

NORMA TÉCNICA OBLIGATORIA NICARAGÜENSE PARA REGULAR LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES Y SU REUSO

NORMA TÉCNICA N° NTON 05 027-05, aprobada el 22 de noviembre de 2005

Publicada en La Gaceta, Diario Oficial N°. 90 del 10 de mayo de 2006

CERTIFICACIÓN

El suscrito Secretario Ejecutivo de la Comisión Nacional de Normalización Técnica y Calidad, **CERTIFICA:** Que en el Libro de Actas que lleva dicha Comisión, en las páginas 46, 47, 48, 48, 50, y 51 se encuentra el Acta No. 004-05 la que en sus partes conducentes íntegra y literalmente dice: "En la ciudad de Managua, a las nueve y treinta minutos de la mañana del día miércoles cinco de octubre del dos mil cinco, reunidos en el auditorio del Ministerio de Fomento, Industria y Comercio, MIFIC, los miembros de la Comisión Nacional de Normalización Técnica y Calidad, que acudieron mediante notificación enviada con fecha veintiuno de septiembre de dos mil cinco, la cual consta en archivo y que contiene, además, la Agenda de la presente reunión, hora, lugar y fecha conforme lo establece la Ley, están presente los siguientes miembros: Lic. Manuel Gurdián, Delegado de la Ministro Azucena Castillo; Lic. Edgardo Pérez en representación del MINSA; Lic. Manuel Callejas de UPANIC; Lic. Guillermo Arana en representación del MARENA; Lic. Alexis Román en representación del INE; Lic. Genaro Aguilar en representación del Ministerio del Trabajo; Ing. Evenor Masís de INAA; Ing. Clemente Balmaceda de MTI; y el Licenciado Julio César Bendaña, Secretario Ejecutivo de la Comisión Nacional de Normalización Técnica y Calidad. Como Delegados ausentes en esta sesión de la Comisión: Ing. Guillermo Thomas de la Cámara de Industrias de Nicaragua, Lic. Salvador Robelo, del Instituto Nicaragüense de Telecomunicaciones y Correos; Dr. Carlos González de la UNAN LEÓN; como invitados especiales los señores Carlos Hurtado, Eduardo Jiménez, Carla Gutiérrez del MINSA, Johana Lazo, Ligia Calderón del MTI; Socorro Sotelo, María Baldizón, Arcadio Choza del MARENA, Ing. Noemí Solano, Directora de Normalización del MIFIC; Amilkar Sánchez del MIFIC; y Loyda Jiménez del MIFIC. Habiendo sido constatado el quórum de Ley siendo este el día, hora y lugar señalados se da por iniciada la sesión del día de hoy, presidiendo esta sesión el Secretario General Ingeniero Manuel Gurdián Ubago en representación y delegación expresa de la Ministro de Fomento Industria y Comercio, quién la declara abierta ... partes inconducentes ... A continuación se aprueban los puntos de agenda que son las siguientes Normas Nicaragüenses a saber 2. NTON 05 027-05, Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para Regular los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales y su Reuso. No habiendo otros asuntos que tratar, se levanta la sesión a las doce del mediodía del día cinco de octubre del dos mil cinco. Lic. Luis Dinarte Ministerio Agropecuario y Forestal y Vicepresidente de la Comisión y Dr. Julio César

Bendaña, Secretario Ejecutivo de la Comisión de Normalización Técnica y Calidad.

Es conforme con su original, con el cual fue debidamente cotejada por el suscrito Secretario Ejecutivo a solicitud del Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA) para su debida publicación en “La Gaceta, Diario Oficial”, extendiendo esta CERTIFICACIÓN la que firmo y sello en la ciudad de Managua a los veintidós días del mes de noviembre de dos mil cinco. Julio César Bendaña J. Secretario Ejecutivo, Comisión Nacional de Normalización Técnica y Calidad.

La Norma Técnica Nicaragüense 05 027-05 ha sido revisada y aprobada por el comité Técnico de **NORMA TÉCNICA AMBIENTAL PARA REGULAR LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES Y SU REUSO** y en su estudio participaron las siguientes personas:

COMITÉ TÉCNICO DE NORMA AMBIENTAL PARA REGULAR LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES Y SU REUSO

Ing. Mario Caldera Instituto de Acueductos y Alcantarillados INAA

Lic. María José Choza Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales MARENA

Ing. Marvin Ocampo Instituto de Acueductos y Alcantarillados INAA

Ing. Elsa Vivas Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales MARENA

Ing. Edwin Sandoval Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados ENACAL

Ing. Rosa Inés Martínez Ministerio de Salud MINSA

Ing. Juan Sandoval Instituto Nicaragüense de Fomento y Municipal INIFOM

Ing. Eduardo Caldera Fondo de Inversión social de Emergencia FISE

Ing. Guillermo Arana Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales MARENA

Ing. Silvia E. Martínez E. Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales MARENA

Ing. María E. Baldizón A. Consultor Ambiental

La Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para Regular los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales ha sido aprobada por el Comité técnico el día 28 de Febrero del 2005, en la sala de reuniones de la Dirección General de Normación Ambiental (DGNA) del Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA).

El Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA), con el fundamento en el Arto. 8, Capítulo I, Título II, de la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos

Naturales (Ley 217); Arto. 3, Capítulo II, Título I del Reglamento de la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (Decreto 9-96) que delegan en MARENA la facultad de expedir las normas oficiales en materia de ambiente y recursos naturales.

CONSIDERANDO

Que la ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, Ley 217 en su Arto. 111 inciso 3, establece que corresponde al MARENA emitir normas de tecnologías, procesos, tratamiento y estándares de emisión, vertidos así como desechos y ruidos.

Que la misma ley en su Arto. 125, establece que el MARENA como autoridad competente determinará, en consulta con los sectores involucrados, el destino de las aguas residuales, las características de los cuerpos receptores y el tratamiento previo, así como las concentraciones y los límites permisibles.

Que las excretas, las aguas residuales y las pluviales deberán ser descargadas, colectadas y eliminadas sanitariamente, de acuerdo con las normas técnicas respectivas según lo establece en la Ley General de Salud, en su artículo 240.

Que la misma Ley en su artículo 246, establece que en los lugares donde existan sistemas colectivos de disposiciones de excretas, los propietarios de inmuebles están obligados a conectarse a las redes sanitarias.

Que los sistemas de tratamientos de aguas residuales deben reunir condiciones de seguridad ambiental que regulen el manejo, tratamiento y disposición final de los residuos líquidos y sólidos. Los lodos serán regulados en otra normativa específica.

Que dentro de los plazos establecidos los interesados presentaron sus comentarios al proyecto de norma, los cuales fueron analizados por el comité Técnico Consultivo de la norma, realizándose las modificaciones procedentes.

Que habiéndose cumplido con los procedimientos establecidos por la Comisión de Normalización Técnica y Cálida para la elaboración de Proyectos de Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüenses, el Presidente de la Comisión Nacional de Normalización ordenó la publicación del proyecto de Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense NTON 05 027-05 que establece las disposiciones y regulaciones para mejorar los sistemas de tratamientos de aguas residuales en su ubicación, procesos y alternativas tecnológicas según su actividad económica; operación y mantenimiento manejo y disposición final de los desechos sólidos y líquidos, se procede a expedir la siguiente norma:

NORMA TÉCNICA OBLIGATORIA PARA REGULAR LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES Y SU REUSO

1. OBJETO

Esta norma tiene por objeto establecer las disposiciones y regulaciones técnicas y ambientales para la ubicación, operación y mantenimiento, manejo y disposición final de los desechos líquidos y sólidos generados por los sistemas de tratamiento de las aguas residuales domésticas, industriales y agropecuarias; incluyendo el reuso de las aguas tratadas.

2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Esta norma es de aplicación en todo el territorio nacional y de cumplimiento obligatorio para todas las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas que realicen actividades de las cuales se deriven, se utilicen y se dispongan los efluentes líquidos o aguas residuales tratadas, ya sean domésticas, industriales y agropecuarias.

3. DEFINICIONES

3.1 Aguas residuales: Son aquellas procedentes de actividades domésticas, comerciales, industriales y agropecuarias que presenten características físicas químicas o biológicas que causen daño a la calidad del agua, suelo, biota, y a la salud humana.

3.2 Área protegida: Las que tienen por objeto la conservación, el manejo racional y restauración de la flora, fauna silvestre y otras formas de vida, así como la Biodiversidad y la biosfera. Igualmente se incluirá en esta categoría, aquellos espacios del territorio nacional que al protegerlos, se pretende restaurar y conservar fenómenos geomorfológicos, sitios de importancias históricas, arqueológicas, cultural, escenarios o recreativos.

3.3 Contaminación: La presencia y/o introducción al ambiente elementos nocivos a la vida, la flora o la fauna, o que degrade la calidad de la atmósfera, del agua o del suelo, o de los bienes y recursos naturales en general.

3.4 Contaminantes: Toda materia, elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energía, radiación, vibración, ruido o una combinación de ellos en cualquiera de sus estados físicos que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier otro elemento del ambiente, altere o modifique su composición natural y degrade su calidad, poniendo en riesgo la salud de las personas y la preservación y conservación del ambiente.

3.5 Control Ambiental: La vigilancia, inspección, monitoreo y aplicación de medidas para la conservación del ambiente.

3.6 Cuerpo Receptor: Parte del medio ambiente en el cual pueden ser vertidos directa o indirectamente cualquier tipo de efluentes tratados o no tratados provenientes de actividades contaminantes o potencialmente contaminantes tales

como: Suelos, Cursos de agua, drenajes naturales, lagos, lagunas, ríos, embalses y el océano.

