales o artificiales de materia objetable presente en el medio.

DESCARGA

Indica una situación en la que las sustancias (sólidas o líquidas) previamente tratadas, cumplen con las condiciones límites de descarga que se establecen, tanto en concentración como en cantidad y otros parámetros controlables, (horarios, frecuencias, etc.), para poder ingresar al ambiente.

DESCOMPOSICIÓN

La transformación de sustancias orgánicas complejas en otras más simples por medios químicos o biológicos.

DESCOMPOSICIÓN AEROBICA

Transformación de la materia orgánica por acción de microorganismos que requieren oxígeno libre para su desarrollo.

DISPOSICIÓN FINAL:

Se entiende por disposición final toda operación de eliminación de residuos peligrosos que implique la incorporación de los mismos a cuerpos receptores, previo tratamiento obligatorio en los casos que así corresponda. Constituyen disposiciones finales las siguientes operaciones de eliminación: el depósito permanente dentro o sobre la tierra, la inyección profunda, el embalse superficial, los rellenos

especialmente diseñados, el vertido en extensión de agua dulce y el depósito permanente y los vertidos y emisiones resultantes de operaciones de tratamiento, reciclado, regeneración y reutilización de residuos peligrosos.

ENTEROVIRUS

Se designa a los virus que se eliminan principalmente por vía intestinal. Entre ellos se encuentran los que producen en el hombre la poliomielitis o parálisis infantil y otras enfermedades.

ESTERILIZACION

Dstrucción de todo tipo de microorganismo incluyendo las esporas.

FUGA, ESCAPE, DERRAME

Indica situaciones accidentales en las cuales una sustancia peligrosa o no, tiene posibilidad de ingresar directamente al ambiente.

GASES DISUELTOS

Los efluentes contienen cantidades variables de gases, entre los que se encuentran el oxígeno, dióxido de carbono, nitrógeno, ácido sulfhídrico, metano, etc.

GENERADOR DE RESIDUOS

Toda persona física o jurídica que como resultado de sus actos o de cualquier proceso, operación o actividad produzca residuos que puedan contaminar el ambiente.

GESTION AMBIENTAL

Conjunto de acciones tendientes a ordenar la actividad para un uso adecuado de sus recursos.

INCINERACION

Es un proceso de oxidación térmica a alta temperatura en el cual los residuos peligrosos son convertidos, en presencia de oxígeno, en gases y residuales sólidos incombustibles. Los gases son emitidos a la atmósfera, previa su limpieza hasta colocarlos en condiciones ambientalmente correctas y los residuos sólidos son tratados y/o depositados en un relleno de seguridad.

LAVADO

Remoción de la materia contaminante de cualquier superficie mediante la acción mecánica del agua y detergente.

MANEJO

Es el control sistemático de la recolección, separación en el origen, almacenamiento, transporte, procesamiento, tratamiento, recuperación y disposición final de residuos peligrosos.

MATERIA ORGANICA

Cantidad de sustancia orgánica en el efluente que ejerce un efecto adverso en el cuerpo receptor de agua.

MEDIO AMBIENTE

Conjunto de procesos y factores externos que afectan la vida y el desarrollo de un organismo.

MICROBIOLOGICO

Relativo a los pequeños organismos vivientes que utilizan los compuestos simples como fuente de alimento.

pH

Es el logaritmo de la recíproca de la concentración de ión hidrógeno. El agua neutra, por ejemplo, tiene pH 7 y una concentración de ión hidrógeno de 10^{-7} moles por cada litro de solución.

PLANTA DE DISPOSICION FINAL

Es aquella en la que se realizan las siguientes operaciones de eliminación: (a) depósito dentro o sobre la tierra (b) rellenos especialmente diseñados y (c) depósito permanente.

PLANTA DE TRATAMIENTO

Es aquella instalación industrial que realiza el procesamiento y tratamiento de los residuos asegurando su posterior inocuidad.

POLUCION

Contaminación intensa y perjudicial del ambiente con sustancias extrañas, producidas por los residuos de procesos industriales y/o biológicos. Es una expresión generalizada de ensuciamiento o deterioro de las aguas sin precisar su origen.

RECICLADO

Consiste en la recuperación del residuo mediante diversas técnicas, a efectos de volverlo a introducir en la cadena de comercialización.

RECURSOS HIDRICOS

El total de las aguas superficiales, subterráneas o atmosféricas que pueden ser utilizadas de alguna forma en beneficio del hombre. También se incluyen los recursos hídricos nuevos.

RESIDUO

Es todo objeto, energía o sustancia sólida, líquida o gaseosa que resulta de la utilización, descomposición, transformación, tratamiento o destrucción de una materia y/o energía que carece de utilidad o valor y cuyo destino natural deberá ser su eliminación.

RESIDUOS HOSPITALARIOS

Son el conjunto de desechos que genera un centro de atención de la Salud durante el desarrollo de sus funciones.

RESIDUOS INFECCIOSOS

Desechos que contienen microorganismos o sus toxinas que pueden generar enfermedades en los animales o en el hombre.

RESIDUOS PATOLOGICOS

Los elementos materiales en estado sólido, semisólido, líquido o gaseoso que presentan características de toxicidad y actividad biológica que puedan afectar directa o indirectamente a los seres vivos y causar contaminación.

RESIDUOS PELIGROSOS

Los residuos que pueden causar daño directa o indirectamente en seres vivos o contaminar al ambiente. Se denomina residuo peligroso a todo material que resulte objeto de desecho o abandono y/o ser descartado por su propietario o usado como insumo para otros procesos y pueda perjudicar en forma directa o indirecta, a seres vivos o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general.

SOLIDOS DISUELTOS

Son los sólidos que atraviesan en un ensayo un filtro de amianto normalizado. De los sólidos disueltos totales, un 90 % está disuelto y el resto en estado coloidal.

SOLIDOS SEDIMENTABLES

Son que pueden ser separados por medios físicos y que decantan en un tiempo determinado.

SOLIDOS SUSPENDIDOS

Son aquellos que se encuentran suspendidos en el líquido y son visibles a simple vista. Incluyen partículas flotantes como polvo, arcilla, materia fecal, etc. Están constituidos por 70% de sólidos orgánicos y 30% de inorgánicos.

TRATAMIENTO

Cualquier método, técnica o proceso físico, químico, térmico o biológico, diseñado para cambiar la composición de cualquier residuo peligroso o modificar sus propiedades físicas, químicas o biológicas de modo de transformarlo en no peligroso, o menos peligroso o hacerlo seguro para el transporte, almacenamiento o disposición final; recuperar energía, o materiales o bien hacerlo adecuado para almacenamiento, y/o reducir su volumen. La dilución no está considerada como tratamiento.

VERTIDO

Indica situaciones intencionales en las cuales sustancias o residuos peligrosos son puestos directamente en contacto con el medio, pudiendo derivar esto en una afectación a la salud y/o ambiente, de no cumplimentarse los condicionamientos que se exijan por ley.

VIRUS

Es la estructura biológica mas pequeña. No son observables por medio del microscopio común. Son parásitos y una vez que logran un huésped dirigen su compleja maquinaria para producir nuevos virus. Son los agentes causantes de algunas enfermedades como la hepatitis.

ANEXOS

ANEXO I:
TABLAS SOBRE LAS GENERALIDADES DE LAS AGUAS
RESIDUALES

TABLA I-A: Clasificación Alemana y las sugeridas por la OMS y EPA para residuos hospitalarios.

Organización	Clasificación
Organización Mundial de la Salud	<ul style="list-style-type: none"> • Residuos generales • Residuos patológicos • Residuos radiactivos • Residuos químicos • Residuos infecciosos • Objetos punzo cortantes • Residuos farmacéuticos
Clasificación Alemana	<ul style="list-style-type: none"> • Residuos generales • Residuos patológicos • Residuos radiactivos • Residuos químicos • Residuos infecciosos • Objetos punzo cortantes • Residuos farmacéuticos
Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos de América	<ul style="list-style-type: none"> • Cultivos y muestras almacenadas • Residuos patológicos • Residuos de sangre humana y productos derivados • Residuos punzo cortantes • Residuos de animales • Residuos de aislamiento • Residuos punzo cortantes no usados

FUENTE: Manual para el manejo de desechos en establecimientos de salud.

TABLA I-B: Características físicas, químicas y biológicas del agua residual y sus procedencias.

Características	Procedencia
Propiedades físicas:	
Color	Aguas residuales domésticas e industriales, degradación natural de materia orgánica.
Olor	Agua residual en descomposición, residuos industriales.
Sólidos	Agua de suministro, aguas residuales domésticas e industriales, erosión del suelo, infiltración y conexiones incontroladas.
Temperatura	Aguas residuales domésticas e industriales
Constituyentes químicos:	
Orgánicos: Carbohidratos	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Grasas animales, aceite y grasa	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Pesticidas	Residuos agrícolas
Fenoles	Vertidos industriales
Proteínas	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Contaminantes prioritarios	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Agentes tensoactivos	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Compuestos orgánicos volátiles	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Otros	Degradación natural de materia orgánica
Inorgánicos: Alcalinidad	Aguas residuales domésticas, agua de suministro, infiltración de agua subterránea
Cloruros	Aguas residuales domésticas, agua de suministro, infiltración de agua subterránea

... Continuación

TABLA I-B: Características físicas, químicas y biológicas del agua residual y sus procedencias.

Características	Procedencia
Constituyentes químicos:	
Metales pesados	Vertidos industriales
Nitrógeno	Residuos agrícolas y aguas residuales domésticas
Ph	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales.
Fósforo	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales, aguas de escorrentía.
Contaminantes prioritarios	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales.
Azufre	Agua de suministro; aguas residuales domésticas, comerciales e industriales
Gases:	
Sulfuro de hidrógeno	Descomposición de residuos domésticos
Metano	Descomposición de residuos domésticos
Oxígeno	Agua de suministro, infiltración de agua superficial
Constituyentes biológicos:	
Animales	Cursos de agua y plantas de tratamiento
Plantas	Cursos de agua y plantas de tratamiento
Protistas:	
Eubacterias	Aguas residuales domésticas, infiltración de agua superficial, plantas de tratamiento
Arqueobacterias	Aguas residuales domésticas, infiltración de agua superficial, plantas de tratamiento
Virus	Aguas residuales domésticas

FUENTE: METCALF & EDDY. Ingeniería de aguas residuales, tratamiento, vertido y su reutilización. Editorial Mc Graw Hill Tomo I, (1996).

TABLA I-C: Contaminantes de importancia en el tratamiento del agua residual.

Contaminantes	Razón de la importancia
Sólidos en suspensión	Los sólidos en suspensión pueden dar lugar al desarrollo de depósitos de fango y de condiciones anaerobias cuando se vierte agua residual sin tratar al entorno acuático
Materia orgánica biodegradable	Compuesta principalmente por proteínas, carbohidratos, grasas animales, la materia orgánica biodegradable se mide, en la mayoría de las ocasiones, en función de la DBO (demanda bioquímica de oxígeno) y de la DQO (demanda química de oxígeno). Si se descargan al entorno sin tratar su estabilización biológica puede llevar al agotamiento de los recursos naturales de oxígeno y al desarrollo de condiciones sépticas.
Patógenos	Pueden transmitirse enfermedades contagiosas por medio de los organismos patógenos presentes en el agua residual.
Nutrientes	Tanto el nitrógeno como el fósforo, junto con el carbono, son nutrientes esenciales para el crecimiento. Cuando se vierten al entorno acuático, estos nutrientes pueden favorecer el crecimiento de una vida acuática no deseada. Cuando se vierten al terreno en cantidades excesivas, también pueden provocar la contaminación del agua subterránea
Contaminantes prioritarios	Son compuestos orgánicos o inorgánicos determinados en base a su carcinogenicidad, mutagenicidad, teratogenicidad o toxicidad aguda conocida o sospechada. Muchos de estos compuestos se hallan presentes en el agua residual
Materia orgánica refractaria	Esta materia orgánica tiende a resistir los métodos convencionales de tratamiento. Ejemplos típicos son los agentes tensoactivos, los fenoles y los pesticidas agrícolas
Metales pesados	Los metales pesados son, frecuentemente, añadidos al agua residual en el curso de ciertas actividades comerciales e industriales, y puede ser necesario eliminarlos si se pretende reutilizar el agua residual
Sólidos inorgánicos disueltos	Los constituyentes inorgánicos tales como el calcio, sodio y los sulfatos se añaden al agua de suministro como consecuencia del uso del agua, y es posible que se deban eliminar si se va a reutilizar el agua residual

FUENTE: METCALF & EDDY. Ingeniería de aguas residuales, tratamiento, vertido y su reutilización. Editorial Mc Graw Hill Tomo I., (1996).

TABLA I-D: Períodos de supervivencia de algunos microorganismos.

Agente patógeno	Período de supervivencia		Enfermedad
	En el suelo	En los cultivos	
Virus Enterovirus	Menos de 100 días comúnmente menos de 20 días.	Menos de 60 días comúnmente menos de 15 días.	Gastroenteritis, anomalías cardíacas y meningitis.
Bacterias Salmonella	Menos de 70 días comúnmente menos de 20 días.	Menos de 30 días comúnmente menos de 15 días	Fiebre tifoidea y salmonelosis.
Vibrio cholerae	Menos de 20 días comúnmente menos de 10 días.	Menos de 5 días comúnmente menos de 2 días.	Cólera
Helmintos. Huevos de áscaris lumbricoides y larvas de tenia saginata.	Varios meses	Menos de 60 días comúnmente menos de 30 días.	Ascariasis y teniasis

FUENTE: Aguirre Roque, E. L. y otras (2000).

TABLA I-E: Características de los derivados del mercurio.

Compuestos derivados del mercurio	Características
Derivados orgánicos	<ul style="list-style-type: none"> • Son más tóxicos que otros derivados del mercurio. • Se absorben fácilmente. • Traspasan el tracto intestinal y la placenta. • Dañan irreversiblemente el sistema nerviosos central. • Una vez que han entrado al organismo se detoxifican muy lentamente. • No hay un tratamiento útil para la intoxicación. • Han causado intoxicaciones masivas.
Derivados inorgánicos	<ul style="list-style-type: none"> • Para que los compuestos metálicos del mercurio entren al organismo por vía digestiva, es necesario que antes se transformen en sales o complejos solubles. • Tienen una elevada toxicidad, tanto aguda como crónica.

FUENTE: Manual para el manejo de desechos en establecimientos de salud.

TABLA I-F: Enfermedades transmitidas por contacto con el agua.