3.7 Descarga: Cualquier contribución, lanzamiento, derrame, bombeo, vaciado, emisión o disposición de un contaminante en o sobre el terreno o a cualquier contaminante a un cuerpo receptor.

3.8 Desechos sólidos no peligrosos: Todos aquellos desechos o combinaciones de desechos inocuos que no representan un peligro inmediato o potencial para la salud humana o para otros organismos vivos. Dentro de los desechos no peligrosos están: Desechos domiciliarios, comerciales, institucionales, de mercados y barrido de calles. Se incluyen partículas sólidas captadas en los sistemas de drenaje de las aguas de la planta de tratamiento.

3.9 Desechos: Cualquier materia, líquida, sólida, gaseosa o radioactiva, que es descargada, emitida, depositada, enterrada o diluida, en volúmenes tales que puedan, tarde o temprano, producir alteraciones en el ambiente. Este subproducto indeseable, no utilizable a corto plazo en el nivel industrial, o cualquier otra sustancia que es descargada al ambiente accidentalmente o de otra forma.

3.10 Desinfección: La aplicación de agentes químicos o físicos, con vistas a eliminar los microorganismos patógenos para obtener las condiciones higiénicamente satisfactorios.

3.11 Disposición Final: Es la acción de depósito permanente de los desechos en sitios y condiciones adecuadas para evitar daños al ambiente.

3.12 Drenaje: Sistema utilizado para recolectar y dirigir los desechos líquidos hacia los lugares de desagües.

3.13 Ecosistemas frágiles: Áreas vulnerables o susceptibles a ser deterioradas ante la incidencia de determinados impactos ambientales, de baja estabilidad y resistencia o débil capacidad de regeneración.

3.14 Ecosistemas: Unidad básica de interacción de los organismos vivos entre sí y su relación con el ambiente.

3.15 Efluentes: Descarga de aguas residuales, tratada o que no haya recibido algún tipo de tratamiento, procedente de plantas de tratamiento sanitarias, plantas de tratamiento de aguas industriales, procesos de manufactura, tanques de almacenamiento, charcas, alcantarillas, o cualquier otra fuente de contaminación de agua.

3.16 Generador: persona natural o jurídica, pública o privada, responsable de los sistemas de tratamientos de aguas residuales, cuyos efluentes se vierten a un cuerpo

receptor, alcantarillado sanitario o se transfieran a un tercero para su reuso.

3.17 Impacto Ambiental: Cualquier alteración significativa positiva o negativa de uno o más de los componentes del ambiente provocados por acción humana y/o acontecimientos de la naturaleza en un área de influencia definida.

3.18 Incineración: Procesamiento térmico de los residuos sólidos mediante la oxigenación química con cantidades en exceso de oxígeno.

3.19 Límite Máximo Permisible: Es el valor establecido de la concentración de un parámetro o compuesto o sustancia que no debe superarse, con el objeto de proteger la salud humana, la calidad del ambiente o la integridad de sus componentes.

3.20 Lodos: Sólidos acumulados separados de las aguas residuales generando en los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

3.21 Marismas Terreno bajo anegadizo o que se inunda, que se encuentra a orillas del mar o de los ríos.

3.22 Permiso Ambiental: Documento otorgado por MARENA a solicitud del proponente de un proyecto, el que certifica que, desde el punto de vista de la protección del ambiente, la actividad se puede realizar bajo condicionamiento de cumplir las medidas establecidas.

3.23 Relleno Sanitario: Técnica de eliminación final de los desechos sólidos en el suelo, que no causa molestia ni peligro para la salud y seguridad pública, tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de terminado el mismo.

3.24 Residuos Sólidos: Son residuos que se producen por las actividades del hombre o por los animales, que normalmente son sólidos y que son desechos como inútiles o superfluos.

3.25 Sotavento: Sitio ubicado en dirección contrario al viento.

3.26 Toxicidad: La propiedad que tiene una sustancia, elemento o compuesto, a una determinada dosis, de causar daños en la salud humana o modificación, alteración o muerte de cualquier organismo vivo.

4. TERMINOLOGÍA

4.1 Adsorción: Remoción de iones y moléculas de una solución que presentan afinidad a un medio sólido adecuado, de forma tal que son separadas de la solución.

4.2 Biofiltro: Es un campo Filtrante impermeabilizado al subsuelo, compuesto de arena o grava donde crecen plantas (hidrofitas) acuáticas emergentes donde circula el

agua residual pre tratada de forma horizontal o vertical a través de través de los tallos y raíces de la vegetación emergente (Humedad de tipo superficial). La purificación de las aguas la realizan fundamentalmente los microorganismos que viven en el suelo y en el área de las raíces. Además hay procesos físicos y químicos que causan la purificación de las aguas residuales.

4.3 Caracterización de Aguas Residuales: Descripción cualitativa y cuantitativa del contenido físico, químico y bacteriológico de las aguas residuales.

4.4 Conductividad Eléctrica: La conductividad eléctrica (CE) es una medida de la concentración total de sales (CST), basada en el principio de que la velocidad con la que la corriente eléctrica atraviesa una solución salina en condiciones estándares se incrementa al aumentar la concentración de sales en solución. Se expresa en ds/m (ds= deciSiemens) equivalente a 1 mmhos/cm = 1 ds/m; por tanto CE refleja la concentración de sales solubles en la disolución.

4.5 Carga Contaminante: Cantidad de un contaminante expresada en unidades de masa por unidad de tiempo (Kg/día), aportada en una descarga de aguas residuales. Se calcula mediante fórmula: Carga Contaminante = Volumen de la descarga en un día multiplicado por la Concentración media del contaminante.

4.6 Campos de oxidación o Campo de infiltración: Es la disposición en el terreno de los efluentes de un sistema de tratamiento primario o secundario a través de la percolación o infiltración al terreno, puede ser a través de zanjas filtrantes, sumideros o pozos de absorción. Se utilizan cuando no exista el peligro de la contaminación de las aguas subterráneas y las condiciones del terreno lo permitan.

4.7 Coliformes fecales: Los microorganismos que tiene las mismas propiedades de los coliformes totales, a una temperatura de 44 o 45° C. También se les designa coliformes resistentes o termotolerantes.

4.8 Coliformes Totales: Bacilos Gram negativos no esporulados que pueden desarrollarse en presencia de sales biliares u otros agentes tensoactivos con similares propiedades de inhibición de crecimiento, no tienen citocromo oxidasa y fermentan la lactosa con producción de ácido, gas y alcohólo a 35 o 37° C, en un período de 24 a 48 horas.

4.9 Desarenador: Es una cámara para retener arena y otros detritos minerales inertes más pesados, de características no putrescibles y que tiene velocidades de sedimentación sustancialmente mayores que las sustancias orgánicas putrescibles contenidas en un agua residual.

4.10 Desechos líquidos Industriales: Son todas las sustancias líquidas, provenientes de la actividad industrial y que por su característica física y química son un riesgo para la salud humana y la preservación del medio ambiente.

4.11 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO): Es la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos en la oxidación bioquímica de la materia orgánica.

4.12 Demanda Química de Oxígeno (DQO): Medida de capacidad de consumo de oxígeno de la materia orgánica presente en el agua o agua residual, se expresa como la cantidad de oxígeno consumido por la oxidación química.

4.13 Digestión Aeróbica: Es la descomposición bioquímica de materia orgánica presente en aguas residuales por microorganismos en la presencia de oxígeno.

4.14 Digestión Anaeróbica: Es la descomposición bioquímica de la materia orgánica presente en las aguas residuales mediante microorganismos en ausencia de oxígeno con la producción de gas metano y dióxido de carbono.

4.15 Eficiencia del sistema: Es el porcentaje de remoción, de la concentración o carga contaminante de un parámetro específico, que se remueve en una planta de tratamiento.

4.16 Filtro verde: Consiste básicamente en la aplicación de un caudal controlado de agua residual sobre la superficie del terreno, donde previamente se ha instalado una masa forestal o un cultivo, con ello se consigue además de la depuración del efluente, el crecimiento de especies vegetales, generalmente arbóreas maderables y la recarga artificial del acuífero.

4.17 Helmintos: Grupo de microorganismos que incluyen todos los gusanos parásitos y vida libre con forma y tamaños variados que inciden en la salud de la población.

4.18 Humedales: Los humedales son áreas que se encuentran saturadas por aguas superficiales o subterráneas con una frecuencia y duración tales, que sean suficientes para mantener condiciones saturadas. La vegetación proporciona superficies para la formación de películas bacterianas, facilita la filtración y la adsorción de los constituyentes del agua residual, permite la transferencia de oxígeno a la columna de agua y controla el crecimiento de algas al limitar la penetración de luz solar. Pueden ser de flujo libre o superficial, los de flujo libre por ejemplo una laguna con macrofitas y los de flujo subsuperficial los llamados biofiltros.

4.19 Infiltración o percolación: Se utiliza este método en zonas de recarga de acuíferos, el agua se infiltra desde lagunas de difusión a través de la zona saturada hasta el acuífero. Se emplea como método de tratamiento relativamente bajo y además tiene la ventaja de almacenar agua.

4.20 Lagunas de estabilización: Son excavaciones poco profundas que almacenan agua residual por un tiempo variable en función de la carga hidráulica aplicada y de las condiciones climáticas, de forma que la actividad de los microorganismos presentes en

el agua. El proceso de depuración se debe a las reacciones biológicas químicas y físicas que ocurren en el medio acuático y que tienden a estabilizar el agua residual.

4.21 Materia Orgánica biodegradable: Compuesta principalmente por proteínas, carbohidratos y grasas animales, se mide generalmente en función de la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y Química de Oxígeno. (DQO).

4.22 Materia Orgánica refractaria: Tiende a ser resistente a los métodos de tratamiento convencional. Ejemplos típicos son los agentes tensoactivos, los fenoles y los pesticidas agrícolas.

4.23 Muestras Simples o Instantáneas: Son las muestras captadas en una unidad de tiempo y representan las características del agua residual en ese momento.

4.24 Muestras Compuestas: Las que se toman por intervalos predeterminados durante el período de muestreo 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 período de muestreo.

4.25 Número más Probable (NMP): Valor que indica la cantidad de microorganismos coliformes en 100 ml de agua. Su determinación se basa en el cálculo de probabilidades, con tablas preparadas y presentadas por en Standard Methods.

4.26 Plan de Contingencia: Conjunto de acciones a tomar en el caso de que ocurra un accidente, derrame y otras emergencias tales como explosión, incendio y desastres naturales.

4.27 Plan de Manejo: Instrumento de gestión que se origina de un proceso de planificación con participación multisectorial y establece un conjunto de normas y disposiciones técnicas que regulan las actividades a desarrollarse en un área protegida y su zona de amortiguamiento.

4.28 Plan de Monitoreo: Permite la verificación del cumplimiento del STAR, debe contener, variables a monitorear, periodicidad, cronograma, equipo requerido y responsable.

4.29 Pluma de Contaminación: Espacio donde se desplaza la contaminación en un medio determinado.

4.30 Pozo de absorción: Consiste en una excavación en el terreno, por lo general de 2.0 a 2.5 m de diámetro, con una profundidad que normalmente varía de 3 a 12 m, al cual se vierten las aguas residuales previamente sedimentadas en la fosa séptica o tratamiento primario, las cuales se infiltran en el terreno. El pozo puede ser de forma circular o cuadrado y se rellena con piedra bolón de, que sirve de entibación y para distribuir el líquido en el suelo.

4.31 Prestador de Servicios: Toda persona natural o jurídica que tenga la responsabilidad de proporcionar o administrar los servicios de recolectar, transportar, almacenar, tratar o disponer finalmente las aguas residuales.

4.32 Proceso Físicos: Son métodos de tratamientos en los que predominan los fenómenos físicos (aplicación de fuerzas gravitatorias, centrifugas, retención física, etc.) En este grupo se pueden incluir: desbaste de sólidos, desengrasado, desarenado, sedimentación, flotación, evaporación, desinfección y absorción.

4.33 Procesos Químicos: Los métodos de tratamientos en los que la eliminación de contaminantes es provocada por la adición de productos químicos o por otras reacciones químicas se conoce con el nombre de procesos químicos. Entre estos podemos incluir: floculación y coagulación, neutralización, oxidación, reducción, intercambio iónico, absorción y desinfección (cloro, ozono).

4.34 Proceso Biológicos: Son los métodos de tratamiento en los cuales se reduce la carga contaminante mediante la actividad microbiana. El tratamiento biológico se usa esencialmente para eliminar la actividad microbiana. El tratamiento biológico se usa esencialmente para eliminar las sustancias orgánicas biodegradables (coloidales o disueltas) presentes en el agua residual. Básicamente, estas sustancias se mineralizan u forman tejido celular que puede ser eliminado por sedimentación, y otras se transforman en gases que pueden escapar a la atmósfera. Entre estos procesos podemos citar: Lodos activados, lechos bacterianos, lechos de turba, lagunas de estabilización, biodiscos y sistemas de aplicación al suelo.

4.35 Prueba Próctor: Es la prueba mediante el cual se determina el grado de compactación a la que sea sometido un suelo.

4.36 Reciclaje o Recirculación: Proceso mediante el cual ciertos insumos presentes en las aguas son recuperados o captados y reincorporados como materia prima en un ciclo productivo.

4.37 Rejillas: Aprovechamiento de un efluente de sistemas de tratamiento de aguas residuales, antes o en vez de su vertido, dependiendo de su calidad, pueden ser utilizadas en otras actividades como riego, recreación, acuicultura, recarga de acuíferos, etc.

3.38 Reuso: Aprovechamiento de un efluente de sistemas de tratamiento de aguas residuales, antes o en vez de su vertido, dependiendo de su calidad, pueden ser utilizadas en otras actividades como riego, recreación, acuicultura, recarga de acuíferos, etc.

4.39 Sedimentación: Proceso físico que consiste en la separación de las partículas suspendidas en el agua, por efecto gravitacional.

4.40 Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (STAR): Conjunto de procesos físicos, químicos o biológicos, que se aplican al agua residual con el fin de mejorar su calidad. Los conceptos y sus correspondientes definiciones empleados en esta Norma, constituyen los términos claves para la interpretación de la misma, y se entenderán en el significado que en esta Norma se expresa, sin perjuicio de los conceptos empleados en otros documentos.

4.41 Sodio Porcentual: Razón entre las concentraciones de sodio y la suma de las concentraciones de calcio, magnesio, potasio y sodio, todo expresado en mg/l.

4.42 Tanques de Homogenización y/o Compensación: El objetivo de la homogenización es el de minimizar las fluctuaciones en las características del agua tanto en calidad como en cantidad con el fin de proveer las condiciones óptimas para los tratamientos subsecuentes.

4.43 Tanque Séptico: Un tanque séptico es una unidad de tratamiento de sedimentación y digestión, generalmente cerrado, de escurrimiento horizontal y continuo. La velocidad y permanencia del líquido del tanque permiten la descomposición de las partículas en suspensión y en el fondo, donde los lodos son digeridos por la descomposición anaerobia, se transforman en sustancias sólidas parcialmente mineralizadas, líquidos y gases.

4.44 Tanque Imhoff: Son unidades de sedimentación y digestión, pueden ser abiertos o cerrados de flujo horizontal y continuo con dos cámaras superpuestas, son utilizados principalmente para el tratamiento primario de las aguas residuales.

4.45 Tratamiento preliminar o Pretratamiento: Es el destinado a preparar las aguas residuales para que puedan recibir un tratamiento subsiguiente, sin perjudicar los equipos mecánicos y sin obstruir tuberías y causar depósitos permanentes en tanques. Sirven también para minimizar algunos efectos negativos al tratamiento tales como grandes variaciones de caudal y la presencia de materiales flotantes como aceites, grasas y otros.

4.46 Tratamiento primario: Tratamiento de aguas residuales mediante un proceso físico-químico que incluya la sedimentación de sólidos en suspensión, u otros procesos en los que la DBO 5 de las aguas residuales que entren, se reduzca, por lo menos, en un 20% antes del vertido, y el total de sólidos en suspensión en las aguas residuales de entrada se reduzca, por lo menos en un 50%.

4.47 Tratamiento Secundario: Proceso que elimina de las aguas la materia orgánica biodegradable y que no ha sido retirada por el tratamiento primario. Consiste en provocar el desarrollo de microorganismos capaces de asimilar la materia orgánica, tratamiento biológico con sedimentación secundaria u otro proceso, en el que se respeten los requisitos que se establecerán reglamentariamente.

4.48 Tratamiento Terciario: Proceso de tratamiento adicional de naturaleza biológica o físico-química, necesario para la eliminación de los sólidos suspendidos y las sustancias disueltas que permanecen en el agua residual después del tratamiento secundario convencional. Estas pueden ser compuestos orgánicos y compuestos sintéticos muy complejos.

4.49 Uso en zonas de recarga de acuíferos: El uso de aguas residuales en zonas de recarga puede ser utilizada por medio de los métodos: 1) disseminación en la superficie; 2) inyección directa. En el primer caso se desplaza desde la superficie del terreno la tierra hacia el acuífero por Percolación o infiltración), cuando la permeabilidad del suelo es de 10/30 cm/d, es decir textura arenosa, limo-arenosa. Por inyección directa supone el bombeo de agua tratada directamente dentro de la zona del acuífero, el cual es generalmente un acuífero bien confinado.

4.50 Zanjas filtrantes: Son zanjas de poca profundidad ($< 1,0$ m) y anchura (0.45 – 0,80 m), excavadas en el terreno que recogen y distribuyen las aguas residuales pretratadas sobre un lecho de tierra vegetal, grava y arena.

5. DISPOSICIONES GENERALES

5.1 Todo generado que realice actividades de las cuales se deriven efluentes líquidos, debe cumplir con las disposiciones requeridas en la presente normativa:

- a) Diseñar, construir y operar sistemas de tratamiento de las aguas residuales ya sean éstas de origen domésticas, industriales, agropecuarias o de instalaciones de salud, cuando las mismas sean vertidas a un cuerpo receptor.
- b) En los casos de actividades que requieran Estudio de Impacto Ambiental (EIA), se debe solicitar el Permiso Ambiental al MARENA.
- c) En los casos de actividades y/o proyectos no incluidos en la lista taxativa del Decreto 45 -94, que requieran la instalación de STAR deberán solicitar autorización al MARENA.
- d) En los casos de reemplazos, rehabilitación o de reconversión de los procesos tecnológicos para los sistemas de tratamiento, se deberán solicitar autorización de INAA o de MARENA según su competencia.
- e) La Regulación, de las actividades con incidencia directa o indirecta sobre la salud de la población, que realice o ejecute toda persona natural o jurídica, pública o privada la realizara el MINSA por disposiciones establecidas en la Ley N°. 423, Ley General de Salud.
- f) La Regulación, de las actividades con incidencia directa o indirecta sobre la salud de

la población, que realice o ejecute toda persona natural o jurídica, pública o privada la realizará el MINSA por disposiciones establecidas en la Ley N°. 423, Ley General de Salud.

f) La Regulación, Fiscalización de los aspectos técnicos de diseño, construcción y administración de los sistemas de tratamiento de las aguas residuales serán realizados por el INAA cuando la descarga se realice al Alcantarillado Sanitario.