Enfermedad o síndrome	Observaciones
Contacto directo	
Ahogamiento.	7,000 muertes anuales por ahogamiento en los EE.UU.
Enfermedades entéricas.	Ingestión durante el baño o la natación.
Infecciones granulosa de la piel.	Microbacterias en al agua. Natación o exposición ocupacional.
Ictiotoxismo.	Celentéreos o pescados venenosos.
Hirudiniasis.	Sanguijuelas acuáticas.
Leptospirosis.	Zoonosis; contacto de la piel herida o ingestión de agua contaminada por orina de ratas infectadas.
Otitis.	Infección del oído debido a la inmersión.
Fiebre feringiconjuntival.	Infección viral asociada a las piscinas.
Meningoencefalitis Amébrica primaria.	Enfermedad rara pero fatal de nadadores y buceadores.
Rinosporidiosis.	Enfermedad producida por hongos y caracterizada por grandes pólipos, con frecuencia en la nasofaringe.
Esquistosomiasis.	Las larvas cercarias libres en el agua penetran en la piel. Más de 200 millones están infectados en todo el mundo. La enfermedad más importante transmitida por contacto con el agua.
Sinusitis.	Infección de los senos nasales debido a la inmersión.
Sarna de los nadadores.	Esquistosomiasis de aves, anormal en el hombre.
Tuberculosis.	Infección producida por el semi-ahogamiento.
Tularemia.	Inoculación de la piel con agua contaminada por la sangre u orina de animales infectados.
Contacto indirecto	
Tripanosomiasis Africana (sólo <i>T. b. Gambiense</i>)	Moscas tsé-tsé ribereñas (por ejemplo, la <i>G. Palpalis</i> vive y pica cerca de los manantiales, especialmente durante las estaciones secas)

TABLA I-G: Virus y enfermedades causadas por virus entéricos.

Grupo de virus	No. De tipos	Enfermedad causada
Enterovirus:		
Virus de la polio.	3	Parálisis, meningitis, fiebre.
Ecovirus.	34	Meningitis, enfermedades respiratorias, erupciones, diarrea, fiebre.
Coxsackievirus A.	24	Herpangina, enfermedades respiratorias, meningitis, fiebre.
Coxsackievirus B.	6	Miocarditis, anomalías cardíacas congénitas, erupciones, fiebre, meningitis, enfermedades respiratorias, pleurodinia.
Enterovirus nuevos.	4	Meningitis, encefalitis, enfermedades respiratorias, conjuntivitis hemorrágica aguda, fiebre.
Hepatitis tipo A (probablemente un enterovirus).	1	Hepatitis infecciosa.
Virus de la gastroenteritis (agentes del tipo Norwalk).	2	Vómitos y diarreas epidémicos, fiebre.
Rotavirus (familia Reoviridae).	?	Vómitos y diarreas epidémicos, principalmente en niños.
Reovirus.	3	No claramente establecidos.
Adenovirus.	+ de 30	Enfermedades respiratorias, infecciones a los ojos.
Parvovirus (asociado a los adenovirus).	3	Asociados a enfermedades respiratorias infantiles, pero sin etiología claramente establecida.

FUENTE: F. EUGENE MC JUNKIN. (1998)

Nota: otros virus que debido a su estabilidad pueden contaminar el agua son los siguientes:

1. Papovavirus del tipo SV40, que aparecen en la orina. El subtipo JC está asociado con la leucoencefalopatía multifocal progresiva.
2. Virus de la enfermedad de Creutzfeld – Jacob (C – J). Al igual que el virus de la comezón de las ovejas (scrapie), el virus C – J resiste al calor y al formaldehído. Produce una encefalopatía esponjiforme, caracterizada por una severa demencia progresiva y ataxia.

TABLA I-H: Clasificación de las enfermedades transmitidas por el agua de acuerdo a su fuente.

Vías de tipo fecal – oral.	
Fuentes microbiológicas, enfermedad o síndrome.	Vías de tipo fecal – oral.
Disentería amébrica (amebiasis).	Epidémica es transmitida principalmente a través del agua, endémicamente se propaga a través del agua, alimentos y contacto mano – a – boca. Es resistente a la cloración.
Ascariasis (lombriz gigante). Disentería bacilar (shigellosis).	Generalmente transmitida a través del suelo, pero también en ocasiones por el agua. También a través de comidas, leche, moscas y contacto directo.
Disentería balantidial (balantidiasis).	Epidémicamente, principalmente a través del agua. Endémicamente, a través del agua, comida y moscas.
Enteritis campilobacteriana.	Sólo recientemente se le ha reconocido como una causa importante de la diarrea pediátrica.
Cólera (Clásico y El tor)	Enfermedad clásica transmitida por el agua. Actualmente pandémica. Alto índice de mortalidad en los casos no tratados.
Coccidiosis.	Rara, benigna.
Diarreas (incluye diarreas infantiles y gastroenteritis).	Síndromes clínicos de etiología variada, generalmente no identificada; atacada especialmente en los países menos desarrollados donde aparecen con frecuencia como una de las principales causas de muerte. Principalmente de vía fecal – oral.
<i>E. coli</i> (enteroinvasiva, enteropatógena y enterotóxica).	Creciente comprensión de su rol en las diarreas de niños y viajeros.
Virus entéricos.	Muchos son patógenos. Su rol no es bien comprendido. Pueden causar enfermedades del sistema nervioso central.
Giardiasis.	Recibe cada vez mayor atención. Es resistente a la cloración.
Virus de hepatitis A.	Varias rutas de transmisión. Incluyendo la fecal – oral. En 1955 – 56 se produjo en Nueva Delhi una epidemia de 30,000 casos.

...Continuación

TABLA I-H: Clasificación de las enfermedades transmitidas por el agua de acuerdo a su fuente.

Vías de tipo fecal – oral.	
Fuentes microbiológicas, enfermedad o síndrome.	Vías de tipo fecal – oral.
Anquilostomiasis y estrongiloidiasis.	Normalmente, la larva del suelo penetra en la piel desnuda, generalmente del pie. También puede transmitirse por agua.
Enfermedad hidatídica (echinococcosis).	Se transmite mediante la ingestión de huevos infectados en agua y alimentos contaminados por heces de perros.
Otros vibriones aparte de cólera.	Cada vez más reconocidos como una causa de diarreas.
Infección viral Norwalk.	Aparentemente, una causa significativa de diarreas.
Fiebre paratifoidea.	Contacto directo o indirecto con heces y orina de paciente o portador. Generalmente se propaga indirectamente a través de alimentos, especialmente leche y mariscos, y ocasionalmente a través del suministro de agua.
Poliomielitis.	Se ha observado transmisión vía agua, pero es rara.
Infección de rotavirus.	Agente de diarrea infantil recientemente identificado. Probablemente fecal – oral.
Salmonelosis.	Enfermedad gastroenterítica aguda, infecciosa; generalmente se propaga a través de alimentos contaminados fecalmente. Se sabe de epidemias transmitidas por agua; por ejemplo, 1500 casos en Riverside, California, en 1996, debido a la contaminación de un sistema público de agua.
Esquistosomiasis.	Puede transmitirse a través del agua, pero la penetración por la piel es la principal puerta de entrada.
Diarrea de viajero.	Frecuentemente causada por uno de los muchos serotipos de bacterias <u><i>E. Coli</i></u> .

...Continuación

TABLA I-H: Clasificación de las enfermedades transmitidas por el agua de acuerdo a su fuente.

Otras vías.	
Ántrax.	Transmisión por agua potable, dudosa, aunque citada por varios autores.
Brucelosis.	Documentada, pero probablemente muy escasa.
Cisticercosis (lombrices de la vejiga).	Ingestión de los huevos a través de alimentos o agua. Infección larval con <i>T. Solium</i> . Otras vías de transmisión. Enfermedad grave.
Gongilonemiasis (lombricilla filiforme escutiforme).	Rara. Ingestión de agua que contiene larvas de insectos huéspedes desintegrados.
Filariasis (Dracontiasis).	Ruta de transmisión compleja con vector intermedio (ciclópodo). No utiliza vía fecal – oral. Se encuentra sólo en los países en vías de desarrollo y se transmite sólo por agua.
Sanguijuelas (Hirudiniasis).	Infestación a través de sanguijuelas acuáticas de corta edad.
Leptospirosis (Enfermedad de Weil).	Una zoonosis. Su transmisión más frecuente es por el contacto de la piel con agua contaminada.
Enfermedad del tremátodo (clonorchiasis y otras).	Ocasionalmente por ingestión de agua potable que contiene metacercaria de pescado descompuesto. La mayoría de casos se da por comer pescado crudo.
Melioidosis.	Rara. Sudeste asiático.
Sparganosis.	Ingestión de agua que contiene ciclópodos infectados con ciertas larvas cestodas. Otras rutas de transmisión.
Tularemia.	Ingestión de aguas no tratadas de cuencas donde dicha infección predomina entre los animales silvestres; los conejos constituyen uno de los varios mecanismos de transmisión.

...Continuación

TABLA I-H: Clasificación de las enfermedades transmitidas por el agua de acuerdo a su fuente.

Fuentes químicas y otras.		
Fuente.	Enfermedad o síndrome.	Observaciones.
Metales	Toxicosis.	Ingestión de metales (provenientes de fuentes naturales o de actividades humanas) con el agua potable, los alimentos o el aire. Estos incluyen arsénico, cadmio, cobre, cromo, plomo, mercurio, selenio, vanadio, zinc y otros. Pueden ser de importancia a nivel regional; por ejemplo, el arsénico en lugares de la Argentina.
Productos químicos orgánicos.	Toxicosis, cánceres, mutaciones congénitas.	Ingestión de ciertos productos químicos, especialmente ciertas sustancias químicas orgánicas sintéticas, incluyendo algunos pesticidas. También algunos productos trihalometanos de la cloración son posibles cancerígenos. En la actualidad no representa un problema de alta prioridad en los países subdesarrollados.
Radionúclidos.	Cánceres.	Radioactividad natural y artificial. En la actualidad no son de alta prioridad en los países subdesarrollados.
Dureza.	Enfermedades cardiovasculares.	Cierta evidencia epidemiológica indica una correlación inversa entre las enfermedades cardiovasculares y la dureza de fluoruros naturales.
Otras.	Metahemoglobinemia.	Grave, algunas veces conduce a un envenenamiento mortal en los niños que ingieren agua de pozos con contenido de nitratos (NO ₃ ⁻) en concentraciones mayores a 45 mg/litro.

FUENTE: METCALF & EDDY. Ingeniería de aguas residuales, tratamiento, vertido y su reutilización. Editorial Mc Graw Hill Tomo I. (1996).

TABLA I-I: Operaciones y procesos unitarios y sistemas de tratamiento utilizados para eliminar la mayoría de los contaminantes presentes en el agua residual.

Contaminante	Operación unitaria, proceso unitario o sistema de tratamiento
Sólidos en suspensión	Desbaste y dilaceración Desarenado Sedimentación Filtración Flotación Adición de polímeros Coagulación / sedimentación Sistemas naturales (tratamiento por evacuación al terreno)
Materia orgánica biodegradable	Variantes de fangos activados Película fija: filtros percoladores Película fija: biodiscos (RBC) Variantes del lagunaje Filtración intermitente en arena Sistemas físico-químicos Sistemas naturales
Compuestos orgánicos volátiles	Arrastre, por aire Tratamiento de gases Adsorción en carbón

...Continuación

TABLA I-I: Operaciones y procesos unitarios y sistemas de tratamiento utilizados para eliminar la mayoría de los contaminantes presentes en el agua residual.

Contaminante	Operación unitaria, proceso unitario o sistema de tratamiento
Patógenos	Cloración Hipocloración Cloruro de bromo Ozonización Radiación UV Sistemas naturales
Nutrientes: Nitrógeno	Variantes de sistemas de cultivo en suspensión con nitrificación y desnitrificación Variantes de sistemas de película fija con nitrificación y desnitrificación Arrastre de amoníaco Intercambio iónico Cloración al breakpoint Sistemas naturales
Fósforo	Adición de sales metálicas Coagulación y sedimentación con cal Eliminación biológica del fósforo Eliminación biológica-química del fósforo Sistemas naturales
Nitrógeno y fósforo	Eliminación biológica de nutrientes

...Continuación

TABLA I-I: Operaciones y procesos unitarios y sistemas de tratamiento utilizados para eliminar la mayoría de los contaminantes presentes en el agua residual.

Contaminante	Operación unitaria, proceso unitario o sistema de tratamiento
Materia orgánica refrac-taria	Adsorción en carbón Ozonación terciaria Sistemas naturales
Metales pesados	Precipitación química Intercambio iónico Sistemas de tratamiento por evacuación al terreno
Sólidos orgánicos Disueltos	Intercambio iónico Osmosis inversa Electrodiálisis

FUENTE: METCALF & EDDY. Ingeniería de aguas residuales, tratamiento, vertido y su reutilización. Editorial Mc Graw Hill Tomo I. (1996).



ANEXO II:
CATEGORIAS PARA DESECHOS PELIGROSOS

Parte A

Categorías de Desechos que hay que Controlar

Corrientes de desechos

- Y1 Desechos clínicos resultantes de la atención médica prestada en hospitales, centros médicos y clínicas
- Y2 Desechos resultantes de la producción y preparación de productos farmacéuticos
- Y3 Desechos de medicamentos y productos farmacéuticos
- Y4 Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de biocidas y productos fitofarmacéuticos
- Y5 Desechos resultantes de la fabricación, preparación y utilización de productos químicos para la preservación de la madera
- Y6 Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de disolventes orgánicos
- Y7 Desechos, que contengan cianuros, resultantes del tratamiento térmico y las operaciones de temple
- Y8 Desechos de aceites minerales no aptos para el uso a que estaban destinados

- Y9 Mezclas y emulsiones de desecho de aceite y agua o de hidrocarburos y agua
- Y10 Sustancias y artículos de desecho que contengan, o estén contaminados por, bifenilos policlorados (PCB), terfenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromados (PBB)
- Y11 Residuos alquitranados resultantes de la refinación, destilación o cualquier otro tratamiento pirolítico
- Y12 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices
- Y13 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de resinas, látex, plastificantes o colas y adhesivos
- Y14 Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan
- Y15 Desechos de carácter explosivo que no estén sometidos a una legislación diferente
- Y16 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de productos químicos y materiales para fines fotográficos

Y17 Desechos resultantes del tratamiento de superficie de metales y plásticos

Y18 Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales.

Desechos que tengan como constituyentes:

Y19 Metales carbonilos

Y20 Berilio, compuestos de berilio

Y21 Compuestos de cromo hexavalente

Y22 Compuestos de cobre

Y23 Compuestos de zinc

Y24 Arsénico, compuestos de arsénico

Y25 Selenio, compuestos de selénio

Y26 Cadmio, compuestos de cadmio

Y27 Antimonio, compuestos de antimonio

Y28 Telurio, compuestos de telurio

Y29 Mercurio, compuestos de mercurio

Y30 Talio, compuestos de talio

Y31 Plomo, compuestos de plomo

Y32 Compuestos inorgánicos de flúor, con exclusión del fluoruro cálcico

Y33 Cianuros inorgánicos

Y34 Soluciones ácidas o ácidos en forma sólida

Y35 Soluciones básicas o bases en forma sólida

Y36 Asbesto (polvo y fibras)

Y37 Compuestos orgánicos de fósforo

Y38 Cianuros orgánicos

Y39 Fenoles, compuestos fenólicos, con inclusión de clorofenoles

Y40 Eteres

Y41 solventes orgánicos halogenados

Y42 Disolventes orgánicos, con exclusión de disolventes halogenados

Y43 cualquier sustancia del grupo de los dibenzofuranos policlorados

Y44 cualquier sustancia del grupo de las dibenzoparadioxinas policloradas

Compuestos organohalogenados, que no sean las sustancias mencionadas en el presente anexo (por ejemplo, Y39, Y41, Y42, Y43, Y44).