5.2 Todas los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas, Industriales y agropecuarias deberán ajustarse a los límites máximos permisibles restablecidos para los efluentes antes de ser descargados al alcantarillado sanitario y/o cuerpos receptores en base a los Decretos 33-95 “Disposiciones para el Control de la Contaminación proveniente de las Descargas de Aguas Residuales Domésticas, Industriales y Agropecuarias y Decreto N°. 77-2003 “De Establecimiento de las Disposiciones que regulan las descargas de Aguas Residuales Domésticas provenientes de los sistemas de tratamientos en el Lago Xolotlán” y a los criterios establecidos en la presente Norma.

5.3 Es responsabilidad de los generadores de aguas residuales, el manejo y tratamiento de los desechos líquidos y sólidos, desde su generación hasta su disposición final.

5.4 Todo sistema de tratamiento de aguas residuales debe contener unidades de tratamiento preliminar que garantice la remoción de los sólidos en suspensión, sedimentables, concentraciones de aceites y grasas, otros.

5.5 El manejo de los desechos líquidos comprende las siguientes actividades:

- a) Recolección de líquidos
- b) Tratamiento
- c) Disposición Final
- d) Reciclaje/ Reuso

5.6 El manejo de los desechos sólidos (basura) comprende las siguientes actividades:

- a) Recolección de sólidos
- b) Almacenamiento
- c) Transporte
- d) Tratamiento
- e) Disposición Final

6. CRITERIOS PARA LA UBICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

6.1 La ubicación de los Sistemas de tratamiento de Aguas Residuales deben cumplir

con todos los criterios establecidos en el Acápite 6 de la presente normativa.

6.2 La ubicación de los STAR debe tomar en cuenta los planes de desarrollo urbano de la Municipalidad o Localidad.

6.3 El terreno donde se construya un STAR no debe ser un área inundable. No se permite la construcción en pantanales, humedales (swampoo), marisma y similares.

6.4 El área del terreno donde se ubique o se instale un STAR debe tener una pendiente menor de 5%.

6.5 La instalación o construcción de los STAR deben estar ubicados a sotavento de cualquier actividad donde haya permanencia de personas por más de 8 horas, de tal manera que el aire circule de las actividades hacia el sitio de la ubicación del STAR y no lo contrario.

6.6 La distancia de separación entre la instalación o construcción de cualquier STAR, y viviendas, fuente de abastecimiento y nivel freático se establece en el cuadro 1.

6.7 En el caso de nuevas actividades o proyectos que requieran instalarse cerca del área de influencia de un STAR en operación deben de registrarse por los criterios establecidos en la presente normativa y los criterios técnicos que las autoridades competentes dictaminen.

6.8 La distancia mínima entre los STAR y campos de pozos de abastecimiento de agua potable debe ser en un radio de 1000 metros medidos desde el pozo más cercano.

6.9 Todo STAR que se ubique en áreas protegidas debe solicitar la autorización o permiso ambiental al MARENA según corresponda. En el caso de áreas protegidas con planes de manejo, el sitio de ubicación de los STAR deberá registrarse según la zonificación y su normativa correspondiente.

6.10 La distancia mínima entre un STAR y esteros (estuarios), mar debe ser de 100 m de la línea máxima de crecida, en caso contrario el MARENA o INAA según su competencia establecerá su autorización en dependencia del tipo de sistema.

Cuadro 1: Ubicación de los Sistemas de Tratamientos de Aguas Residuales

UNIDADES DE TRATAMIENTOS	POZOS INDIVIDUALES DE AGUA PARA CONSUMO DOMESTICO ¹	LINDERO DE PROPIEDAD	VIVIENDAS o Zonas Pobladas	NIVEL FREÁTICO

Tanque séptico	Mayor de 20 metros	Mayor de 5 metros	Mayor de 5 metros	Mayor de 5 metros
Tanque Inhoff				
Pozo de absorción	Mayor de 15 metros	Mayor de 10 metros	Mayor de 100 metros	Mayor de 100 metros
Laguna de Estabilización	Mayor de 30 metros	Mayor de 3 metros	Mayor de 3 metros	Mayor de 3 metros
Facultativas y Aerobias	Mayor de 200 metros	Mayor de 20 metros	Mayor de 300 metros	Mayor de 300 metros
Lagunas y Anaerobias	Mayor de 200 metros	Mayor de 20 metros	Mayor de 1000 metros	Mayor de 1000 metros
Lodos activados	Mayor de 100 metros	Mayor de 10 metros	Mayor de 50 metros	Mayor de 50 metros
Reactor UASB				
Filtro Anaerobio	Mayor de 100 metros	Mayor de 10 metros	Mayor de 50 metros	Mayor de 50 metros
Zanjas de Oxidación	Mayor de 100 metros	Mayor de 10 metros	Mayor de 100 metros	Mayor de 100 metros
Biofiltros	Mayor de 100 metros	Mayor de 10 metros	Mayor de 10 metros	Mayor de 10 metros
Humedales				
(Laguna con macrofitas)	100 metros	Mayor de 5 metros	Mayor de 50 metros	Mayor de 50 metros
	200 metros			
Laguna aeobia (Maduración)	Mayor de 200 metros	Mayor de 20 metros	100 metros	100 metros
			200 metros	200 metros
Infiltración al suelo en general	Mayor de 200 metros	Mayor de 20 metros		
		Mayor de 3 metros		

6.11 Cuando la descarga o disposición final del efluente de un STAR se requiera en Aguas superficiales, debe ser autorizada por el MARENA según el tipo de corriente, uso del recurso y actividades que se realicen en el punto de descarga. En el caso de los ríos y quebradas se debe tomar en cuenta el uso y las actividades que se realicen aguas abajo.

6.12 La distancia entre un STAR y un aeropuerto, aeródromo o una terminal aérea, debe ser establecida por el Ministerio de Transporte e Infraestructura.

6.13 La instalación de un STAR con respecto a la profundidad del manto freático debe ser como mínimo de 2 m a partir del fondo del STAR y cumplir con las especificaciones siguientes:

a) Para suelos limosos y limo – arenoso se debe proceder a impermeabilizar y compactar el área al 95% próctor standard.

b) En aquellos casos en que la profundidad del nivel freático sea menor de 2 metros MARENA e INAA, según su competencia autorizará la viabilidad del sistema.

6.14 En aquellos casos en que la profundidad del nivel freático sea menor de 2 metros MARENA e INAA, según su competencia autorizará la viabilidad del sistema.

7. ESTUDIOS BÁSICOS

Para sitio seleccionado se debe realizar los estudios básicos necesarios para conocer las características del área donde se ubicarán los sistemas de tratamiento de las aguas residuales, tales como:

7.1 Los estudios deben contener al menos la siguiente información:

a) La formación y tipo de suelo; topografía, morfología del área, relieve, pendientes y perfil estratigráfico del suelo de la zona, capacidad de infiltración de los suelos.

b) Considerar la información de las condiciones del sitio como: cortes litológicos de pozos de agua ya existentes.

c) Información sobre el aprovechamiento de los cuerpos de agua en la zona.

d) El plano de Conjunto del Proyecto, donde se incluya la ubicación del STAR, el sitio de disposición final y de las actividades colindantes.

e) Los planos de diseños y la memoria de Cálculo del STAR.

7.2 En los casos que MARENA e INAA, de acuerdo a su competencia consideren convenientes, en dependencia de las características de las aguas residuales y volumen a tratar, debe presentar lo siguiente:

a) Patrones de drenaje natural, superficial, subterráneo y artificial.

b) Nivel freático del agua, calidad de las aguas subterráneas y superficiales, en casos que sean utilizados como cuerpos receptores.

c) La dirección y velocidad del agua subterránea a partir de los parámetros de

conductividad hidráulica, carga hidráulica y porosidad efectiva, con la finalidad de evaluar el potencial de contaminación.

d) Realizar simulaciones o modelajes del comportamiento del acuífero y de la calidad del mismo, para definir la pluma de contaminación de éste, donde la importancia de acuífero y el tamaño del STAR lo amerite.

f) Estudios climáticos que contengan: Régimen de precipitación, evaporación, evapotranspiración, temperatura, radiación solar, velocidad y dirección del viento.

8. MANEJO DE LOS DESECHOS LÍQUIDOS

8.1 No se permite la descarga directa o indirecta de aguas residuales no tratadas ya sea domestica, industrial y agropecuaria en cualquier cuerpo de agua superficial, suelo y subsuelo.

8.2 Todo STAR debe garantizar la remoción de las concentraciones de los químicos utilizados en los procesos productivos, materia orgánica, control de los olores desagradables y demás contaminantes cumpliendo al final con los parámetros establecidos en el Decreto 33-95 “Disposiciones para el Control de la Contaminación proveniente de las Descargas de Aguas Residuales Domésticas, Industriales y Agropecuarias y Decreto N°. 77-2003 “ De Establecimiento de las Disposiciones que regulan las descargas de Aguas Residuales Domésticas provenientes de los sistemas de tratamientos en el Lago Xolotlán.”

8.3 Los Generadores que instalen STAR deben presentar ante el MARENA e INAA según su competencia, un manual de operación y mantenimiento del sistema y su respectivo plan de monitoreo.

8.4 Es responsabilidad de los generadores, poner en práctica el manual de operación y mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales y su respectivo plan de monitoreo, revisado y aprobado por el MARENA e INAA según su competencia.

8.5 Todo prestador de servicio de evacuación de lodos y otros residuales provenientes de tanques sépticos, letrinas portátiles, trampas de grasa, sumideros y de otros medio de saneamiento, que se proponga utilizar el sistema de alcantarillado sanitario para disponer los desechos antes mencionados, deberá contar previamente con la autorización respectiva de la empresa operadora y de la administración del servicio de este sistema, si la disposición se propone había un cuerpo receptor el prestador del servicio debe cumplir con los parámetros establecidos en el Decreto N°. 33-95 “Disposiciones para el Control de la Contaminación proveniente de las Descargas de Aguas Domésticas, Industriales y Agropecuarias” y el permiso ambiental del MARENA.

9. PROCESOS Y SISTEMAS DE TRATAMIENTO

9.1 Para fines de la presente norma se consideran:

9.1.1 Tratamiento preliminar o pretratamiento: Rejas y tamices, trituradores de sólidos, desarenadores, tanques de compensación u homogenización, desengrasadores y flotadores.

9.1.2 Tratamientos primarios: Sedimentadores primarios, tanque séptico, tanque Imhoff y lagunas anaerobias.

9.1.3 Tratamientos secundarios: Lodos activados, zanjas de oxidación, filtros percoladores, Filtros anaerobios, reactor UASB, filtros biológicos, lagunas facultativas y aerobias, lagunas aireadas, lagunas de macrofitas (humedales artificiales), filtros verdes (infiltración a través de cultivos forestales) biofiltros, lechos de carbón y biodiscos.

9.1.4 Tratamientos terciarios: Procesos de nitrificación - desnitrificación, procesos de eliminación de fósforos, biodiscos y lechos bacterianos, lagunas de maduración, lagunas de macrofitas (Humedales), filtros verdes, biofiltros y sistemas de aplicación al suelo en general, filtros, ultrafiltración, desinfección, precipitación y otros.

9.2 Todo generador debe considerar los criterios siguientes:

a. La selección de tecnología en base al origen de agua residual (domésticas, industriales y agropecuaria), el volumen a tratar, disponibilidad y vulnerabilidad de área y la disposición final de los efluentes.

b. En el manejo integrado de las aguas residuales domésticas industriales y agropecuarias deben incorporar, el análisis del reuso o reciclaje de las aguas residuales tratadas en dependencia de la calidad de los efluentes y los tipos de reuso establecidos en capítulo 11 de la presente norma, con el objetivo de mitigar, eliminar y reducir los impactos negativos al ambiente. MARENA, INAA, MINSA de acuerdo a su competencia aprobará el reuso o reciclaje de las aguas tratadas domésticas, industriales y agropecuaria en dependencia de la calidad de agua, el reuso, de la vulnerabilidad del sitio y volumen entre otros criterios.

c. En los sistemas de tratamientos de aguas residuales de tipo industrial, se debe identificar el origen de todos los residuos, los problemas operativos (producción, mantenimiento) y de otra naturaleza, asociados a los sistemas de producción y aquellas áreas donde pueden introducirse mejoras para minimizar y / o aprovechar el volumen y tipos de residuos generados.

d. No deben mezclarse las aguas de distinta naturaleza en un solo sistema de tratamiento, a menor que las características físicas, químicas, biológicas y tratabilidad así lo permitan, y deben contar con la autorización de MARENA e INAA autorizará según su competencia.

e. Informar al MARENA, INAA según su competencia, cuando se requiera alterar el volumen y características de sus efluentes, así como alterar la cantidad de materia prima, insumos y químicos usados en el proceso de producción industrial, cambios de los equipos y dispositivos destinados a prevenir la contaminación.

9.3 Todo generador en dependencia de los contaminantes de las aguas residuales a remover, debe presentar el MARENA o ante INAA según sea su competencia una propuesta de STAR, tomando en consideración los Cuadro 2, 3 Y 4.

Cuadro 2: Tipos de Contaminantes y Procesos de Tratamientos de Aguas Residuales

CONTAMINANTES	SISTEMAS DE TRATAMIENTO
Sólidos en suspensión	Sedimentación, Tanque Séptico y Tanque Imhoff Desbaste o Rejas, Filtración, Flotación Adición de polímeros o reactivos químicos Coagulación – Sedimentación Lagunas de Estabilización Humedales Sistemas de tratamientos por evacuación al terreno Lodos Activados

Materia Orgánica Biodegradable	Lodos Activados Variaciones de Lagunas de Estabilización Película Fija: Filtros Percoladores Película Fija: Discos Biológicos Reactores Anaerobios Filtración Intermitente en Arena Sistemas de Tratamiento por Evacuación al Terreno Sistemas Físico - Químicos
Patógenos	Desinfección Lagunas de Maduración Humedales, Sistemas de Tratamiento por Evacuación al Terreno
Nitrógeno	Variaciones de Sistemas de Cultivos Suspendido (Nitrificación – Desnitrificación) Variaciones de Sistemas de Películas Fija (Nitrificación – Desnitrificación) Intercambio de Iones Humedales Sistema de Tratamiento por Evacuación al Terreno

Fósforo	Adición de Sales Metálicas Coagulación y Sedimentación con Sal Humedales Eliminación Biológica de Fósforo Sistemas de Tratamiento por Evacuación al Terreno
Materia Orgánica Refractaria	Absorción en Carbón Ozonización Terciaria Sistemas de Tratamiento por Evacuación al Terreno
Metales Pesados	Precipitación Química Intercambio de Iones Humedales Lodos activados Sistemas de Tratamiento por Evacuación al Terreno
Sólidos Inorgánicos Disuelto	Sólidos Inorgánicos Disueltos Electrodialisis

9.4 Las eficiencias esperadas de los diferentes procesos de tratamiento, según cargas aplicadas, períodos de retención, características climáticas y otros se resumen en el cuadro 3 y representa el porcentaje de reducción de los parámetros característicos de las aguas residuales.

Cuadro 3: Eficiencia de Remoción de los Diferentes Procesos de Tratamientos

TRATAMIENTO	PORCENTAJE DE REDUCCIÓN (%)					
	DBO5	DQO	SS	Coliformes	P	N

Tratamiento Preliminar o pretratamiento	15-30	10-20	15-30	10-25	0-10	0-10
Decantación Primaria	25-40	40-70	50-70	25-75	40-70	3-5
Efluente Primario + Coloración	40-60	70-90	37-85	99	40-70	40-60
Fosas Sépticas o Tanques Imhoff	75-95	70-92	83-99	10-90	40-46	40-60
Lodos Activados (Aireación Prolongada)	85-95	40-70	85-92	90	40-70	40-60
Lodos Activados (Convencional)	80-90	40-70	90-99	90-98	85-91	55-85
Lechos Bacterianos	70-95	40-60	70-90	98-99	85-91	40-60
Efluentes Secundario + Coloración	70-85	40-80	50-90	99-99.99	85-90	90-96
Lagunas Aerobias	40-80	70-90	60-80	99-99.99	85-91	90-96
Lagunas Facultativas	70-90	90-95	60-80	40-60	25-40	90-96
Lagunas Anaerobias	70-95	60-70	90-99	90-98		90-96
Humedales de Flujo Superficial Libre	70-97	70-80	75-97	70-90		90-96
(Lagunas con Macrofitas)	90-99		95-100	75-97		90-96
Humedales sub – superficial	92-96		95	95-1000		90-96
Biodiscos	80-99		95	25		90-96
Filtro Verde (Irrigación)				25		90-96
Filtro Verde (Escorrentía)						30-95
Infiltración - Percolación						

9.5 Se permite el uso de las diferentes combinaciones tecnológicas indicadas en el Cuadro 4, en dependencia de su ubicación, área, caudal a tratar, tipo de contaminantes, eficiencia y tipo de disposición final. La autoridad competente podrá aprobar otras propuestas de combinación tecnológicas que no estén incluidos en el cuadro N°. 4 siempre que cumplan con los criterios y especificaciones técnicas de la presente normativa.