Parte B

Categorías de desechos que requieren una consideración especial

Y46 Desechos recogidos de los hogares

Y47 Residuos resultantes de la incineración de desechos de los hogares

Parte C

Lista de Características Peligrosas

Clase de las Naciones Unidas* No. de Código Características

Explosivos

Por sustancia explosiva o desecho se entiende toda sustancia o desecho sólido o líquido (o mezcla de sustancias o desechos) que por si misma es capaz, mediante reacción química, de emitir un gas a una temperatura, presión y velocidad tales que puedan ocasionar daño a la zona circundante.

* Corresponde al sistema de numeración de clases de peligros de las recomendaciones de las Naciones Unidas sobre el transporte de mercaderías peligrosas (ST/SG/AC.10/1/Rev. 5, Naciones Unidas, Nueva York, 1988.)

Líquidos inflamables

Por líquidos inflamables se entiende aquellos líquidos, o mezclas de líquidos, o líquidos con sólidos en solución o suspensión (por ejemplo, pinturas, barnices, lacas, etc. pero sin incluir sustancias o desechos clasificados de otra manera debido a sus características peligrosas) que emiten vapores inflamables a temperaturas no mayores de 60.5°C, en ensayos con cubeta cerrada, o no más de 65.6°C, en ensayos con cubeta abierta. (Como los resultados de los ensayos con cubeta abierta y con cubeta cerrada no son estrictamente comparables, e incluso los resultados obtenidos mediante un mismo ensayo a menudo difieren entre sí, la reglamentación que se apartara de las cifras antes mencionadas para tener en cuenta tales diferencias sería compatible con el espíritu de esta definición.)

Sólidos inflamables

Se trata de los sólidos, o desechos sólidos, distintos a los clasificados como explosivos, que en las condiciones prevalecientes durante el transporte son fácilmente combustibles o pueden causar un incendio o contribuir al mismo, debido a la fricción.

Sustancias o desechos susceptibles de combustión espontánea

Se trata de sustancias o desechos susceptibles de calentamiento espontáneo en las condiciones normales del transporte, o de calentamiento en contacto con el aire, y que pueden entonces encenderse.

Sustancias o desechos que, en contacto con el agua, emiten gases inflamables

Sustancias o desechos que, por reacción con el agua, son susceptibles de inflamación espontánea o de emisión de gases inflamables en cantidades peligrosas.

Oxidantes

Sustancias o desechos que, sin ser necesariamente combustibles, pueden, en general, al ceder oxígeno, causar o favorecer la combustión de otros materiales.

Peróxidos orgánicos

Las sustancias o los desechos orgánicos que contienen la estructura bivalentemente -O-O- son sustancias inestables térmicamente que pueden sufrir una descomposición autoacelerada exotérmica.

Tóxicos (Venenos) agudos

Sustancias o desechos que pueden causar la muerte o lesiones graves o daños a la salud humana, si se ingieren o inhalan o entran en contacto con la piel

Sustancias infecciosas

Sustancias o desechos que contienen microorganismos viables o sus toxinas, agentes conocidos o supuestos de enfermedades en los animales o en el hombre.

Corrosivos

Sustancias o desechos que, por acción química, causan daños graves en los tejidos vivos que tocan, o que, en caso de fuga, pueden dañar gravemente, o hasta destruir, otras mercaderías o los medios de transporte; o pueden también provocar otros peligros.

Liberación de gases tóxicos en contacto con el aire o el agua

Sustancias o desechos que, por reacción con el aire o el agua, pueden emitir gases tóxicos en cantidades peligrosas.

Sustancias tóxicas (con efectos retardados o crónicos)

Sustancias o desechos que, de ser aspirados o ingeridos, o de penetrar en la piel, pueden entrañar efectos retardados o crónicos, incluso la carcinogénesis.

Ecotóxicos

Sustancias o desechos que, si se liberan, tienen o pueden tener efectos adversos inmediatos o retardados en el medio ambiente, debido a la bioacumulación o los efectos tóxicos en los sistemas bióticos.

Otras

Sustancias que pueden, por algún medio, después de su eliminación, dar origen a otra sustancia, por ejemplo, un producto de lixiviación, que posee alguna de las características arriba expuesta.

Prueba

Los peligros que pueden entrañar ciertos tipos de desechos no se conocen plenamente todavía; no existen pruebas para hacer una apreciación cuantitativa de esos peligros. Es preciso realizar investigaciones más profundas a fin de elaborar medios de caracterizar los peligros potenciales que tienen estos desechos para el ser humano o el medio ambiente. Se han elaborado pruebas normalizadas con respecto a sustancias y materiales puros. Muchos Estados han elaborado pruebas nacionales que pueden aplicarse a los materiales enumerados en la parte A, a fin de decidir si estos materiales muestran algunas de las características descritas en la presente parte.

ANEXO III:

**LIMITES PERMISIBLES DE CONTAMINANTES DE AGUAS RESIDUALES EN
OTROS PAISES.**

**Tabla III-A: Artículo 72. Normas para el vertimiento a un cuerpo de agua
(Colombia).**

<i>Referencia</i>	<i>Usuario existente</i>	<i>Usuario Nuevo</i>
PH	5 a 9 unidades	5 a 9 unidades
Temperatura	=40°C	=40°C
Material flotante	Ausente	Ausente
Grasas y aceites	Remoción = 80% en carga	Remoción = 80% en carga
Sólidos suspendidos, domésticos o Industriales	Remoción = 80% en carga	Remoción = 80% en carga
DBO'5: Para desechos domésticos Para desechos Industriales	Remoción = 30% en carga Remoción = 20% en carga	

**Tabla III-B: Artículo 73. Norma para el vertimiento a un alcantarillado público
(Colombia).**

<i>Referencia</i>	<i>Valor</i>	
PH	5 a 9 unidades	
Temperatura	= 40°C	
Ácidos, bases o soluciones ácidas o básicas que pueden causar contaminación; sustancia explosivas o inflamables	Ausentes	
Sólidos sedimentables	< 10 mg/l	
Sustancias solubles en hexano	= 100 mg/l	
	<i>Usuario existente</i>	<i>Usuario nuevo</i>
Sólidos suspendidos para desechos domésticos o Industriales	Remoción = 50% en carga	Remoción = 80% en carga
DBO'5: Para desechos domésticos Para desechos Industriales	Remoción > 30% en carga	Remoción = 80% en carga
	Remoción > 20% en carga	Remoción = 80% en carga
Caudal máximo	1,5 veces el caudal promedio horario	

Tabla III-C: Artículo 74. Concentraciones para el control de la carga de las siguientes sustancias de interés sanitario (Colombia).

<i>Sustancia</i>	<i>Expresada como</i>	<i>Concentración (mg/l)</i>
Arsénico	As	0.5
Bario	Ba	5.0
Cadmio	Cd	0.1
Cobre	Cu	3.0
Cromo	Cr +	0.5
Compuestos fenólicos	Fenol	0.2
Mercurio	Hg	0.02
Níquel	Ni	2.0
Plata	Ag	0.5
Plomo	Pb	0.5
Selenio	Se	0.5
Cianuro	CN-	1.0
Difenil policlorado	[] de azufre activo	No detectable
Mercurio orgánico	Hg	No detectable
Tricloroetileno	Tricloroetileno	1.0
Cloroformo		1.0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	1.0
Dicloroetileno	Dicloroetileno	1.0
Sulfuro de carbono	Sulfuro de carbono	1.0
Otros compuestos organoclorados, cada variedad		0.05
Compuestos organofosforados, cada variedad		0.1
Carbonatos		0.1

Tabla III-D: Niveles máximos de contaminación para toxicidad (Chile).

<i>Contaminante</i>	<i>Concentración máxima, mg/l</i>
Arsénico	5.0
Bario	100.0
Cadmio	0.5
Plomo	5.0
Mercurio	0.2
Plata	5.0
Cromo	5.0
Benceno	0.5
Tetracloruro de carbono	0.5
Clorobenceno	100.0
Cloroformo	6.0
Cloruro de vinilo	0.2
Tricloroetileno	0.5
Tetracloroetileno	0.7
2, 4, 6-triclorofenol	2.0
Penta clorofenol	100.0
Endrin	0.02
Heptaclor	0.008
Lindano	0.4
Silvex	1.0
Toxafeno	0.5
Metoxiclor	10.0

Tabla III-E: Concentraciones máximas permisibles de contaminantes en los desechos (Venezuela).

<i>Parámetro</i>	<i>Concentración de lixiviados (mg/l)</i>	<i>Concentración en líquido (mg/l)</i>
Arsénico	5.0	1.0
Bario	100.0	5.0
Cadmio	2.0	2.0
Cianuros oxidables por cloración	-	2.0
Cromo total	5.0	5.0
Cobre	10.0	5.0
Mercurio	0.2	0.05
Níquel	10.0	5.0
Plomo	5.0	2.0
Selenio	1.0	1.0
Zinc	10.0	10.0
Sulfuros totales	-	5.0
Metales pesados (solo incluye Au, Cd, Cr, Cu, Mg, Ni, Pb y Zn)	10.0	10.0
Compuestos fenólicos	2.0	1.0
Fluoruros	150.0	8.0
Bifenilos policlorados totales	0.01	0.3
Hidrocarburos halogenados totales	1.0	1.0
Hidrocarburos aromáticos monocíclicos totales	1.0	1.0
Grasas y aceites minerales totales	30.0	30.0

ANEXO IV:

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-O29-ECOL-1993, QUE ESTABLECE LOS LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES A CUERPOS RECEPTORES PROVENIENTES DE HOSPITALES.

(Publicada en el Diario Oficial de la Federación de fecha 18 de octubre de 1993)

P R E F A C I O

SERGIO REYES LUJAN, Presidente del Instituto Nacional de Ecología, con fundamento en los artículos 32 fracciones XXIV, XXV y XXIX de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 5° fracciones VIII y XV; 8° fracciones II y VII, 36, 37, 117, 118 fracción II, 119 fracción I inciso a), 123, 171 y 173 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 38 fracción II, 40 fracción X, 41, 43, 46, 47, 52, 62, 63 y 64 de la Ley Federal Sobre Metrología y Normalización; 85, 86 fracciones I, III y VII, 92 fracciones II y IV y 119 fracción I de la Ley de Aguas Nacionales; Primero y Segundo del Acuerdo mediante el cual se delega en el Subsecretario de Vivienda y Bienes Inmuebles y el Presidente del Instituto Nacional de Ecología, la facultad de expedir las normas oficiales mexicanas en materia de vivienda y ecología respectivamente.

En la elaboración de esta norma oficial mexicana participaron:

- **SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL**
Instituto Nacional de Ecología
Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
- **SECRETARIA DE MARINA**
Dirección General de Oceanografía Naval
- **SECRETARIA DE ENERGIA, MINAS E INDUSTRIA PARAESTATAL**
Subsecretaría de Minas e Industria Básica
- **SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS**
Comisión Nacional del Agua
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
- **SECRETARIA DE SALUD**
Dirección General de Salud Ambiental
- **DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL**

- Dirección de Ecología
- **GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO**
Secretaría de Ecología
 - **PETROLEOS MEXICANOS**
Gerencia de Protección Ambiental
 - **CONFEDERACION PATRONAL DE LA REPUBLICA MEXICANA (COPARMEX)**
 - **CONFEDERACION NACIONAL DE CAMARAS INDUSTRIALES (CONCAMIN)**
 - **CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA TRANSFORMACION (CANACINTRA)**

1.OBJETO

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

2.CAMPO DE APLICACION

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

3.REFERENCIAS

NMX-AA-3	Aguas Residuales-Muestreo
NMX-AA-4	Determinación de sólidos sedimentables en aguas residuales-Método del cono imhoff
NMX-AA-5	Aguas-Determinación de grasas y aceites Método de extracción soxhlet
NMX-AA-6	Determinación de materia flotante en aguas residuales. Método visual por malla específica
NMX-AA-8	Aguas-Determinación de pH-Método potenciométrico
NMX-AA-28	Determinación de demanda bioquímica de oxígeno. Método de incubación por diluciones
NMX-AA-30	Análisis de aguas-Demanda química de oxígeno-Método de refluo del dicromato
NMX-AA-34	Determinación de sólidos en agua-Método gravimétrico

NMX-AA-42	Análisis de aguas-Determinación del número más probable de coliformes totales y fecales. Método de tubos múltiples de fermentación
NMX-AA-100	Calidad del agua-Determinación de cloro total-Método Iodométrico
NOM-CCA-001-ECOL	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de las centrales termoeléctricas convencionales.

4.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:

4.1 Aguas residuales de hospitales

Las que se generan por los servicios de hospitales.

4.2 Hospital

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

4.3 Muestra compuesta

La que resulta de mezclar varias muestras simples.

4.4 Muestra simple

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

4.5 Parámetro

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

5.ESPECIFICACIONES

5.1 Las descargas de aguas residuales provenientes de hospitales deben cumplir con las especificaciones que se indican en la tabla 1.

Tabla 1

PARAMETROS	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES	
	PROMEDIO DIARIO	INSTANTANEO
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 flotante (mg/L)	ausente	ausente
Coliformes fecales (NMP/100ml)	1,000	2,000
Cloro libre residual (mg/L)	0.2	0.4

5.1.1 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.

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

5.1.3 En el caso de que el agua de abastecimiento contenga alguno de los parámetros que se encuentran regulados en esta norma, no será imputable al responsable de la descarga, y éste tendrá el derecho a que la autoridad competente le fije, previa solicitud, condiciones particulares de descarga que tomen en consideración lo anterior.

5.2 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 Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos a través de la Comisión Nacional del Agua, fijará condiciones particulares de descarga para señalar límites máximos permisibles más estrictos de los parámetros de la tabla 1; además, podrá

establecer límites máximos permisibles si lo considera necesario, en los siguientes parámetros:

- Fósforo total
- Metales pesados
- Nitrógeno total
- Radioactividad: alfa total y beta total
- Sustancias activas al azul de metileno
- Temperatura
- Tóxicos orgánicos
- Unidades de toxicidad aguda con *Daphnia magna*

5.2.1 Para el caso de tóxicos orgánicos y metales pesados se considerarán los incluidos en el Anexo A de la norma oficial mexicana NOM-CCA-001-ECOL/1993 referida en el punto 3.

6.MUESTREO

6.1 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 éstas en volúmenes proporcionales al caudal, medido en el sitio y en el momento del muestreo, de acuerdo con la tabla 2.

Tabla 2

HORAS POR DIA QUE OPERA EL PROCESO GENERADOR DE LA DESCARGA	NUMERO DE MUESTRAS	INTERVALO ENTRE TOMA DE MUESTRAS SIMPLES (HORAS)	
		MINIMO	MAXIMO
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

6.2 En el caso que durante el período de operación del proceso generador 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 parámetros contaminantes.

6.3 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 6.1, se integrará en los términos que establezca la autoridad competente.