Cuadro 4: Combinaciones de las Diferentes Tecnologías

SISTEMAS DE TRATAMIENTOS PARA AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS	SISTEMAS DE TRATAMIENTOS PARA AGUAS RESIDUALES DE TIPO INDUSTRIAL
--	--

a.- Tanque Séptico + Campo de Absorción	a.- Pretratamiento + Tanque Séptico + Filtro Anaerobio (FAFA) + Campo de Absorción
b.- Tanque Séptico + Filtro Anaerobio + Campo de Absorción	b.- Pretratamiento + Tanque Séptico + Biofiltro
c.- Pretratamiento + Tanque Séptico + Biofiltro	c.- Pretratamiento + Tanque Imhoff + Biofiltro
d.- Pretratamiento + Tanque Imhoff + Biofiltro	d.- Pretratamiento + UASB + Filtro Percolador
e.- Pretratamiento + USASB + Filtro Percolador	e.- Pretratamiento + UASB + Biofiltro
f.- Pretratamiento + USASB + Laguna Aeroóbicas	f.- Pretratamiento + Lodos Activados
g.- Pretratamiento + UASB + Biofiltro	g.- Pretratamiento + Tratamiento Químico (Floculación – Precipitación) + Aireación + Lechos Filtrantes
h.- Pretratamiento + Lodos Activados + Filtro de Grava	h.- Pretratamiento + Lagunas Aerobias + Laguna Facultativa y/o Laguna aerobia
i.- Pretratamiento + Lodos Activados + Desinfección	i.- Pretratamiento + Laguna Facultativa + Lagunas Aerobia con Plantas Macrofitas
j.- Pretratamiento + Lodos Activados + Biofiltro	j.- Pretratamiento + Digestor Anaerobio (Biodigestor) + Biofiltro
k.- Pretratamiento + Lodos Activados + Lagunas Aerobias	
l.- Pretratamiento + Lagunas Aerobias + Laguna Facultativa + Laguna de Maduración ó Pretratamiento + 2 facultativa en serie y una laguna de maduración	
m.- Pretratamiento + Lagunas Facultativa + Lagunas Aerobias (Secundaria) + Laguna de Maduración	
n. Pretratamiento + Lagunas Facultativa + Lagunas Aerobias con Plantas Macrofitas	
o. Pretratamiento + Laguna anaerobia + Biofiltro	

9.6 Se debe hacer uso de separadores de grasa, a la salida del efluente generado por las actividades abajo detalladas y/o antes del sistema de tratamiento de las aguas residuales de los:

- a) Restaurantes y hoteles.
- b) Mataderos e instalaciones afines.
- c) Plantas de procesamiento de pescados y mariscos.
- d) Industria o plantas procesadoras de lácteos y derivados, aceites, industrias de alimentos de origen animal.
- e) Estaciones de servicio automotor, donde se realice cambio de aceite.
- f) Lubricentros.
- g) Otras actividades que en su proceso generen grasas y aceites.

9.6 Cuando se utilicen en STAR los Reactores UASB y Filtros anaerobios cerrados deben ser totalmente cubiertos para un control del escape de gas, el cual deberá ser tratado, quemado o aprovechado mediante dispositivos con tecnología apropiada.

10. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

10.1 Serán responsabilidades del Generador:

- a) Evitar la entrada de personal ajeno a los trabajadores de los STAR, cercando los sitios e instalando señales de advertencia.
- b) Llevar el libro de registro de monitoreo foliado para hacer constar la detección de posibles alteraciones en caso que se produzca una mala operación en el sistema.
- c) Garantizar la sostenibilidad de la operación y mantenimiento de los equipos y componentes del sistema de tratamiento.
- d) Garantizar que se cumpla el Manual de Operaciones y Mantenimiento del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales.
- e) Llevar una bitácora donde se anoten todos los detalles de la Operación y Mantenimiento de la Planta de Tratamiento.
- f) Cumplir con los criterios de Reuso y Vertido de Aguas Residuales descrito en los Cuadros 5, 6 y 7.

g) Garantizar que los volúmenes de lodos producidos por los STAR sean extraídos acorde a los períodos establecidos según especificaciones técnicas de cada sistema.

10.2 Se debe realizar el control de los procesos de tratamiento a través de la medición del flujo de entrada y por la remoción de materiales que pueden interferir con el tratamiento mecánico, químico o biológico.

10.3 Los análisis de calidad de las aguas residuales deben ser realizados en laboratorios acreditados y certificados para esa labor.

10.4 En caso de que los resultados de los monitoreos no cumplan con los límites máximos permisibles o rangos establecidos en el Decreto 33-95 "Disposiciones para el Control de la Contaminación provenientes de las Descargas de aguas Residuales Domésticas, Industriales y Agropecuarias y Decreto N°. 77-2003 "De Establecimiento de las Disposiciones que regulan las descargas de Aguas Residuales Domesticas provenientes de los sistemas de tratamientos en el Lago Xolotlán", los generadores informarán al MARENA, quienes determinaran las acciones a tomar; en los casos de que estén conectados al alcantarillado sanitario el prestador del servicio se debe informar al INAA.

11. REUSO DE LAS AGUAS TRATADAS

11.1 Se permite el reuso de aguas residuales cuando se cumpla con lo establecido en la presente normativa.

11.2 Los reusos detallados y los no especificados en el inciso 11.3, además de cumplir con inciso 11.1 de la presente normativa, deben ser analizados y aprobados por el MARENA, INAA y MINSA de acuerdo a su competencia, si se demuestra que el reuso de las aguas residuales no afectarán la salud ni la calidad de las aguas superficiales y subterráneas.

11.3 para efectos de la presente normativa se clasifica el reuso de agua residuales los siguientes tipos:

TIPO 1 REUSO AGRÍCOLA Y/O FORESTAL: Para efectos de este tipo, se ha subdividido en tres categorías:

a) Categoría A: Con restricción, riego de cultivos que se consumen crudos y que existe contacto directo con el agua y la tierra, tales como legumbres, hortalizas, frutos rastreros. La calidad del agua debe cumplir con los parámetros establecidos en el Cuadro 5 y Cuadro 7 de la presente Normativa.

b) Categoría B: Riego con restricción media para cultivos, cuyo fruto comestible crece sin contacto con la tierra (suelo) o con las aguas recuperadas (aguas residuales tratadas), como el frijol, maíz, trigo, arroz, caña de azúcar (consumo directo) y de

cultivos no comestibles, arbustos, algodón y plantas ornamentales. La calidad del agua debe cumplir con los parámetros establecidos en Cuadro 5 y Cuadro 7 de la presente Normativa.

c) Categoría C: De menor restricción, para cultivos perennes y algunos temporales, cuya planta y fruto no tiene ningún contacto con el agua tratada, como: caña de azúcar (para uso industrial), los bosques, árboles frutales, como cacao, naranja, mandarina, limón. La calidad del agua debe cumplir con los parámetros establecidos en Cuadro 5 y Cuadro 7 de la presente Normativa. En el Caso de los árboles frutales, el riego debe cesar dos semanas antes de cosechar la fruta y en esta no se debe recoger del suelo. No es conveniente regar por aspersión.

TIPO 2: REUSO URBANO: Debe entenderse por reuso urbano el riego de zonas verdes, campos deportivos, parques, cementerios y calles, esta categoría debe cumplir con los requisitos establecidos en el Cuadro 6 y Cuadro 7.

TIPO 3: REUSO INTERNO EN LA INDUSTRIA, RECICLAJE: para la recuperación de la materia prima, disminuir contaminantes en el efluente y reducir el consumo de agua.

TIPO 4: REUSO EN RECREACIÓN SIN CONTACTO: El agua destinada a la recreación debe cumplir con los requisitos de los Cuadro 6 y Cuadro 7 de la presente Normativa.

TIPO 5: REUSO EN ACUICULTURA DE RECARGA DE ACUÍFEROS: El agua destinada a la acuicultura, debe cumplir con los requisitos de los Cuadro 6 y límites permisibles de metales pesados del Cuadro 7.

TIPO 6: USO EN ZONAS DE RECARGA DE ACUÍFEROS: El efluente del STAR debe cumplir con las características físico-químicas y bacteriológicas establecidas en el Cuadro 6 y metales pesados, Cuadro 7 de la presente Normativa.

11.2 Los reusos detallados y los no especificados en este artículo serán analizados y aprobados por el MARENA.

11.3 para la presente normativa, no se permiten para el reuso agrícola aquellos efluentes que provienen de industrias que contienen contaminantes tóxicos y peligrosos en las aguas residuales, que se describen en el Cuadro 8.

12. MONITOREO DE LAS AGUAS RESIDUALES

12.1 Para la vigilancia y el control de efluentes de STAR que descarguen a cuerpos receptores se utilizarán las mismas frecuencias de muestreo y análisis establecidos en el Anexo 1. del Decreto 33-95 2 "Disposiciones para el Control de la Contaminación proveniente de las Descargas de Aguas Residuales Domésticas, Industriales y Agropecuarias" y lo establecido en el Decreto N°. 77-2003 " De Establecimiento de las

Disposiciones que regulan las descargas de Aguas Residuales Domésticas provenientes de los sistemas de tratamientos en el Lago Xolotlán”.

12.2 Para vigilancia y el control de efluentes de STAR que se reusen, las frecuencias mínimas requeridas para la toma de muestra y la realización de los análisis de laboratorio respectivos, debe seguir el Cuadro 9.

12.3 Las muestras para la realización de los análisis en general deben ser tipo compuesta, como se describe en el Arto. 17 y Arto. 18 del Decreto 33-95 “Disposiciones para el Control de la Contaminación proveniente de las Descargas de Aguas Residuales Domésticas, Industriales y Agropecuarias”.

12.4 El MARENA, MINSA, INAA según su competencia exigirán frecuencias y parámetros diferentes a los descritos en el Cuadro 9 de la presente Normativa y el Decreto 33-95 “Disposiciones para el Control de la Contaminación proveniente de las Descargas de Aguas Residuales Domésticas, Industriales y Agropecuarias”, en dependencia del tipo del sistema de tratamiento utilizado y en aquellos casos en que la protección de la salud pública y del ambiente, así lo requieren.

12.5 Los métodos de análisis físico químicos y bacteriológicos, son los establecidos en la última edición del “Standard for the Examination of Water and Wastewater”, publicada por la A.P.H., A.W.W.A., y W.P.C.F. En casos excepcionales debido a condiciones especiales, el MARENA podrá aceptar modificaciones a los métodos oficiales, Para cada parámetro, deberá ser el que corresponda para las características específicas de la muestra, debiéndose observar en cada caso, las interferencias y límites de detección de dicho método.

Cuadro 5: Criterios según el Tipo de Categoría de Riesgos

PARÁMETROS	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES SEGÚN CATEGORÍA		
	A	B	C

DBO ₅ (mg/l)	120	200	1*
Coliformes Fecales NMP / 100 ml	1* 10 ³	1* 10 ⁴	10 ⁵
Huevos de Helminthos (cada 100 ml)	0	1	1
Nitrógeno Total (mg/l)	15	15	15
Fósforo Total (mg/l)	5	5	5
Tasa de Adsorción de Sodio	6	6	6
Conductividad Eléctrica en dS/m	4 (200mo)	4 (200mo)	4 (200mo)

NMP: Número más Probable, mg/l: miligramos por litro, dSm: DeciSiemens por metro, (mo): Micromhos / cm.

Cuadro 6: Límites Máximos Permisibles para aguas RESIDUALES de Reuso

PARÁMETROS	UNIDAD	URBANA	RECARGA DE ACUÍFEROS	RECREACIÓN SIN CONTACTO*	ACUICULTURA
Ph	°C	6-9	6-9	6-9	Mínimo 17
Temperaturas	mg/l	0	0	±3 de Normal	60
Sólidos Flotantes	mg/l	20	10	30	5
Visibles	mg/l	5	30	2	15
y Espumas	mg/l	30	0	15	5
DBO ₅ (mg/l)	mg/l	15	5	10	0.5
DQO	mg/l	10	15	50	1*10 ⁴
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/l	1*10 ⁵	10	30	
Mínimo	mg/l		No detectables	1*10 ⁵	
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/l				
Aceites	NPM/100ml				

Flotantes y Grasas (A y G)					
Aceites de Grasas Emulsionadas					
(Máximo)					
Color, Escala Platino Cobalto					
Fósforo Total					
Turbiedad					
Nitrógeno Total					
Amonio					
Nitritos					
Tasa de Adsorción de Sodio					
Coliformes Fecales					

* Lago de Managua cumplir con la regulaciones del Decreto 77-003

Cuadro 7: Límites Máximos permisibles para aguas de reuso con Metales Pesados

PARÁMETROS	UNIDAD	URBANA	RECARGA DE ACUÍFEROS	RECREACIÓN SIN CONTACTO*	ACUICULTURA

Aluminio	mg/l	5.00	0.90	0.50	0.100
Arsénico	mg/l	0.10	0.10	0.10	0.050
Cadmio	mg/l	0.01	0.01	0.01	0.800
Cromo	mg/l	0.10	0.10	0.05	0.020
Cobre	mg/l	0.20	0.20	0.10	0.002
Cianuro	mg/l	0.02	0.02	0.02	0.005
Hierro	mg/l	5.00	5.00	0.3	0.300
Plomo	mg/l	0.20	0.50	0.50	0.002
Mercurio	mg/l	0.01	0.05	0.002	0.001
Níquel	mg/l	0.20	0.20	0.10	0.065
Litio	mg/l	2.50	0.02	0.01	0.001
Selenio	mg/l	0.02	0.20	0.20	0.001
Plata	mg/l	0.05	2.00	0.05	0.030
Zinc	mg/l	5.00			

Cuadro 8. Aguas Residuales Industriales no Aprobadas para Reuso Agrícola

1. Fábricas de Barnices, Pinturas y Tintes
2. Fábrica de Jabones
3. Industria de Metales Pesados Inorgánicos
4. Industria Farmacéutica
5. Industria Metálica
6. Fábrica de Celulosa de Sulfito
7. Plantas de Carbonización
8. Industria de Carbonización de Maderas
9. Plantas de Lavado de Carbón
10. Producción de Subproductos de Plantas de Coque
11. Plantas de Generación de gas
12. Lavanderías
13. Plantas de Producción de Cola Sintética
14. Plantas de Producción de Explosivos
15. Industria de Aceite Mineral 16. Curtiembres
17. Otros que generen Sustancias nocivas a la Flora, Fauna, Suelo y agua

Cuadro 9: Frecuencia y Parámetros a Monitorear en el Reuso

PARÁMETROS	TIPOS DE REUSO				
	REUSO AGRÍCOLA Y/O FORESTAL	URBANA	RECARGA DE ACUÍFEROS	RECREACIÓN SIN CONTACTO*	ACUICULTURA

Temperatura, pH,	Trimestral	Mensual	Trimestral	Semestral	Semanal
Sólidos Suspendidos	Trimestral	Mensual	Trimestral	Semestral	Semanal
Totales (SST)	Trimestral	Mensual	Trimestral	Semestral	Mensual
DBO ₅	Trimestral	Mensual	Trimestral	Semestral	Trimestral
Nitrógeno Total	Trimestral	Mensual	Mensual	Semestral	Semanal
Fósforo Total	Trimestral	Mensual	Trimestral	Semestral	Quincenal
Grasas y Aceites (G y A)	Semestral	Semestral	Semestral	Anual	Semestral
Coliformes Fecales					
Huevos de Helminthos					
Metales Pesados					

13. DISPOSICIÓN DE LOS EFLUENTES

13.1 Para la disposición final todo generador de aguas residuales domésticas, industriales, y agropecuarios, debe de cumplir con lo siguiente:

- a) Debe solicitar un permiso o autorización al MARENA, MINSA, INAA, según su competencia para descargar los efluentes de aguas residuales tratados. En el caso reutilizar el agua residual se debe solicitar una autorización y debe cumplir con lo establecido en el capítulo 11 de la presente normativa.
- b) Debe cumplir con lo establecido en el Decreto 33-95 “Disposiciones para el Control de la Contaminación proveniente de aguas residuales tratados Residuales Domésticas, Industria y Agropecuarias y los que establece el Decreto y Decreto N°. 77-2003 “De Establecimiento de las Disposiciones que regulan las descargas de Aguas Residuales Domésticas provenientes de los sistemas de tratamientos en el Lago Xolotlán”.

13.2 No se permite descargar aguas residuales en los casos:

- a) La explotación o uso de agua con fines de dilución de aguas residuales, como tratamiento previo a la descarga.

b) La dilución de cualquier materia que pudiera obstaculizar en formas significativas el flujo del agua, formar vapores o gases tóxicos, explosivos, inyección de gases, sustancias que causen mal olor o que pudieran alterar en forma negativa la calidad del agua del cuerpo receptor.

14. MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

14.1 Los desechos sólidos generados por los STAR deben ser manejados, en base a lo establecido en la NTON 05-014-02 "Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para el manejo, Tratamiento y Disposición final de los Desechos Sólidos no Peligrosos y la NTON 05 015-02 "Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para el Manejo y Eliminación de Residuos Sólidos no Peligrosos.

14.2 Los desechos sólidos deben ser almacenados diariamente en sitios y recipientes adecuados y disponer al menos una vez a la semana en sitios autorizados, conforme lo establecido en las normas descritas e el inciso anterior.

14.3 El generador y prestador de los servicios de transporte de los desechos, debe cumplir con lo establecido en la Normas y leyes vigentes.

15. MANEJO DE LOS LODOS

15.1 Los generadores previo a la construcción de los STAR y el prestador del servicio deben presentar ante el MARENA o ante INAA según su competencia, para su aprobación, el plan de manejo de los lodos, que incluya al menos la caracterización, estimación de los volúmenes, almacenamiento, tratamiento y disposición final de los mismos.

15.2 Todo generador y prestador del servicio deberá contar con un aval de las autoridades competente para la disposición final de los lodos.

15.3 El generador deberá llevar un registro de la cantidad y calidad del lodo generando en los sistemas de tratamiento, el cual deberá ser remitido cuando estas lo requieran a las autoridades correspondientes.

15.4 Los generadores deberán realizar la caracterización de los lodos antes y después del tratamiento, para su posterior disposición final ya sea como abono orgánico, material para rehabilitación de terrenos, depositados en rellenos sanitarios, incinerados, confinamiento controlado, de acuerdo a las características finales del lodo obtenido.

15.5 Toda persona natural, jurídica pública, privada de una obra, proyecto o actividad responsable o administrativa de sistemas de tratamientos que generen lodos deben de cumplir con lo establecido en esta normativa, en el caso de existir instrumentos regulatorios específicos para el manejo de lodos prevalece la supremacía de los

mismo.

16. CIERRE DE OPERACIONES DE LOS STAR

16.1 En caso de clausura de la operación de los STAR, los generadores deben notificar al MARENA o INAA según su competencia y a la Municipalidad su decisión de cierre con 60 días hábiles de anticipación y presentar un plan de clausura o abandono para su aprobación que debe de contar como mínimo lo siguiente:

- i) Antecedentes de su operación y descripción de la infraestructura existente.
- ii) Acciones correctivas.
- iii) Obras de Restauración con las medidas a realizar en las áreas de afectación directa e indirectamente.
- iv) Cronograma de ejecución las Obras de restauración y de las acciones correctivas y costos asociados.
- v) Planos correspondientes a las obras de restauración.
- Vi Usos Alternativos del sitio.
- vii) Plan de supervisión de la clausura.

17. CONTROL AMBIENTAL

17.1 La presente Normativa debe utilizarse como instrumento de control para verificar el cumplimiento en la calidad de los efluentes. La instancia responsable de la fiscalización es el MARENA y el INAA de acuerdo a su competencia.