7.METODOS DE PRUEBA

Para determinar los valores de los parámetros señalados en la tabla 1, se deberán aplicar los métodos de prueba que se establecen en las normas mexicanas referidas en el punto 3.

8.VIGILANCIA

La Secretaría 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.

9.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.

10.BIBLIOGRAFIA

10.1 APHA, AWWA, WPCF, 1992. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

(Métodos Normalizados para el Análisis del Agua y Aguas Residuales). 18a. Edición. E.U.A.

10.2 Code of Federal Regulations 40. Protection of Environmental 1992. (Código de Normas Federales 40. Protección al Ambiente) E.U.A.

10.3 Ingeniería Sanitaria y de Aguas Residuales, 1988

Gordon M. Fair, John Ch. Gerey, Limusa, México.

10.4 Industrial Water Pollution Control, 1989.

(Control de la Contaminación Industrial del Agua) Eckenfelder W.W. Jr. 2a. Edición McGraw-Hill International Editions. E.U.A.

10.5 Manual de Aguas para Usos Industriales, 1988.

Sheppard T. Powell Ediciones Ciencia y Técnica, S.A. 1a. Edición. Volúmenes 1 al 4. México.

10.6 Manual del Agua, 1989. Frank N. Kemmer

John McCallion Ed. McGraw-Hill. Volúmenes 1 al 3. México.

10.7 U.S.E.P.A. Development Document for Effluent Limitation Guidelines and New Source Performance Standard for the 1974 (Documento de Desarrollo de la U.S.E.P.A. para Guías de Límites de Efluentes y Estándares de Evaluación de Nuevas Fuentes para 1974).

10.8 Water Treatment Chemicals. An Industrial Guide, 1991. (Tratamiento Químico del Agua. Una Guía Industrial) Flick, Ernest W. Noyes Publications. E. U. A.

10.9 Water Treatment Handbook, 1991. (Manual de Tratamiento de Agua) Degremont 6a. Edición Vol. I y II E.U.A.

10.10 Wastewater Engineering Treatment, Disposal, Reuse, 1991. (Ingeniería en el Tratamiento de Aguas Residuales, Disposición y Reuso) Metcalf and Eddy. McGraw-Hill International Editions. 3a. edición. E.U.A.

11. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

11.1 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 Estados Unidos de América.

12. VIGENCIA

12.1 La presente norma oficial mexicana entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**.

12.2 Se abroga el Acuerdo por el que se expidió la norma técnica ecológica NTE-CCA-029/91, publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 20 de septiembre de 1991.

Dada en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los catorce días del mes de octubre de mil novecientos noventa y tres.- El Presidente del Instituto Nacional de Ecología, **Sergio Reyes Luján**.- Rúbrica.

ANEXO V: FORMULARIOS

FORMULARIO N° 1: ADMINISTRADORES

PARTE I: Datos generales

Fecha en que se lleva a cabo la encuesta: _____ / _____ / _____

Nombre del centro de salud _____

Especialidad _____

Dirección: _____

Tipo de Servicio Asistencial _____

Numero de Tel. _____

Fecha en que inició su funcionamiento: _____ / _____ / _____

Tipo de edificación:

Hospital de niveles _____ No. De pisos _____ Una sola planta: _____

Area de construcción: _____ Area verde: _____

Area para estacionamiento: _____

Número de consultas externas por día: _____

Número de camas de hospitalización: _____

Número de camas ocupadas actualmente: _____

Porcentaje anual de camas ocupadas (factor de ocupación de camas): _____

Número de personal

Personal administrativo: _____

Personal médico: Permanente: _____

No permanente: _____

Personal de enfermería: _____

Personal Técnico: _____

Parte II: Manejo de Residuos Líquidos

1. ¿Existen en el Hospital normas de seguridad para el manejo de los residuos líquidos hospitalarios?

Sí No

2. ¿Qué medidas tiene el hospital para evitar la contaminación del medio ambiente a través de las aguas residuales del mismo? _____

3. ¿Qué tipo de proyectos se tienen para un futuro respecto al manejo de los residuos líquidos de este hospital? _____

4. ¿Tiene el hospital sistema de tratamiento de aguas residuales?

Sí No

5. ¿Utiliza la red de alcantarillado de ANDA para drenar sus aguas residuales?

Sí No

6. ¿Posee datos sobre la caracterización y composición de sus vertidos?

Sí No

FORMULARIO N° 2: PERSONAL TÉCNICO.

1. ¿Recibe o ha recibido algún tipo de programa de concientización sobre el riesgo que representan los residuos líquidos hospitalarios?

Sí No

2. ¿Existen recomendaciones escritas para el manejo de los residuos líquidos hospitalarios?

Sí No

3. ¿Cuáles son las instrucciones que se dan para el manejo de los residuos líquidos?:

- Forma adecuada de separación de los residuos
- Solo se dan instrucciones verbales al personal nuevo
- No se da ninguna instrucción al respecto
- Otros: _____

4. ¿Qué tipo de métodos prefiere para una futura capacitación sobre el adecuado manejo de residuos líquidos?

- Videos
- Revistas sobre apuntes médicos
- Afiches cerca del lugar de generación
- Otros: _____

5. ¿Qué medidas toma para protegerse de enfermedades por el manejo de residuos peligrosos?

- | | | | |
|----------------------|--------------------------|----------------|--------------------------|
| • Usa guantes | <input type="checkbox"/> | Usa mascarilla | <input type="checkbox"/> |
| • Usa gabacha | <input type="checkbox"/> | Usa gorro | <input type="checkbox"/> |
| • Ninguna protección | <input type="checkbox"/> | | |
| • Otro: | _____ | | |

6. Ha sido vacunado contra:

- | | | | |
|-------------|--------------------------|----------|--------------------------|
| • Tétano | <input type="checkbox"/> | Tifoidea | <input type="checkbox"/> |
| • Hepatitis | <input type="checkbox"/> | | |
| • Otros: | _____ | | |

FORMULARIO N° 3: DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

PARTE I: Información del sistema de agua potable

Número de acometidas: _____

Acometida #	Ubicación	Diámetro	Material	Estado/edad

Medidor de Q en acometida	Tipo	Diámetro	Estado/tiempo de funcionamiento

Tipo de sistema de distribución de agua: Directo _____ Indirecto _____

Posee planos del sistema de distribución SI _____ NO _____

Tanques y/o cisternas	Capacidad

Posee sistema de bombeo: SI _____ NO _____

Si su respuesta es SI

¿Cuál es el número de bombas?: _____

Especificaciones:

Bomba	Potencia	Diámetro	Caudal	Año instalación

Continúa: Número y tipo de aparatos sanitarios

Hospitalización	No. de camas	Lavabos	Inodoros	Mingitorios	Duchas	Fregaderos	Lavaderos	Grifos	Otros aparatos sanitarios
Medicina Hombre									
Cirugía Hombres									
Medicina Mujeres									
Cirugía Mujeres									
Ortopedia									
Oftalmología									
Cardiología									
Pediatría									
Nursery									
Neonatología									
Gineco-Obstetricia									
Cuidados Intensivos									
Otros									

* Inodoro convencional
 ** Inodoro de fluxómetro

* Mingitorio con válvula
 ** Mingitorio con fluxómetro

En caso de que el hospital posea cuartos para grupos de pacientes o individuales:

Número de cuartos: _____

Número de cuartos iguales / Número de camas	Lavamanos	Inodoros	Mingitorios	Duchas

Lavadoras de Ropa

Modelo	Capacidad	Tiempo de servicio	Frecuencia de uso	Volumen aprox. De agua por uso

Posee lavadoras para platos en las cocinas SI _____ NO _____

Si su respuesta es SI:

Número de lavadoras: _____ Capacidad: _____

Volumen de agua que emplea: _____ Frecuencia de uso: _____

PARTE III: Información del sistema de drenaje.

Año de construcción: _____ Materiales: _____

Posee planos del sistema de drenaje? SI _____ NO _____

Tuberías de descarga

Diámetro	Material	Edad	Ubicación

Posee algún tipo de pretratamiento para aguas residuales? SI _____ NO _____

Especificaciones del Pretratamiento:

Tipo	Ubicación	Q(lts/seg)

PARTE IV: El papel del Departamento de Mantenimiento en el manejo de los residuos hospitalarios.

1. Como departamento activo dentro del hospital, ¿Qué tipo de residuo líquido genera en el desarrollo de las actividades de mantenimiento? _____

2. ¿Que manejo se les da a los residuos líquidos generados? _____

3. ¿Cuál es el papel actual del departamento de Ingeniería y Mantenimiento en el proceso del manejo de los residuos líquidos hospitalarios? _____

4. Durante el desarrollo de un mantenimiento preventivo/correctivo, el personal del departamento se ve expuesto a manipular equipos altamente contaminados con residuos, especialmente salpicaduras de fluidos corporales, ¿qué medidas se toman para evitar enfermedades por causa de esta exposición a los residuos? _____

5. ¿Cuenta el hospital con alguna planta de tratamiento de residuos líquidos hospitalarios?

Sí No

Si su respuesta es Sí:

Tipo de Tratamiento: _____

Capacidad: _____

Eficiencia: _____

Mantenimiento que recibe: _____

Frecuencia con que recibe mantenimiento: _____

Equipo de seguridad con que cuenta: _____

¿Se prestan servicios a otros hospitales? Sí No

FORMULARIO N° 4: DEPARTAMENTO DE LIMPIEZA

PARTE I: Datos generales del personal

1. ¿En qué horario desempeñan su labor?

- Primer turno. Horario: _____ Numero de trabajadores: _____
- Segundo turno. Horario: _____ Numero de trabajadores: _____
- Tercer turno. Horario: _____ Numero de trabajadores: _____

2. El equipo de protección personal que se proporciona es:

- Uniforme Guantes Calzado
- Mascarilla Gorro
- Otros: _____

3. ¿Ha recibido las vacunas siguientes?

- Tétanos Hepatitis Tifoidea
- Otras: _____

4. ¿Ha recibido algún tipo de capacitación sobre el cuidado que se debe tener en el manejo de los residuos líquidos hospitalarios?

Sí No

5. Al final de su jornada:

- Lava y desinfecta su cuerpo
- Lava y desinfecta sus manos y brazos
- Lava y desinfecta sus manos
- Lava sus manos
- Ninguna
- Otra: _____

6. ¿Qué cantidad de residuos líquidos se manejan por día? _____

7. ¿Con que frecuencia son lavados y desinfectados los contenedores utilizados para los residuos de cada departamento del hospital? _____

8. ¿Qué tipo de desinfectante se utiliza para el proceso de desinfección de los contenedores, equipo e instalaciones? _____

9. Los residuos provenientes de las actividades de limpieza y desinfección de los recipientes, equipo e instalaciones del hospital:
- Se disponen en las alcantarillas
 - Se recolectan y son tratadas
 - No sabe qué se hace
 - Otras: _____

ANEXO VI:

**TABLAS PARA EL CALCULO DE LOS CONSUMOS DE AGUA Y
RESULTADOS DE CARACTERIZACION DE LAS AGUAS
RESIDUALES HOSPITALARIAS.**

Tabla VI-A: Estimaciones de consumo por aparato sanitario y/o actividad (consumo unitario).

<i>Aparato Sanitario</i>	<i>Consumo (lt/uso)</i>	<i>Valor considerado para el cálculo (lt/uso)</i>	<i>Fuente</i>
Inodoro de tanque	15-20	18	Metcalf & Eddy
Inodoro de fluxómetro	30-40 ²	36	Metcalf & Eddy
Lavamanos	2-5	2 ¹	GTZ
Ducha	40-80	60	GTZ
Mingitorio	15-20 ²	18	Metcalf & Eddy
Lava pato	15-20 ³	18	Metcalf & Eddy
Lavabo quirúrgico	6	6	Manual de instalaciones Hidráulicas
Fregadero de cocina	2.35 lt/plato de comida ⁴	2.35 lt/plato de comida ⁴	Manual de instalaciones Hidráulicas
Fregadero de otros usos	678 lt/día ⁵	678 lt/día ⁵	Manual de instalaciones Hidráulicas
Lavadoras	25-45 lt/Kg de ropa	25-45 lt/Kg de ropa	GTZ
Pocetas	1.5 lt/m ²	1.5 lt/m ²	Estimado
Grifos	2 lt/m ² para jardín y parqueo	2 lt/m ² para jardín y parqueo	Norma Peruana

FUENTE: Aguirre Roque, E. L. y otras (2000).

1. Se toma el límite interior porque se considera que el consumo promedio es muy elevado para nuestro medio.
2. Dato obtenido de comparación de gasto según el mismo texto.
3. Dato retomado de gasto de inodoro por tener uso similar
4. Considerando que en una hora se preparan 75 platos.
5. Dato tomado del Manual de Plomería considerando una hora de uso continuo.

Tabla VI-B: Estimaciones de uso de aparatos sanitarios según personas que frecuentan los hospitales.

Personas \ Artefactos Sanitarios empleados y/o actividad	Inodoro (uso / día)	Lavamanos (uso / día)	Duchas (uso / día)	Comidas (comidas/ día)	Ropa sucia (Kg. / día)
Médico no permanente	1-3	2-5	-	-	0.70
Médicos permanentes	3-5	5-8	1 de 2 *	1-3	2.10
Enfermeras	3-5	5-8	1 de 7 *	1-3	0.10
Paramédicos (técnicos)	1-4	2-5	1 de 50 *	1	-
Administrativos	1-3	3-5	1 de 50 *	1	0.04
Pacientes ingresados	6-8	6-9	1	3-4	6.00
Pacientes de consulta externa	1-2	1-2	-	-	0.05
Visitas a pacientes y otros	0.5-1	0.5-1	-	-	-

* Lo que indica que se ducha una persona por cada numero "X"

FUENTE: Aguirre Roque, E. L. y otras (2000).

Tabla VI-C: Valores empleados en el cálculo de consumo por estimaciones de uso de artefactos sanitarios según personas que frecuentan los hospitales.

Personas \ Artefactos Sanitarios empleados y/o actividad	Inodoro (uso / día)	Lavamanos (uso / día)	Duchas (uso / día)	Comidas (comidas/ día)	Ropa sucia (Kg. / día)
Médico no permanente	2	3	-	-	0.70
Médicos permanentes	4	7	1 de 2 *	2	2.10
Enfermeras	4	7	1 de 7 *	2	0.10
Paramédicos (técnicos)	3	3	1 de 50 *	1	-
Administrativos	2	4	1 de 50 *	1	0.04
Pacientes ingresados	7	7	1	3	6.00
Pacientes de consulta externa	1	1	-	-	0.05
Visitas a pacientes y otros	0.5	0.5	-	-	-

* Lo que indica que se ducha una persona de cada numero "X"

FUENTE: Aguirre Roque, E. L. y otras (2000).