17.2 Los responsables de los STAR deben presentar un informe inicial de operaciones a MARENA o a INAA según su competencia después de haber iniciado operaciones el sistema de tratamiento, el cual debe contener al menos lo siguiente:

- a) Nombre Jurídico/ Natural de los Generadores o Razón social del Generador.
- b) Dirección exacta del sitio de ubicación del STAR.
- c) Área de toda la Instalación.
- d) Cantidad de trabajadores.
- e) Caracterización y Volumen de aguas residuales.
- f) Productos usados para el mantenimiento de los STAR, así como insumos intermedios y aditivos utilizados durante el proceso.
- g) Descripción breve del tratamiento a ser implementado.
- h) Cantidad de desechos sólidos y Lodos producidos.
- i) Tipo de tratamiento de los Lodos, si se amerita y destino final de éstos.
- j) Disposición final de éstos.
- k) Datos provenientes del monitoreo en conformidad con la presente normativa.

17.3 El responsable de los STAR debe remitir un informe anual al MARENA, INAA, MINSA según su competencia o cuando las autoridades lo requieran, el cual debe contener lo siguiente:

- a) Volumen de agua producida por día.
- b) Registro de Aforos.
- c) Cantidad de Productos utilizados para el mantenimiento de los STAR, así como insumos intermedios y aditivos usados durante el proceso.
- d) Resultados del Plan de Monitoreo (Registro de análisis efectuados según la legislación pertinente).
- e) Cantidad de desechos sólidos y Lodos producidos y disposición final de éstos.
- f) Registros de daños a la infraestructura, causados por situaciones fortuitas o accidentes, manejo y funcionamiento del sistema.
- g) Situaciones fortuitas o accidentes en el manejo y el funcionamiento del sistema, origen de descarga de aguas residuales con niveles de contaminantes que contravengan los límites permitidos por las normas técnicas respectivas.
- h) Evaluación del estado actual del sistema.
- i) Acciones correctivas y de control.

18. PLAN GRADUAL DE IMPLEMENTACIÓN

Toda persona natural o jurídica, pública o privada responsable de una obra, proyecto o actividad o administrador de sistemas de tratamientos de aguas residuales y que están operación el STAR son objeto de cumplimiento de la presente Norma, los cuales elaborarán un plan de implementación de la misma, a partir de su entrada en vigencia, debiendo presentarlo al MARENA y al INAA según su competencia para su revisión y aprobación, tomando en cuenta el principio de gradualidad y el impacto regulatorio del sector Económico, Técnico y Normativo.

19. OBSERVANCIA DE LA NORMA

MARENA es la Institución responsable de la Observancia de la aplicación de la presente normativa.

INAA es la institución responsable de la observancia de la presente Normativa, en relación a las de descargas de vertidos líquidos domésticos, industriales y agropecuarias a las redes de alcantarillado sanitario.

20. ENTRADA EN VIGENCIA

La presente Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense entrará en vigencia a partir de su publicación en la Gaceta, Diario Oficial.

21. PERIODO DE REVISIÓN

La revisión de la presente norma se realizará como período máximo, cada 3 años, a partir de la fecha de su puesta en vigencia, o en caso que el MARENA lo solicite, lo cual es responsabilidad del Ministerio.

23. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- a. Compendio de cuatro Reglamentos, Reglamento sobre Vertido y Reuso de Aguas residuales. Ministerio de Salud de Costa Rica. 1999.
- b. CEPIS OPS. Medidas de Protección Sanitaria en el Aprovechamiento de Agua Residuales Ing. Julio Moscoso Cavallini, Ing. Luis Egocheaga Young, Año 2002 .Perú.
- c. Convenio IDRC – OPS/HEP/CEPIS.20000 – 2002 Sistemas Integrados de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales en América latina: Realidad y ptencial Resumen ejecutivo. Ing. Julio Moscoso Cavallini, Ing. Luis Egocheada Young.
- d. Contaminación de los Suelos. La Salinidad de los Suelos. Inés García y Carlos Dorronsoro. <http://edafologia.ugr.es/conta/tema00/home.htm>
- e. Decreto 33-95. Disposiciones para el Control de la contaminación proveniente de las descargas de aguas residuales domésticas, industriales y agropecuarias. La Gaceta, Diario Oficial No. 118. Managua, 26 de junio de 1995. Nicaragua.
- f. Decreto 394. Ley de Disposiciones Sanitarias. La Gaceta, Diario Oficial No. 200. Managua, 21 de octubre de 1988. Nicaragua.
- g. Decreto 45-94. Reglamento de Permisos y Evaluaciones de Impacto Ambiental. La Gaceta, Diario Oficial No. 203. Managua, 31 de Octubre de 1994. Nicaragua.
- h. Decreto 71-98. Reglamento de la Ley 290 de Organización, Competencia y Procedimientos del poder Ejecutivo. La Gaceta, Diario Oficial No. 14. Managua, 30 de octubre de 1998. Nicaragua.
- i. decreto 9-96. Reglamento de la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales. La Gaceta Diario Oficial No. 163. Managua, 29 de Agosto de 1996. Nicaragua.
- j. Decreto 39. Reglamento Especial de Aguas Residuales de la República del Salvador.
- k. Estrategia Nacional de Biodiversidad Nicaragua. MARENA, PNUD.
- l. GTZ, Cooperación Técnica República Federal de Alemania. OPS-OMS.-CEPIS. Manual de Disposiciones de Aguas Residuales Tomo I y Tomo II.
- m. Herman E. Hilleboe, M.D. Manual de Tratamiento de Aguas Negras. Versión en Español, 1964. Editorial LIMUSA – WILLEY.
- n. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Buenos Aires Argentina.

Calidad del agua para Riego.

- o. Informe Técnico del PEC N°. 40 Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA Tecnologías Apropriadas Para el Control de la Contaminación de Aguas de Alcantarillado en la Región Del Gran Caribe. 1998
- p. Instituto Nacional del Agua y del Ambiente. Centro de Tecnología del Uso del Agua y del Ambiente. Buenos Aires – Argentina. Criterios de selección de tecnologías de depuración de líquidos cloacales”. Mayo 2000. Ing. Luis E. Higa.
- q. Kadlec R. H, Knight R.L, Treatment Wetlands, CRC Press, 1996.
- r. León. Guillermo. Aspectos generales y principios básicos de los sistemas de lagunas de estabilización. Santiago de Cali, Colombia. 1995.
- s. Ley No. 217. Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales. La Gaceta Diario Oficial No. 105. Managua, jueves 6 de junio de 1996. Nicaragua.
- t. Ley No. 290. Ley de Organización, competencia y procedimientos del poder ejecutivo. La Gaceta, Diario Oficial No. 102. Managua, 03 de Junio de 1998. Nicaragua.
- u. Metodología para la Presentación de Normas Técnicas Nicaragüenses. NTON 01-001-96. La Gaceta, Diario Oficial No. 87. Managua, 12 de mayo de 1999.
- v. Metcalf & Hedi. Ingenieria de Aguas Residuales. Tratamiento, Vertido y Reutilizaco Tomo 2. Mc GRAW – HILL . 1997.
- w. Miguel Rigola Lapeña. Tratamiento de Aguas Residuales Industriales. Aguas de Procesos y Residuales, Mexico 1999
- x. Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para el Control Ambiental de los Rellenos Sanitarios para Desechos Sólidos no Peligrosos. NTON 05 013-01.
- y. Norma Técnica Ambiental Obligatoria para el Manejo, Tratamiento y Disposición Final de los Desechos Sólidos no Peligrosos. NTON 05 014-02. Nicaragua.
- z. Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para Manejo y Eliminación de residuos Sólidos Peligrosos. NTON 05 015-02.
- aa. Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para el Control ambiental de las Lagunas Crátericas
- bb. Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y

Vertidos o Efluentes Líquidos. Venezuela. 1955.

cc. Núñez-Ferrera, Margarita.1999 Guía General para el Desarrollo de Instrumentos de Gestión de Calidad Ambiental.

dd. Oficina de Ciencia y Tecnología. Organización de los Estados Americanos y Agencia Alemana de Cooperación GTZ. Manual de Gestión de Calidad Ambiental 2003.

ee. Ramón Sans Fronfria/ Joan de Pablo Ribas. Ingeniería Ambiental. Contaminación y Tratamientos. México 1999

ff. Resolución Ministerial No. 012-97. Procedimientos Administrativos Internos de la Dirección General de Ambiente para el Otorgamiento del Permiso Ambiental. Managua, 07 de noviembre de 1997. Nicaragua.

gg. Rodriguez Pérez de Agreda, Celia et al Acción depuradora de algunas plantas acuáticas sobre las aguas residuales. Universidad de La Habana, Cuba.

hh. Reglamento de la Ley de Protección al Ambiente del Estado de México para la Prevención y Control de la Contaminación del Agua.

ii. Resolución No. 49. Normas de Reuso de la República de Panamá.

jj. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”, publicada por la A.P.H.A., A.W.W.A., y W.P.C.F.

kk. Decreto 52-98, Reglamento de la Ley General de Servicios de Agua Potable y Alcantarillados Sanitario. La Gaceta Diario Oficial No. 138, Managua 24 de Julio de 1998. Nicaragua.

ll. Ley N°. 297 Ley General de Servicios de agua Potable y Alcantarilla Sanitario. La Gaceta, Diario Oficial No. 132, Managua, Jueves 2 de Julio de 1998. Nicaragua

mm. Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para los Sistemas Domésticos y Particulares para el Tratamiento y Disposición de Aguas Servidas NOV 05-010-98.

nn. Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para la Clasificación de los Recursos Hídricos. NTON 05 007-98.

oo. Tercer Curso Internacional de sistemas de Tratamientos de aguas Residuales y su reuso para un Medio Ambiente Sustentable. Secretaria de Medio Ambiente (SEMARNAT). Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y la Cooperación Internacional del Japón (JICA).2001