Tabla VI-D: Estimaciones de frecuencia de uso por aparatos sanitarios

<i>Aparato Sanitario</i>	<i>Frecuencia (uso / hora)</i>	<i>Uso/ día (12 horas)</i>
Inodoro	4	48
Lavamanos	8	96
Ducha	1	12
Mingitorio	2	24
Lava plato	2	24
Lavabo quirúrgico	-	20 *
Fregadero de cocina **	75 plato de comida/ hr	2.35 lt/plato de comida
Fregadero otros usos	678 lt/día	
Pocetas **	1.5 lt/m ² de edificio	
Grifos **	3 lt/m ² de jardín y parqueo	

* Uso en 24 horas

** Su consumo depende de la dimensión del área a la que sirven.

FUENTE: Aguirre Roque, E. L. y otras (2000).

Tabla VI-E: Número de personas en los hospitales

Hospital	Hospital A	Hospital B	Hospital C
Personas			
Médicos no permanentes	80	40	184
Médicos permanentes	308	157	163
Enfermeras	503	325	262
Técnicos	275	100	85
Administrativos	410	117	290
Pacientes ingresados	469	370	255
Pacientes de consulta externa	800	571	524
Visitas y Otros	2538	634	1558
Porcentaje anual de ocupación	83%	85%	86%

FUENTE: Elaboración propia

Tabla VI-F: Información sobre las lavadoras en los Hospitales

No. De Lavadoras	Marca	Capacidad (Kg)	Tiempo de servicio	Frecuencia de Uso
Hospital C				
3	Dubix de Souza	40	4 años	7 - 8 Lavadas diaria c/u
4	Braun	40	1 año	7 - 8 Lavadas diaria c/u
Hospital B				
2	DINA Wash	181	4	7 - 8 Lavadas diaria c/u
2	Girvan	57	3	7 - 8 Lavadas diaria c/u
1	DINA Wash	45	7	7 - 8 Lavadas diaria
1	Oñate	91	46	7 - 8 Lavadas diaria
Hospital A				
1	-	181	-	5-6 Lavadas diarias
1	-	137	-	5-6 Lavadas diarias
1	-	68	-	5-6 Lavadas diarias

FUENTE: Elaboración propia

RESULTADO DE LA CARACTERIZACION FISICO-QUIMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LAS MUESTRAS DE AGUA RESIDUAL DEL HOSPITALES ESTATALES.

Tabla VI-G: Análisis microbiológico de las aguas residuales del hospital Saldaña.

Análisis	Resultado	Expresado como	Según Norma
Bacterias Coliformes totales	5×10^6	NMP/ 100 ml	1000 UFC/100 ml
Bacterias coliformes fecales	5×10^6	NMP/ 100 ml	1000 UFC/100 ml
<i>Escherichia coli</i>	5×10^6	NMP/ 100 ml	
<i>Salmonella sp</i>	Negativa	-----	-----

Fuente: Bonilla Parada, Marlon Bonifacio. 2000.

NOTA: NMP : Numero más probable
Metodología de análisis : APHA-AWWA-WPCF m³

Tabla VI-H: Análisis físico-químico de las aguas residuales del hospital Saldaña.

Análisis	Resultado	Valor permitido por la norma	Expresado como
Sólidos totales	525.0		ppm
Sólidos suspendidos	73.6	60 o 150	ppm
Sólidos totales disueltos	451.4		ppm
Aceites y grasas	ND	20	Ppm
DQO	269.3	60(Dom.), 400(Ind.)	ppm O ₂
DBO	84.0	60(Dom.), 200(Ind.)	ppm O ₂
Turbidez	63.0	100	Unidades NT
Sulfatos	53.0	400	ppm SO ₄ ⁼
Cloruros	18.1	500	ppm Cl ⁻
Hierro	0.258	5	ppm Fe
Fosfato (soluble)	10.13	3	ppm PO ₄ ⁼
nitratos	1.8	10	ppm NO ₃ ⁻

Fuente: Bonilla Parada, Marlon Bonifacio. 2000.

Nota: ND : No detectable

ppm : mg/litro

Tabla VI-I: Análisis físico-químico de las aguas residuales del Hospital Zacamil.

Análisis	Resultado	Valor permitido por la norma OMS	Expresado como
Sólidos suspendidos	888.0	450	mg/L
Sólidos sedimentables	17.5	2	mg/L
DBO ₅	105.0	400	mg/L
Sólidos totales	1996.00	1000	mg/L

FUENTE: Angel Ceron, E. A. y otros (2000).

Tabla VI-J: Análisis microbiológico de las aguas residuales del Hospital Zacamil.

Análisis	Resultado	Expresado como	Según Norma (NSO 13.07-01.97)
Bacterias Coliformes totales	>=2400	Col/ml	NMP<2.2 colif/100 ml
Bacterias coliformes fecales	POSITIVO	-	NEGATIVO

NMP: Numero más probable

FUENTE: Angel Ceron, E. A. y otros (2000).

ANEXO VII: MEMORIA DE CALCULO

CALCULO DE CONSUMO DE AGUA POR AREA Y/O SERVICIO EN HOSPITALES ESTATALES DEL ÁREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR

PASO 1:

Se calcula el consumo de agua de todo el personal que labora en el hospital, así como de pacientes, visitantes. Este es estimado por el número de veces (frecuencia) que cada persona utiliza un determinado artefacto sanitario en un día y así poder determinar el consumo unitario por persona/día, utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Consumo} = \text{Número de personas} \times \text{Frecuencia de uso según personas} \times \text{Consumo unitario.} \quad \text{Ecuación (1)}$$

Donde :

- ✓ Consumo : es el consumo de todas las personas con igual cargo o función dentro del Hospital
- ✓ Número de personas: es el número de personas con igual cargo o función dentro del Hospital
- ✓ Frecuencia de Uso según personas: es la frecuencia con la cual se usa un determinado artefacto sanitario según la persona que lo emplea.
- ✓ Consumo unitario: es el consumo por aparato sanitario y/o actividad en litros/día

Los resultados obtenidos por este método se presentan en las tablas VIII-D a VIII-F del anexo VIII.

PASO 2 :

El segundo paso fue el calcular el consumo de agua de agua por artefacto sanitario en cada área y/o servicio, este no contempla el consumo por persona, se refiere únicamente al uso de cada artefacto sanitario en esa área.

$$\text{CONSUMO}(i) = \text{Número de Artefactos sanitario}(i) * \text{consumo unitario}(i) * \text{Frecuencia de uso de artefacto}(i) \quad \text{Ecuación (2)}$$

La sumatoria del consumo por artefacto del mismo tipo nos da el consumo total , utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Consumo Total agua por artefactos sanitarios} = \Sigma \text{Consumo (i)} \quad \text{Ecuación (2.1)}$$

Donde :

- Consumo(i) : es el consumo de aparatos sanitarios del mismo tipo
- Número de artefactos sanitarios : es el numero de artefactos sanitarios de cada área o servicio
- Consumo unitario : es el valor de consumo por artefacto
- Frecuencia de uso del artefacto : es la frecuencia de uso de cada aparato sanitario por día

Con la información obtenida por este método se calcula el % del consumo de agua en cada área y/ servicio, para luego aplicar este porcentaje al total obtenido en el paso 1, y así poder estimar el consumo promedio de agua por área.

$$\% \text{Consumo por area} = \text{Ecuación (2)} / \text{Ecuación (2.1)} \times 100 \quad \text{Ecuación (3)}$$

Los resultados utilizando este método se presentan en las tablas VIII-G a VIII-I del anexo VIII.

$$\text{Caudal consumido por area (M}^3\text{/día)} = \% \text{ Consumo por area}(i) (\text{Ec.3}) \times \text{Volumen total consumo (Ec. (1))} \quad \text{Ecuación (4)}$$

EJEMPLO DE CALCULO.

El cálculo del consumo de agua en cada actividad se realiza aplicando la ecuación (1), que involucra los factores: Número de personas, Frecuencia de uso de aparato sanitario por persona por día y el consumo de agua de aparato por cada uso. Se desarrolla un ejemplo de cálculo para el Hospital C.

PASO 1:

Ahora se procede a aplicar el factor de ocupación anual del hospital a los datos de la tabla VI-E del anexo VI para obtener el número de personas a introducir en la ecuación (1).

Número de personas = Número total de personas * factor de ocupación

Médicos no permanentes :	$184 * 0.86 = 158$
Médicos permanentes :	$163 * 0.86 = 140$
Enfermeras(E):	$262 * 0.86 * (2/3)$ Fracción de E en hospital = 150
Técnicos :	$85 * 0.86 = 73$
Administrativos :	$290 * 0.86 = 249$
Pacientes ingresados :	$255 * 0.86 = 219$
Pacientes de consulta externa :	$524 * 0.86 = 451$
Visitas y otros :	$1558 * 0.86 = 1340.$

La frecuencia de uso se obtienen de la tabla VI-C del anexo VI y el consumo unitario de la tabla VI-A del anexo VI.

Consumo en Inodoros:

Médicos no permanentes:	$158 \text{ pers.} * 2(\text{uso}/(\text{pers. día})) * 18 \text{ Lt/uso} = 5688 \text{ Lt/día}$
Médicos permanentes:	$140 \text{ pers.} * 4(\text{uso}/(\text{pers. día})) * 18 \text{ Lt/uso} = 10080 \text{ Lt/día}$
Enfermeras:	$150 \text{ pers.} * 4(\text{uso}/(\text{pers. día})) * 18 \text{ Lt/uso} = 10800 \text{ Lt/día}$
Técnicos:	$73 \text{ pers.} * 3(\text{uso}/(\text{pers. día})) * 18 \text{ Lt/uso} = 3942 \text{ Lt/día}$
Administrativos :	$249 \text{ pers.} * 2(\text{uso}/(\text{pers. día})) * 18 \text{ Lt/uso} = 8964 \text{ Lt/día}$
Pacientes ingresados :	$219 \text{ pers.} * 7(\text{uso}/(\text{pers. día})) * 18 \text{ Lt/uso} = 27594 \text{ Lt/día}$
Pacientes consulta externa:	$451 \text{ pers.} * 1(\text{uso}/(\text{pers. día})) * 18 \text{ Lt/uso} = 8118 \text{ Lt/día}$
Visitas y otros:	$1340 \text{ pers.} * 0.5(\text{uso}/(\text{pers. día})) * 18 \text{ Lt/uso} = 12060 \text{ Lt/día}$

Consumo total en inodoros= 87246 Lt/día

Consumo en Lavamanos:

Médicos no permanentes:	158 pers.*3(uso/(pers. día))*2 Lt/uso = 948 Lt/día
Médicos permanentes:	140 pers.*7(uso/(pers. día))*2 Lt/uso = 1960 Lt/día
Enfermeras:	150 pers.*7(uso/(pers. día))*2 Lt/uso = 2100 Lt/día
Técnicos:	73 pers.*3(uso/(pers. día))*2 Lt/uso = 438 Lt/día
Administrativos :	249 pers.*4(uso/(pers. día))*2 Lt/uso = 1992 Lt/día
Pacientes ingresados :	219 pers.*7(uso/(pers. día))*2 Lt/uso = 3066 Lt/día
Pacientes consulta externa:	451pers.*1(uso/(pers. día))*2 Lt/uso = 902 Lt/día
Visitas y otros:	1340 pers.*0.5(uso/(pers. día))*2 Lt/uso = 1340 Lt/día

Consumo total en lavamanos= 12746 Lt/día

Consumo en Duchas:

Médicos no permanentes:	= 0 Lt/día
Médicos permanentes:	140 pers.*(1/2)(uso/(pers. día))*60 Lt/uso = 4200 Lt/día
Enfermeras:	150 pers.*(1/7)(uso/(pers. día))*60 Lt/uso = 1287 Lt/día
Técnicos:	73 pers.*(1/50)(uso/(pers. día))*60 Lt/uso = 87.6 Lt/día
Administrativos :	249 pers.*(1/50)(uso/(pers. día))*60 Lt/uso = 298.8 Lt/día
Pacientes ingresados :	219 pers.*1(uso/(pers. día))*60 Lt/uso = 13140 Lt/día
Pacientes consulta externa:	= 0 Lt/día
Visitas y otros:	= 0 Lt/día

Consumo total en Duchas= 19013.4 Lt/día

Consumo en Comidas:

Médicos no permanentes:	= 0 Lt/día
Médicos permanentes:	140 pers.*2(comidas/(pers. día))*2.35 Lt/plato = 658 Lt/día
Enfermeras:	150 pers.*2(comidas/(pers. día))*2.35 Lt/plato = 705 Lt/día
Técnicos:	73 pers.*1(comida/(pers. día))*2.35 Lt/plato = 171.55 Lt/día
Administrativos :	249 pers.*1(comida/(pers. día))*2.35 Lt/plato = 585.15 Lt/día
Pacientes ingresados:	219 pers.*3(comidas/(pers. día))*2.35Lt/plato=1543.95 Lt/día
Pacientes consulta externa:	= 0 Lt/día
Visitas y otros:	= 0 Lt/día

Consumo total en comidas= 3663.65 Lt/día

Consumo en ropa sucia:

Médicos no permanentes: 158 pers.*0.7(Kg/(pers. día))*35 Lt/Kg = 3871 Lt/día

Médicos permanentes: 140 pers.*2.1(Kg/(pers. día))*35 Lt/Kg = 10290 Lt/día

Enfermeras: 150 pers.*0.1(Kg/(pers. día))*35 Lt/Kg = 525 Lt/día

Técnicos: = 0 Lt/día

Administrativos : 249 pers.*0.04(Kg/(pers. día))*35 Lt/Kg = 348.6 Lt/día

Pacientes ingresados : 219 pers.*6(Kg/(pers. día))*35 Lt/Kg = 45990 Lt/día

Pacientes consulta externa: 451pers.*0.05(Kg/(pers. día))*35 Lt/Kg = 789.25 Lt/día

Visitas y otros: = 0 Lt/día

Consumo total en ropa sucia= 61813.85 Lt/día

Consumo en Limpieza: 11979.15 m²*1.5 Lt/(día m²) = 17968.73 Lt/día

Consumo en parqueo y jardines: 11396.5 m² * 2 Lt/(día m²) = 22793 Lt/día

El consumo total para el hospital se obtiene sumando todos estos subtotales calculados para las diferentes actividades. Para el Hospital C se obtuvo:

Consumo Total= 225244.625 Lt/día = 225.24 m³/día

PASO 2:

Se hace el cálculo para el área de Terapia Física. El área de terapia física del Hospital C tiene 12 inodoros, 21 lavamanos, 3 duchas y 5 fregaderos, entonces para terapia física se estima el consumo de la siguiente forma:

Terapia Física:

Inodoros: 12 Inodoros*48(usos/día)*18 Lt/uso = 10368 Lt/día

Lavamanos: 21 Lavamanos*96(usos/día)*2 Lt/uso = 4032 Lt/día

Duchas: 3 Duchas*12(usos/día)*60 Lt/uso = 2160 Lt/día

Fregaderos: 5 fregaderos*678 Lt/día = 3390 Lt/día

Consumo Total en Terapia física = 19950 Lt/día

De la misma forma se realiza el cálculo en las demás áreas del Hospital C para las que se tiene el número y tipo de artefacto sanitario.

La suma de los consumos de todas las áreas nos da el consumo total del hospital, en este se incluye el consumo de agua en limpieza y riego que se obtiene también en función del área del hospital. Para el área de lavandería además del agua consumida en los artefactos sanitarios, como lavamanos y otros, se incluye la requerida para el proceso de lavado de ropa.

Para el Hospital C tenemos:

Consumo en Limpieza: $11979.15 \text{ m}^2 \cdot 1.5 \text{ Lt}/(\text{día m}^2) = 17968.73 \text{ Lt}/\text{día}$

Consumo en parqueo y jardines: $11396.5 \text{ m}^2 \cdot 2 \text{ Lt}/(\text{día m}^2) = 22793 \text{ Lt}/\text{día}$

Consumo en lavado de ropa: $7 \text{ lavadoras} \cdot 40(\text{Kg}/\text{lavada}) \cdot 35(\text{Lt}/\text{Kg}) \cdot 7(\text{lavadas}/\text{día})$
 $= 68600 \text{ Lt}/\text{día}$

Consumo en lavandería: Artefactos sanitarios + lavado de ropa

$= 7782 \text{ Lt}/\text{día} + 68600 \text{ Lt}/\text{día} = 76382 \text{ Lt}/\text{día}$

Aplicando la ecuación (2.1) se obtiene que el consumo total por artefacto sanitario para el Hospital C es: $421477.725 \text{ Lt}/\text{día}$.

Para el área de terapia física del Hospital C se estimó que se consume $19950 \text{ Lt}/\text{día}$, igualmente se calculó para cocina, laboratorio, etc. y el consumo total estimado es de $421477.725 \text{ Lt}/\text{día}$, de aquí obtenemos:

Aplicando la Ec. (3) para el área de terapia física tenemos:

$$\% \text{ Agua Consumida en terapia física} = \frac{19950 \text{ Lt}/\text{día}}{421477.725 \text{ Lt}/\text{día}} \cdot 100 = 4.73 \%$$

Como la cantidad de agua residual se calcula como el 80% del agua consumida, entonces tanto el numerador como el denominador de la Ec. (3) se multiplican por 0.8 de donde se obtiene que el porcentaje de agua consumida en un área determinada es igual al porcentaje de agua residual que se descarga de dicha área.

Por ejemplo para el Hospital C el consumo obtenido es de 225.24 m³ y en el área de terapia física se estima que se descarga el 4.73% del total, por lo tanto:

$$\begin{array}{l} \text{Agua residual} \\ \text{Descargada por} = (225.24 \text{ m}^3/\text{día} * 0.8) * 0.0473 = 8.523 \text{ m}^3 \\ \text{Terapia física} \end{array}$$

De la misma forma se realiza para las demás áreas y así se obtiene un estimado de cuánta agua se descarga de cada una de las áreas del hospital.

ANEXO VIII:
TABLAS DE DISTRIBUCION DE APARATOS SANITARIOS Y
RESULTADOS DEL CALCULO DE CONSUMO DE AGUA Y AGUA
RESIDUAL GENERADA POR LOS HOSPITALES A, B Y C.

Tabla VIII-A: Aparatos sanitarios del Hospital A

Area	Aparato					
	Inodoro	Lavamanos	Duchas	Grifos	Fregaderos	Mingitorios
Fábrica de sueros	2	2	0	6	0	0
Nefrología	12	10	6	3	0	0
Endocrinología	3	4	3	4	1	0
Laboratorio	9	16	4	10	15	0
Unidad de emergencia	44	42	14	21	3	0
Relaciones públicas	1	1	0	1	0	0
Capilla	1	1	1	0	0	0
Mantenimiento	3	1	0	0	0	1
Oficina de mantenimiento	1	1	1	0	0	0
Departamento de medicina y cirugía	1	1	0	0	0	0
Jefaturas médicas	3	3	0	0	0	0
Recursos humanos	3	3	0	1	0	0
Departamento de educación	1	1	0	0	0	0
Farmacia central	2	2	0	3	3	0
Dirección	2	2	1	3	1	0
Contabilidad	2	2	1	0	0	0
Tesorería	1	2	0	0	0	0
Administración	2	2	1	2	1	0
"RX" central	6	6	3	5	0	0
Colecturía	1	1	0	0	0	0
Estomatología	1	2	0	2	2	0
Departamento de limpieza	1	1	1	0	0	0
Servicio social	1	1	1	2	1	0
Central de equipos	2	2	0	4	0	0
Morgue	1	1	0	0	0	0
Consulta externa	14	33	0	0	0	0

... Continuación

Tabla VIII-A: Aparatos sanitarios del Hospital A

Aparato \ Area	Aparato					
	Inodoro	Lavamanos	Duchas	Grifos	Fregaderos	Mingitorios
Consulta ojos y otorrino	3	4	0	3	0	0
Fisioterapia	6	6	1	8	2	0
Antigua lavandería	4	1	2	4	0	0
Servicios generales	14	14	2	3	20	0
6° Cirugía mujeres	3	3	2	5	0	0
3° Cirugía mujeres	3	2	2	5	0	0
Servicio ojos y otorrino	3	2	2	5	0	0
Servicio ojos y otorrino mujeres	3	2	2	3	0	0
1° Cirugía mujeres	4	2	3	0	0	0
3° Medicina mujeres	3	2	2	3	0	0
2° Medicina mujeres	6	4	4	4	0	0
Sala de oncología	3	3	2	4	1	0
Gastro-protologá	4	4	1	7	0	0
Cuartos médicos de gastro-proctología	3	3	2	0	0	0
Caseta central	1	1	0	0	0	0
Comisión servicio civil	1	1	0	0	0	0
Cuartos médicos ortopedia	3	1	2	2	0	0
Ortopedias "A" (cólera)	5	4	2	1	0	0
Sobre medicina nuclear	4	4	0	4	0	0
Medicina nuclear	4	4	0	4	0	0
1° Medicina hombres	4	4	2	4	0	0
2° Medicina hombres	5	4	2	4	0	0
4° Cirugía hombres	7	4	4	5	0	0
Ortopedia "C" hombres	3	3	2	5	1	0

...Continuación

Tabla VIII-A: Aparatos sanitarios del Hospital A

Area	Aparato					
	Inodoro	Lavamanos	Duchas	Grifos	Fregaderos	Mingitorios
3° Medicina hombres	5	4	3	4	0	0
Oficina de enfermería	1	1	0	0	0	0
Ortopedia "A"	3	2	2	5	0	0
Salas de urología	12	8	5	6	0	0
Quirófanos centrales	5	4	2	5	32	0
1° Cirugía hombres	4	4	2	4	0	0
Hemato-Oncología	4	3	2	4	0	0
3° Cirugía hombres	5	3	2	3	1	0
2° Cirugía hombres	4	3	2	4	1	0
Terapia respiratoria	1	2	2	2	0	0
Neumología	2	4	1	2	1	0
Biomédica	1	1	0	0	0	0
Catacumbas	2	0	2	2	0	0
Bodega de sueros(Almacén medicamentos)	1	1	1	0	0	0
Almacén medicamentos	2	2	1	2	0	0
Casa médicos residentes	17	17	16	2	1	0
Almacén equipos médicos	2	2	1	2	0	0
Almacén artículos generales	2	2	0	2	0	0
Ulceras y Heridas	5	6	4	5	0	0
Patología	4	5	2	4	5	0
Servicios cancha de basket ball	4	0	0	1	0	0
Transporte	1	1	1	1	0	0
Costurería por transporte	1	1	0	0	0	0
Total	307	301	129	210	92	1

Tabla VIII-B: Distribución de artefactos sanitarios por servicio del hospital B

Servicio	Artefacto						
	Inodoro Fluxómetro	Inodoro Corriente	Lavamanos	Mingitorios	Duchas	Fregaderos	Pocetas
Administración	7	8	16				1
Consulta externa	15	8	20		2	2	1
planificación familiar e infertilidad	7		7				4
División médica y médicos residentes		9	9		8		
Ultrasonografía de clínicas	1		1				
Auditorium de clínicas	5		6			1	1
Anatomía patológica	2		3				1
Cirugía ginecológica y obstétrica		6	5		4	7	3
Anestesiología		1	1		1		4
Aislamiento, alto riesgo, almacén		13	11		8	3	
Banco de sangre, Laboratorio clínico y bacteriología	1	1	5			2	1
Cocina y cafetería		2	5		1	18	1
Emergencia		5	7	1	1	1	1
Arsenal, quirófanos y salas de parto	4	9	16		5	5	6
Radiología		1	1			1	
Ultrasonografía de hospital		1	1				
Farmacia y fórmulas		1	6			1	
Lactarios			2				
Neonatología		2	12		1	3	1
Lavandería		2	3			1	1
Auditorium de Hospital		6	2				

...Continuación

Tabla VIII-B: Distribución de artefactos sanitarios por servicio del hospital B

Artefacto							
	Inodoro Fluxómetro	Inodoro Corriente	Lavamanos	Mingitorios	Duchas	Fregaderos	Pocetas
Servicio							
Mantenimiento		6	6	2			1
Morgue						1	
Puerperio		13	10		6		4
Areas perimetrales							
Totales	42	94	155	3	37	46	31

...Continuación

Tabla VIII-B: Distribución de artefactos sanitarios por servicio del hospital B

Artefacto				
	Grifos	Lava pato	Lavabo quirúrgico	Mesa para autopsias
Servicio				
Administración				
Consulta externa				
planificación familiar e infertilidad				
División médica y médicos residentes				
Ultrasonografía de clínicas				
Auditórium de clínicas				
Anatomía patológica				
Cirugía ginecológica y obstétrica		1		

...Continuación

Tabla VIII-B: Distribución de artefactos sanitarios por servicio del hospital B

Servicio	Artefacto	Grifos	Lava pato	Lavabo quirúrgico	Mesa para autopsias
Anestesiología					
Aislamiento, alto riesgo, almacén				1	
Banco de sangre, Laboratorio clínico y bacteriología					
Cocina y cafetería					
Emergencia			1		-
Arsenal, quirófanos y salas de parto			1	13	
Radiología					
Ultrasonografía de hospital					
Farmacia y fórmulas					
Lactarios					
Neonatología				2	
Lavandería					
Auditorium de Hospital					
Mantenimiento					
Morgue					2
Puerperio					
Áreas perimetrales		7			
Totales		7	3	16	2

Tabla VIII-C: Distribución de artefactos por áreas, Hospital C.

Artefacto Sanitario	Inodoro Europeo	Lavamanos	Mingitorios	Duchas	Fregaderos * 1 poceta	Fregaderos ** 2 pocetas
Areas						
Lavandería	4	7	2	2	1	
Cocina		2				2
Hospitalización médica general	18	32	2	12		4
Unidad de hospitalización de pediatría	17	26		10	2	5
Unidad de hospitalización de cirugía	16	33	2	13	1	3
Unidad de hospitalización de gineco - obstetricia	20	35		12	2	4
Cafetería, Laboratorio	4	10			4	2
Terapia Física	12	21		3	3	2
Cirugía ambulatoria, diagnóstico	11	18	1	4	6	2
Centro de partos	7	9		4	4	1
Emergencia	7	16	1	3	6	3
Consulta Externa, administración	23	40	4		3	3
Cirugía Okeli	2	3		2	1	
Bodegas, talleres y vigilancia	11	11			7	
Morgue	2	4		1		2
Quirófanos	7	4	2	3	7	3
Residencia de médicos	8	5	4	3		
Totales	169	276	18	72	47	36

...continuación

Tabla VIII-C: Distribución de artefactos por áreas, Hospital C.

Artefacto Sanitario Areas	Pocetas	grifos	Lava pato	Lavabo quirúrgico	Lavabo médico	tina	mesa para autopsia
Lavandería	1						
Cocina	2						
Hospitalización médica general			1				
Unidad de hospitalización de pediatría		1	1				
Unidad de hospitalización de cirugía		1	1				
Unidad de hospitalización de gineco - obstetricia		1					
Cafetería, Laboratorio	1						
Terapia Física	1						
Cirugía ambulatoria, diagnóstico	3			1			
Centro de partos	1	1		1			
Emergencia		2	1				
Consulta Externa, administración	3					1	
Cirugía Okeli							
Bodegas, talleres y vigilancia							
Morgue		1					1
Quirófanos					4		
Residencia de médicos							
Totales	12	7	4	2	4	1	1

Tabla VIII-D: Consumo de aguas por frecuencia de uso de aparato sanitario por persona, Hospital A.
Factor de ocupación anual: 83 %

Personas	No. De Personas	Inodoros	Lavamanos	Duchas	Comidas	Ropa sucia	Totales
		(L/día)	(L/día)	(L/día)	(L/día)	(L/día)	(L/día)
Médicos no permanentes	66	2376	396	0	0	1617	4389
Médicos permanentes	256	18432	3584	7680	1203.2	18816	49715.2
Enfermeras	278/417	20016	3892	2385.24	1306.6	973	28572.84
Técnicos	228	12312	1368	273.6	535.8	0	14489.4
Administrativos	340	12240	2720	408	799	476	16643
Pacientes ingresados	389	49014	5446	23340	2742.45	81690	162232.45
Pacientes de consulta externa	664	11952	1328	0	0	1162	14442
Visitas y otros	2107	18963	2107	0	0	0	21070
Total	4328	145305	20841	34086.84	6587.05	104734	311553.89

Cálculo de visitas y otros = 2 veces pacientes ingresados + 2 veces pacientes de consulta externa

Agua empleada en limpieza: $37000 \text{ m}^2 \cdot 1.5 \text{ L/m}^2 = 55500 \text{ Lt/día}$
 Agua empleada en parqueo y jardines: $77000 \text{ m}^2 \cdot 2 \text{ L/m}^2 = 154000 \text{ Lt/día}$
 Fábrica de sueros = 34044.474 Lt/día para enfriamiento
 Nefrología = 16772.237 Lt/día en Osmosis

Consumo total = 571870.6 L/día = 571.87 m³/día

Tabla VIII-E: Consumo de aguas por frecuencia de uso de aparato sanitario por persona, Hospital B.
Factor de ocupación anual: 85 %

Personas	No. De Personas	Inodoros	Lavamanos	Duchas	Comidas	Ropa sucia	Totales
		(L/día)	(L/día)	(L/día)	(L/día)	(L/día)	(L/día)
Médicos no permanentes	34	1224	204	0	0	2915.5	4343.5
Médicos permanentes	133	9576	1862	3990	625.1	34214.25	50267.35
Enfermeras	184/276	13248	2576	1577.14286	864.8	2254	20519.9429
Técnicos	85	4590	510	102	199.75	0	5401.75
Administrativos	99	3564	792	118.8	232.65	485.1	5192.55
Pacientes ingresados	315	39690	4410	18900	2220.75	231525	296745.75
Pacientes de consulta externa	485	8730	970	0	0	2970.625	12670.625
Visitas y otros	629	5661	629	0	0	0	6290
Totales	1964	86283	11953	24687.9429	4143.05	274364.475	401431.468

Cálculo de visitas y otros = 2 veces pacientes ingresados

Cálculo del consumo de Agua en lavado de ropa: Número de personas * Kg ropa sucia/persona * 35 Lt/Kg ropa sucia * 3.5

El consumo en lavado de ropa es aproximadamente 3.5 veces el consumo normal.

Agua empleada en limpieza: $6474 \text{ m}^2 \cdot 1.5 \text{ L/m}^2 = 9711 \text{ Lt/día}$

Agua empleada en parqueo y jardines: $2630 \text{ m}^2 \cdot 2 \text{ L/m}^2 = 5260 \text{ Lt/día}$

Consumo Total = 416402.468 Lt/día = 416.40 m³/día

Tabla VIII-F: Consumo de aguas por frecuencia de uso de aparato sanitario por persona, Hospital C.
Factor de ocupación anual: 86 %

Personas	No. de Personas	Inodoros	Lavamanos	Duchas	Comidas	Ropa sucia	Totales
		(L/día)	(L/día)	(L/día)	(L/día)	(L/día)	(L/día)
Médicos no permanentes	158	5688	948	0	0	3871	10507
Médicos permanentes	140	10080	1960	4200	658	10290	27188
Enfermeras	150/225	10800	2100	1287	705	525	15417
Técnicos	73	3942	438	87.6	171.55	0	4639.15
Administrativos	249	8964	1992	298.8	585.15	348.6	12188.55
Pacientes ingresados	219	27594	3066	13140	1543.95	45990	91333.95
Pacientes de consulta externa	451	8118	902	0	0	789.25	9809.25
Visitas y otros	1340	12060	1340	0	0	0	13400
Total	2780	87246	12746	19013.4	3663.65	61813.85	184482.9

Cálculo de visitas y otros = 2 veces pacientes ingresados + 2 veces pacientes de consulta externa

Agua empleada en limpieza: $11979.15 \text{ m}^2 \cdot 1.5 \text{ L/m}^2 = 17968.73 \text{ Lt/día}$

Agua empleada en parqueo y jardines: $11396.5 \text{ m}^2 \cdot 2 \text{ L/m}^2 = 22793.00 \text{ Lt/día}$

Consumo total = 225244.625 L/día = 225.24 m³/día

Tabla VIII-G: Cálculo de consumo de agua potable del Hospital A según el número de artefactos sanitarios.

Aparato	Inodoro	Lavamanos	Duchas	Otros		Fregaderos	Total	Porcentaje
	Lts/día	Lts/día	Lts/día		Lts/día	Lts/día	Lts/día	
Fábrica de sueros	1728	384			34044.4735		36156.4735	4.86
Nefrología	10368	1920	4320		16772.2368		33380.2368	4.49
Endocrinología	2592	768	2160			678	6198	0.83
Laboratorio	7776	3072	2880			10170	23898	3.21
Unidad de emergencia	38016	8064	10080			2034	58194	7.82
Relaciones públicas	864	192					1056	0.14
Capilla	864	192	720				1776	0.24
Mantenimiento	2592	192		1M	432		3216	0.43
Oficina de mantenimiento	864	192	720				1776	0.24
Departamento de medicina y cirugía	864	192					1056	0.14
Jefaturas médicas	2592	576					3168	0.43
Recursos humanos	2592	576					3168	0.43
Departamento de educación	864	192					1056	0.14
Farmacia central	1728	384				2034	4146	0.56
Dirección	1728	384	720			678	3510	0.47
Contabilidad	1728	384	720				2832	0.38
Tesorería	864	384					1248	0.17
Administración	1728	384	720			678	3510	0.47
"RX" central	5184	1152	2160				8496	1.14
Colecturía	864	192					1056	0.14
Estomatología	864	384				1356	2604	0.35
Departamento de limpieza	864	192	720				1776	0.24
Servicio social	864	192	720			678	2454	0.33
Central de equipos	1728	384					2112	0.28
Morgue	864	192					1056	0.14
Consulta externa	12096	6336					18432	2.48
Consulta ojos y otorrino	2592	768					3360	0.45
Fisioterapia	5184	1152	720			1356	8412	1.13

...Continuación

Tabla VIII-G: Cálculo de consumo de agua potable del Hospital A según el número de artefactos sanitarios.

Aparato	Inodoro	Lavamanos	Duchas	Otros		Fregaderos	Total	Porcentaje
	Lts/día	Lts/día	Lts/día		Lts/día	Lts/día	Lts/día	
Antigua lavandería	3456	192	1440				5088	0.68
Servicios generales	12096	2688	1440			42300	58524	7.87
6° Cirugía mujeres	2592	576	1440				4608	0.62
3° Cirugía mujeres	2592	384	1440				4416	0.59
Servicio ojos y otorrino	2592	384	1440				4416	0.59
Servicio ojos y otorrino mujeres	2592	384	1440				4416	0.59
1° Cirugía mujeres	3456	384	2160				6000	0.81
3° Medicina mujeres	2592	384	1440				4416	0.59
2° Medicina mujeres	5184	768	2880				8832	1.19
Sala de oncología	2592	576	1440			678	5286	0.71
Gastro-proctología	3456	768	720				4944	0.66
Cuartos médicos de gastro-proctología	2592	576	1440				4608	0.62
Caseta central	864	192					1056	0.14
Comisión servicio civil	864	192					1056	0.14
Cuartos médicos ortopedia	2592	192	1440				4224	0.57
Ortopedias "A" (cólera)	4320	768	1440				6528	0.88
Sobre medicina nuclear	3456	768					4224	0.57
Medicina nuclear	3456	768					4224	0.57
1° Medicina hombres	3456	768	1440				5664	0.76
2° Medicina hombres	4320	768	1440				6528	0.88
4° Cirugía hombres	6048	768	2880				9696	1.30
Ortopedia "C" hombres	2592	576	1440			678	5286	0.71
3° Medicina hombres	4320	768	2160				7248	0.97
Oficina de enfermería	864	192					1056	0.14
Ortopedia "A"	2592	384	1440				4416	0.59
Salas de urología	10368	1536	3600				15504	2.08
Quirófanos centrales	4320	768	1440			21696	28224	3.79

...Continuación

Tabla VIII-G: Cálculo de consumo de agua potable del Hospital A según el número de artefactos sanitarios.

Aparato	Inodoro	Lavamanos	Duchas	Otros		Fregaderos	Total	Porcentaje
	Lts/día	Lts/día	Lts/día		Lts/día	Lts/día	Lts/día	
1° Cirugía hombres	3456	768	1440				5664	0.76
Hemato-Oncología	3456	576	1440				5472	0.74
3° Cirugía hombres	4320	576	1440			678	7014	0.94
2° Cirugía hombres	3456	576	1440			678	6150	0.83
Terapia respiratoria	864	384	1440				2688	0.36
Neumología	1728	768	720			678	3894	0.52
Biomédica	864	192					1056	0.14
Catacumbas	1728		1440				3168	0.43
Bodega de sueros(Almacén medicamentos)	864	192	720				1776	0.24
Almacén medicamentos	1728	384	720				2832	0.38
Casa médicos residentes	14688	3264	11520			678	30150	4.05
Almacén equipos médicos	1728	384	720				2832	0.38
Almacén artículos generales	1728	384					2112	0.28
Ulceras y Heridas	4320	1152	2880				8352	1.12
Patología	3456	960	1440			3390	9246	1.24
Servicios cancha de basket ball	3456						3456	0.46
Transporte	864	192	720				1776	0.24
Costurería por transporte	864	192					1056	0.14
Áreas perimetrales					54000		54000	7.26
Limpieza					45000		45000	6.05
Lavandería					86734.6939		86734.6939	11.66
Total	265248	57792	92880	0	236983.404	91116	744019.404	100.00

Tabla VIII-H: Cálculo de consumo de agua potable del Hospital C según el número de artefactos sanitarios.

Servicios	Artefacto	Inodoro Fluxó.	Inodoro Corriente.	Lavamanos	Duchas	Fregaderos	Otros		Total	Porcentaje
		Lts/día	Lts/día	Lts/día	Lts/día	Lts/día	Lts/día	Lts/día	Lts/día	
Administración		12096	6912	3072	0	0		0	22080	4.51
Consulta externa		15552	6912	2688	1440	1356		0	27948	5.71
planificación familiar e infertilidad		12096	0	1344	0	0		0	13440	2.75
División médica y médicos residentes		0	7776	1728	5760	0		0	15264	3.12
Ultrasonografía de clínicas		1728	0	192	0	0		0	1920	0.39
Auditórium de clínicas		8640	0	1152	0	678		0	10470	2.14
Anatomía patológica		3456	0	576	0	0		0	4032	0.82
Cirugía ginecológica y obstétrica		0	5184	960	2880	4746	1LP	432	14202	2.90
Anestesiología		0	864	192	720	0		0	1776	0.36
Aislamiento, alto riesgo, almacén		0	11232	2112	5760	2034	1LQ	120	21258	4.35
Bco. de sangre, Lab. clínico y bacterio.		1728	864	960	0	1356		0	4908	1.00
Cocina y cafetería		0	1728	960	720	38070		0	41478	8.48
Emergencia		0	4320	1344	720	678	1M, 1LP	864	7926	1.62
Arsenal, quirófanos y salas de parto		6912	7776	3072	3600	3390	1LP, 13LQ	1992	26742	5.47
Radiología		0	864	192	0	678		0	1734	0.35
Ultrasonografía de hospital		0	864	192	0	0		0	1056	0.22
Farmacia y fórmulas		0	864	1152	0	678		0	2694	0.55
Lactarios		0	0	384	0	0		0	384	0.08
Neonatología		0	1728	2304	720	2034	2LQ	240	7026	1.44
Lavandería		0	1728	576	0	678		192780	195762	40.02
Auditórium de Hospital		0	5184	384	0	0		0	5568	1.14
Mantenimiento		0	5184	1152	0	0	2M	864	7200	1.47
Morgue		0	0	0	0	678	2 mesa autop.	2	680	0.14
Puerperio		0	11232	1920	4320	0		0	17472	3.57
Áreas perimetrales		0	0	0	0	0		5260	5260	1.08
Limpieza(6474 m2)		0	0	0	0	0		9711	9711	1.99
Colposcopia		10368	0	1152	0	0	3M, 3LP, 16LQ	0	11520	2.35
Oncología		0	6912	0	1440	1356		0	9708	1.98
Totales		62208	81216	28608	26640	57054		207751	489219	100.00

Tabla VIII-I: Cálculo de consumo de agua potable del Hospital B según el número de artefactos sanitarios.

Áreas	Artefacto Sanitario						Totales	Porcentaje
	Inodoro	Lavamanos	Duchas	Fregaderos	Otros			
Administración	8640	1920	0	678		0	11238	2.67
Lavandería	3456	1344	1440	678	2M, lav. Ropa	69464	76382	18.12
Cocina	0	384	0	4230		0	4614	1.09
Hospitalización médica general	15552	6144	8640	2712	1LP, 2M	1296	34344	8.15
Unidad de hospitalización de pediatría	14688	4992	7200	4746	1LP	432	32058	7.61
Unidad de hospitalización de cirugía	13824	6336	9360	2712	1LP, 2M	1296	33528	7.96
Unidad de hospitali. de gineco - obstetricia	17280	6720	8640	4068		0	36708	8.71
Cafetería, Laboratorio	3456	1920	0	4068		0	9444	2.24
Terapia Física	10368	4032	2160	3390		0	19950	4.73
Cirugía ambulatoria, diagnóstico	9504	3456	2880	1356	1 LQ, 1M	552	17748	4.21
Centro de partos	6048	1728	2880	3390	1 LQ	120	14166	3.36
Emergencia	6048	3072	2160	6102	1LP, 1Tina, 1M	1044	18426	4.37
Consulta Externa	11232	5760	0	3390	4M	1728	22110	5.25
Hospitalización ortopedia	1728	576	1440	678		0	4422	1.05
Bodegas, talleres y vigilancia	9504	2112	0	0		0	11616	2.76
Morgue	1728	768	720	1356	1 mesa Autp.	500	5072	1.20
Quirófanos	6048	768	2160	6780	4LQ, 2M	1344	17100	4.06
Residencia de médicos	6912	960	2160	0	4M	1728	11760	2.79
Limpieza(1979.15 m2)	0	0	0	0		17968.725	17968.725	4.26
Jardines y parqueo(11392.5 m2)	0	0	0	0		22793	22793	5.41
Totales	146016	52992	51840	50334		109361.725	421447.725	100.00

LQ: Lavabo quirúrgico LP: Lava pato M: Mingitorio

Tabla VIII-J: Areas de la división Administrativa del Hospital A.

Area	Agua Residual	
	Porcentaje	m ³
Oficinas y otros		
Relaciones públicas	0.14	0.649
Capilla	0.24	1.092
Recursos humanos	0.43	1.948
Dirección	0.47	2.158
Contabilidad	0.38	1.741
Tesorería	0.17	0.767
Administración	0.47	2.158
Colecturía	0.14	0.649
Departamento de educación	0.14	0.649
Caseta central	0.14	0.649
Comisión servicio civil	0.14	0.649
Catacumbas	0.43	1.948
Servicios cancha de basket ball	0.46	2.125
Transporte	0.24	1.092
Costurería por transporte	0.14	0.649
Sub total	4.14	18.927
Mantenimiento		
Mantenimiento	0.43	1.978
Oficina de mantenimiento	0.24	1.092
Central de equipos	0.28	1.299
Biomédica	0.14	0.649
Sub total	1.10	5.018
Servicios Generales		
Departamento de limpieza	0.24	1.092
Antigua lavandería	0.68	3.129
Servicios generales	7.87	35.986
Areas perimetrales	7.26	33.204
Limpieza	6.05	27.670
Morgue	0.14	0.649
Lavandería	11.66	53.333
Sub total	33.89	155.064
Suministros y Almacenes		
Bodega de sueros(Almacén medicamentos)	0.24	1.092
Almacén medicamentos	0.38	1.741
Almacén equipos médicos	0.38	1.741
Almacén artículos generales	0.28	1.299
Sub total	1.28	5.874
Total	100	184.880

Tabla VIII-K: Áreas de la División Médica del Hospital A.

Area	Agua Residual	
	Porcentaje	m ³
Consulta Externa		
Consulta externa	2.48	11.334
Consulta ojos y otorrino	0.45	2.066
Sala de oncología	0.71	3.250
Salas de urología	2.08	9.533
Sub total	5.72	26.184
Cirugía		
6° Cirugía mujeres	0.62	2.833
3° Cirugía mujeres	0.59	2.715
1° Cirugía mujeres	0.81	3.689
4° Cirugía hombres	1.30	5.962
Quirófanos centrales	3.79	17.355
1° Cirugía hombres	0.76	3.483
3° Cirugía hombres	0.94	4.313
2° Cirugía hombres	0.83	3.782
Sub total	9.65	44.132
Medicina		
Nefrología	4.49	20.525
Endocrinología	0.83	3.811
Estomatología	0.35	1.601
Servicio ojos y otorrino	0.59	2.715
Servicio ojos y otorrino mujeres	0.59	2.715
3° Medicina mujeres	0.59	2.715
2° Medicina mujeres	1.19	5.431
Gastro-protología	0.66	3.040
Cuartos médicos de gastro-proctología	0.62	2.833
Cuartos médicos ortopedia	0.57	2.597
Ortopedias "A" (cólera)	0.88	4.014
1° Medicina hombres	0.76	3.483
2° Medicina hombres	0.88	4.014
Ortopedia "C" hombres	0.71	3.250
3° Medicina hombres	0.97	4.457
Ortopedia "A"	0.59	2.715
Hemato-Oncología	0.74	3.365
Terapia respiratoria	0.36	1.653
Neumología	0.52	2.394
Ulceras y Heridas	1.12	5.136
Sub total	18.03	82.467
Otros		
Departamento de medicina y cirugía	0.14	0.649
Jefaturas médicas	0.43	1.948
Oficina de enfermería	0.14	0.649
Casa médicos residentes	4.05	18.539
Sub total	4.76	21.786
Unidad de Emergencia	7.82	35.776
Total	100	210.350

Tabla VIII-L: Distribución de las aguas residuales por área en el Hospital A.

División Administrativa		
Área	Agua Residual Generada	
	Porcentaje	m3
Otros	4.14	18.93
Mantenimiento	1.10	5.02
Servicios Generales	33.89	155.06
Suministro y Almacenes	1.28	5.87
Sub total	40.41	184.87
División Médica		
Consulta Externa	5.72	26.18
Cirugía	9.65	44.13
Medicina	18.03	82.47
Unidad de emergencia	7.82	35.78
Otros	4.76	21.79
Sub total	45.98	210.36
División de Diagnóstico y Apoyo		
Fábrica de sueros	4.86	22.23
Laboratorio	3.21	14.69
Farmacia central	0.56	2.55
"RX" central	1.14	5.22
Medicina nuclear	1.14	5.22
Patología	1.24	5.69
Servicio social	0.33	1.51
Fisioterapia	1.13	5.17
Sub total	13.61	62.27
Total	100.00	457.5

Tabla VIII-M: Distribución de las aguas residuales por área en el Hospital B.

Area	Agua Residual Generada	
	Porcentaje	m3
División Administrativa		
Administración	4.51	15.03
Auditórium de clínicas	2.14	7.13
Cocina y cafetería	8.48	28.24
Lavandería	40.02	133.30
Auditórium de Hospital	1.14	3.79
Mantenimiento	1.47	4.90
Áreas perimetrales	1.08	3.58
Limpieza(6474 m2)	1.99	6.61
Sub total	60.82	202.59
División Médica		
Consulta externa	5.71	19.03
División médica y médicos residentes	3.12	10.39
Cirugía ginecológica y obstétrica	2.90	9.67
Anestesiología	0.36	1.21
Aislamiento, alto riesgo, almacén	4.35	14.48
Emergencia	1.62	5.40
Arsenal, quirófanos y salas de parto	5.47	18.21
Lactarios	0.08	0.26
Neonatología	1.44	4.78
Puerperio	3.57	11.90
Oncología	1.98	6.61
Sub total	30.60	101.94
División de Diagnóstico y Apoyo		
Ultrasonografía de clínicas	0.39	1.31
Anatomía patológica	0.82	2.75
Banco de sangre, Laboratorio clínico y bacteriología	1.00	3.34
Radiología	0.35	1.18
Ultrasonografía de hospital	0.22	0.72
Farmacia y fórmulas	0.55	1.83
Morgue	0.14	0.46
Coloscopia	2.35	7.84
planificación familiar e infertilidad	2.75	9.15
Sub total	8.58	28.59
TOTAL	100	333.12

Tabla VIII-N : Distribución de las aguas residuales por área en el Hospital C.

Área	Agua Residual Generada	
	Porcentaje	m3
División Administrativa		
Administración	2.67	4.80
Lavandería	18.12	32.66
Cocina	1.09	1.97
Bodegas, talleres y vigilancia	2.76	4.97
Limpieza(1979.15 m2)	4.26	7.68
Jardines y parqueo(11392.5 m2)	5.41	9.75
Sub total	34.31	61.83
División Médica		
Hospitalización médica general	8.15	14.68
Unidad de hospitalización de pediatría	7.61	13.71
Unidad de hospitalización de cirugía	7.96	14.34
Unidad de hospitalización de gineco - obstetricia	8.71	15.69
Cirugía ambulatoria, diagnóstico	4.21	7.59
Centro de partos	3.36	6.06
Emergencia	4.37	7.88
Consulta Externa	5.25	9.45
Hospitalización ortopedia	1.05	1.89
Quirófanos	4.06	7.31
Residencia de médicos	2.79	5.03
Sub total	57.51	103.63
División de Diagnóstico y Apoyo		
Cafetería, Laboratorio	2.24	4.04
Morgue	1.20	2.17
Terapia Física	4.73	8.53
Sub total	8.18	14.74
TOTAL	100	180.19

ANEXO IX:

CARACTERISTICAS DE RADIONUCLEIDOS Y DESINFECTANTES

Tabla IX-A: Combinaciones aceptables de radionúclidos en desechos líquidos radioactivos.

	H-3	C-14	P-32	P-33	S-35	Ca-45	Cr-51	Rb-86	I-125	I-131
H-3	X	X	X	X	X		X	X		X
C-14	X	X	X	X	X		X	X		X
P-32	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
P-33	X	X	X	X	X		X	X		X
S-35	X	X	X	X	X		X	X		X
Ca-45			X			X		X		X
Cr-51	X	X	X	X	X		X	X		X
Rb-86	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
I-125			X					X	X	X
I-131	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

FUENTE: ORS Radiation Safety, Northvestem University.

Tabla IX-B: Propiedades de radionucleidos usados en los hospitales.

Nucleido ¹	Tipo de radiación	Energía (MeV)	Vida media física ²	Vida media efectiva ³	R/hr por Ci en un metro	Productos de decaimiento
Carbono-14	Beta, no gamma	0.156 max	5730 años	12 días	N.A. ⁴	N-14 (estable)
Fósforo	Beta, no gamma	1.7 max	14 días	14 días	N.A.	S-32 (estable)
Cromo-51	Gamma	0.32	28 días	27 días	0.018	V-51 (estable)
Galio-67	Gamma	0.093 (40%)	78 hrs			Zn-67 (estable)
Tecnesio-99	Gamma	0.14	6 hrs	5 hrs.	0.059	Tc-99 (radioactivo), Rutenio-99 (estable)
Indio-111	Gamma	0.173	2.8 días			Cadmio-111
Yodo-125	Gamma	0.035	60 días	42 días	0.07	Te-125 (estable)
Tritio	Beta, no gamma	0.0186 max	12.3 años	8 días	N.A.	He-3 (estable)
Yodo-131	Beta Gamma	0.606 max 0.365	8 días		0.21	Xe-131 (estable)
Cesio-137	Beta Gamma	1.176 max (7%) 0.514 max 0.662	30 años	70 días	0.32	Barrio-137 (estable)
Bario-137m	Gamma	0.662	2.5 min.			Bario-137 (estable)
Iridio-192	Beta Gamma	0.666 max 0.317, 0.468	74 días			Platino-192 (estable)
Radio-226	Alfa Gamma	4.78 0.186	1600 años	44 años	0.825	Radón-226 (radioactivo)
Cobalto-60	Beta gamma	0.318 max	5.27 años	10 días	1.33	Niquel-60 (estable)

Fuente: California, DSH, 1988

¹ La "m" en bari-137m y tecnesio-99m representan un estado metaestable de estos núclidos.

² Vida media física: Tiempo requerido para que la mitad de los átomos originales decaiga: abrev. Tp

³ Vida media efectiva: es una combinación de la vida media física (Tp) y la biológica (Tb): $1/T_{eff} = 1/T_p + 1/T_b$ donde: Tb= tiempo requerido para remover del cuerpo la mitad de los átomos (a través de excreción).

⁴ N.A. : No disponible

Tabla IX-C: Cuadro resumen de los tipos de desinfectantes usados en Hospitales.

Desinfectante	Actividad biocida (Modo de acción)	Espectro antimicrobiano	Tipo de desinfección recomendada			Concentración y tiempo de inmersión	Usos seguros	Desventajas y condiciones de uso
			DAN	DNI	DBN			
Alcohol etílico e isopropílico.	Desnaturalización de las proteínas.	Bactericida rápido contra bacterias vegetativas. Tuberculicida. Fungicida. Virucida. No destruye esporas.		Sí		60% - 90% por volumen > o = a 10 minutos.	Estetoscopios. Superficie de equipos de terapia respiratoria.	Poca acción residual. Expande plásticos y goma. Decolora. Inflamable. Requiere previa limpieza del elemento.
Cloro y compuestos de cloro.	Inactivación de ácidos nucleicos. Desnaturalización de proteínas. Inhibición de reacciones enzimáticas.	Bactericida. Tuberculicida. Virucida. Fungicida. Esporicida en altas concentraciones.		Sí		100 PPM > o = a 10 minutos	Pisos, camas, muñecas de resucitación.	Su acción depende del pH. No se puede usar como DAN, porque destruye los elementos en altas concentraciones. Poco uso hospitalario. Difícil dilución correcta. Requiere previa limpieza del elemento.
Formaldehído.	Alquilación en grupos de proteínas amino y sulfidilo.	Bactericida. Tuberculicida. Virucida. Fungicida. Esporicida.	Sí			37 % por peso 4% =24 horas.	Reprocesamiento de hemodializadores. Preparación de vacunas virales. Preservar piezas anatómicas.	Muy irritante. Olor fuerte. Límite seguro para el trabajador 0,75 PPM en 8 horas. Muy tóxico.
DAN: Desinfección de Alto Nivel			DNI: Desinfección de Nivel Intermedio			DBN: Desinfección de Bajo Nivel		

Tabla IX-C: Cuadro resumen de los tipos de desinfectantes usados en Hospitales.

Desinfectante	Actividad biocida (Modo de acción)	Espectro antimicrobiano	Tipo de desinfección recomendada			Concentración y tiempo de inmersión	Usos seguros	Desventajas y condiciones de uso
			DAN	DNI	DBN			
Glutaraldehído.	Alquilación de los grupos aminocarboxil-hidroxil y sulfidril de los microorganismos alterando el ADN, ARN y la síntesis de proteínas.	Bactericida. Fungicida. Virucida. Tuberculicida. Esporicida en tiempos prolongados.	Sí			2% en solución alcalina > o = a 20 minutos. La solución es ácida y no tiene amplio espectro microbiano. Se debe activar siempre con la solución alcalizante (pH 7,5 a 8,5) Vida media: 14 a 28 días, depende del uso. No se diluye.	Desinfección de: endoscopios, equipos de terapia respiratoria, dializadores, tubos de espirómetros, equipos de anestesia, partes del sistema de hemodiálisis.	Muy tóxico e irritante. Se debe utilizar en ambientes ventilados; con protección ocular, barbijo y guantes. Hay que evitar el contacto con la piel y mucosas. Enjuagar con agua estéril en inmersiones de agua fresca o dos minutos de agua corriente segura. Limite de exposición: 0,2 PPM. Se debe controlar su efectividad con monitoreo químico ofrecido por el fabricante.
Peróxido de hidrógeno.	Destruye los radicales libres hidroxilos. Ataca las membranas lipídicas, el ADN y otros componentes esenciales de la célula.	Bactericida. Fungicida. Virucida. Tuberculicida. Esporicida en altas concentraciones y tiempos prolongados.	Sí			6 a 25% en solución estabilizada, 3% no es esporicida > o = a 3 horas.	Endoscopios, lentes de contacto, equipos de terapia respiratoria, tonómetros.	Tiene propiedades oxidativas. Debe estar estabilizado y contener inhibidor de la corrosión. Es irritante para las mucosas.

Tabla IX-C: Cuadro resumen de los tipos de desinfectantes usados en Hospitales.

Desinfectante	Actividad biocida (Modo de acción)	Espectro antimicrobiano	Tipo de desinfección recomendada			Concentración y tiempo de inmersión	Usos seguros	Desventajas y condiciones de uso
			DAN	DNI	DBN			
Iodóforos.	Disrupción de la síntesis y estructura del ácido nucleico y proteínas.	Bactericida. Fungicida. Virucida. Tuberculicida. Esporicida en altas concentraciones y tiempos prolongados. Bactericida. Virucida. Algunos hongos. Tuberculicida en algunas concentraciones <i>in vitro</i> . No es esporicida		Sí		Según las instrucciones del fabricante para su dilución. > o = a 10 minutos.	Algunos ítems semicríticos y no críticos que tienen contacto con piel intacta. Se usa más como un antiséptico que como un desinfectante. Ejemplo: tapones de goma de medicamentos, termómetros, tanques de hidroterapia.	Difícil estimar su concentración y dilución en uso. Mancha y deteriora las superficies.
Acido peracético y peroxiacético.	Desnaturalización de las proteínas. Disrupción de la permeabilidad de la pared celular y oxidación de enzimas, proteínas y otros metabolitos.	Bactericida. Fungicida. Virucida. Tuberculicida. Esporicida.	Sí			0,2% a 1%. El tiempo depende de la formulación y concentración. Seguir las instrucciones del fabricante. En máquinas automáticas de desinfección 50° C. > o = a 12 minutos.	Dializadores, instrumentos dentales, endoscopios, laparoscopios.	Corroe los metales. Debe tener un inhibidor de la corrosión que modifica el pH. Inestable una vez diluido.
Compuestos de amonio cuaternario (1°, 2° y 3° generación.	Inactivación de enzimas productoras de energía. Desnaturalización esencial de proteínas celulares.	Bactericida. Fungicida. Virucida (no todos).			Sí	Depende del tipo usado. No se utilizará por inmersión.	Pisos, paredes, camas y otros muebles.	No tóxico, no corrosivo, se inactiva con materia orgánica, algodón, corcho, etcétera.

Tabla IX-D: Propiedades de un desinfectante ideal

AMPLIO ESPECTRO	Debe tener un amplio espectro antimicrobiano.
RAPIDA ACCION	Debe producir una rápida muerte.
NO SER AFECTADO POR FACTORES DEL MEDIO AMBIENTE	Debe ser activo en presencia de materia orgánica (sangre, esputo, heces) y compatible con detergentes, jabones y otros agentes químicos en uso.
NO TOXICO	No debe ser irritante para el usuario ni para el paciente.
COMPATIBLE CON LAS SUPERFICIES	No debe corroer metales ni deteriorar plásticos, gomas, etc.
SIN OLOR	Debe tener un olor suave o ser inodoro.
ECONOMICO	El costo se debe evaluar en relación con la dilución, el rendimiento y la seguridad.
ESTABLE	En su concentración y dilución en uso.
LIMPIEZA	Debe tener buenas propiedades de limpieza.
FACIL DE USAR	La complejidad en la preparación, concentraciones, diluciones y tiempo de exposición del producto pueden crear confusión en el usuario.
EFEECTO RESIDUAL NO TOXICO SOBRE LAS SUPERFICIES	Muchos desinfectantes tienen acción residual sobre las superficies, pero el contacto de las mismas con humanos puede provocar irritación de piel, mucosas u otros efectos no deseables.
SOLUBLE EN AGUA	Para lograr un descarte del producto no tóxico o nocivo para el medio ambiente.

Modificado de Rutala W. Selection and use of desinfectants in health care.
 In: Mayhall. Hospital Epidemiology and Infection Control. Maryland: G. Baltimore. 1996.