

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



PROPUESTA DE NORMATIVA PARA AGUAS RECREATIVAS DE EL
SALVADOR

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR

ANA RUTH SERRANO MARTINEZ

PARA OPTAR AL GRADO DE

LICENCIATURA EN QUIMICA Y FARMACIA

NOVIEMBRE 2013

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

SECRETARIA GENERAL

DRA. ANA LETICIA ZAVALA DE AMAYA

FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA

DECANA

LICDA. ANABEL DE LOURDES AYALA DE SORIANO

SECRETARIO

LIC. FRANCISCO REMBERTO MIXCO LOPEZ

COMITE DE TRABAJO DE GRADUACION

COORDINADORA GENERAL

Licda. María Concepción Odette Rauda Acevedo

ASESORA DE AREA DE GESTION AMBIENTAL: CALIDAD AMBIENTAL

MSc. Cecilia Haydee Gallardo de Velásquez

ASESOR DE AREA DE CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTOS FARMACEUTICOS, COSMETICOS Y VETERINARIOS

MSc. Eliseo Ernesto Ayala Mejía

DOCENTES DIRECTORES

Licda. Rosa Mirian Rivas de Lara

Licda. María Concepción Odette Rauda Acevedo

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** en primer lugar, por darme la sabiduría y entendimiento para realizar este trabajo y por estar a mi lado guiando y guardando mi vida en todo momento, porque a él debo todo lo que tengo y lo que soy. Gracias mi buen Señor y Dios.

A mis queridos **padres** Alberto y Josefa, por todas sus oraciones y consejos, por esas palabras de aliento en los momentos difíciles y porque a ellos debo todo lo que soy, porque siempre me han impulsado a seguir adelante. También a mis **hermanos**, Juan, Pablo, Isaac, Esther, Areli, Elsa, Iván, por ayudarme a culminar esta carrera y por estar a mi lado siempre.

Mis **docentes directores**, Lic. Rosa Mirian Rivas de Lara y Lic. María Concepción Odette Rauda Acevedo, por ser excelentes docentes directoras y depositar su confianza en mí para realizar este trabajo de graduación y por dedicarme parte de su tiempo para asesorarme en todo el proceso de la realización de este trabajo.

A mis **amigos**, Marlene, Néstor, Rosa, Eva, Sabrina y Lic. Lissette Meléndez, por estar con migo en las buenas y en las malas, por sus consejos y su apoyo incondicional, los quiero mucho.

Ana Ruth Serrano Martínez

DEDICATORIAS

A **Dios** todo poderoso, por ser mi fiel amigo y ayudarme a culminar esta etapa de mi vida, porque es quien me ha dado las bendiciones, inteligencia y fuerzas para terminar este trabajo.

A **mis padres**, Juan Alberto y Ana Josefa, por estar guiándome y apoyándome siempre en todas las etapas de mi vida, ayudándome a salir siempre adelante y por sus oraciones y consejos que nunca faltaron. Los quiero mucho.

A **mis hermanos**, Juan, Isaac, porque nunca me dejaron sola a lo largo de mi carrera, por su ayuda tanto económica como moral, porque gracias a ellos he alcanzado una de mis metas, y a todos mis hermanos porque siempre me han apoyado, los quiero mucho y que Dios me los bendiga siempre.

A **mis docentes directores**, Lic. Rosita y Odette, por brindarme su confianza y su apoyo para que yo realizara este trabajo de graduación, que Dios me las bendiga. Y al comité de trabajos de graduación por todo su apoyo.

A mi **prima Rosita** y su familia, por recibirme en su hogar durante los años de estudio, por todo su apoyo y cariño.

A **mis amigos**, Santos Marlene, Rosa María, Néstor Manuel, a quienes aprecio y quiero muchísimo, por estar siempre a mi lado, porque han estado pendientes de mí siempre ayudándome en los momentos buenos y malos. Son excelentes amigos, los quiero mucho.

Ana Ruth Serrano Martínez

INDICE

	Pág.
Resumen	
Capítulo I	
1.0 Introducción	XV
Capitulo II	
2.0 Objetivos	
Capitulo III	
3.0 Marco Teórico	20
3.1 Norma	20
3.1.1 Clases de normas	20
3.1.2 Partes de una norma	21
3.1.2.1 Elaboración del anteproyecto	21
3.1.2.2 Consulta pública de anteproyecto y análisis general del impacto social y económico	23
3.1.2.3 Proceso de elaboración del proyecto definitivo	24
3.1.2.3 Trámite de Formalización de la Norma	25
3.2 Aguas recreativas	25
3.2.1 Aguas recreativas con contacto directo	25
3.2.2 Aguas recreativas sin contacto directo	26
3.2.3 Aguas superficiales	26
3.2.4 Aguas dulces	26
3.2.5 Aguas marinas	26
3.2.6 Aguas salobres	26
3.2.7 Aguas salinas	26

3.2.8 Aguas de estuarios	27
3.2.9 Piscina	27
3.3 Indicador	27
3.3.1 Niveles de calidad	27
3.3.2 Parámetros	27
3.3.3 Parámetros fisicoquímicos	27
3.3.4 Parámetros microbiológicos	31
3.4 Contaminación del agua	32
3.4.1 Fuentes de contaminación	33
3.5 Importancia del monitoreo	33
3.6 Toma de muestra	34
3.6.1 Envase	35
3.6.2 Identificación del sitio de la toma de muestra	35
3.6.3 Rotulado de la muestra	35
Capítulo IV	
4.0 Diseño Metodológico	37
4.1 Tipo de estudio	37
4.2 Investigación bibliográfica	37
4.2.1 Revisión bibliográfica	37
4.3 Investigación de campo	38
4.3.1 Universo	38
4.3.2 Muestra	38
4.3.3 Desarrollo de la investigación	38
Capítulo V	
5.0 Resultados e interpretación de los resultados	42

5.1 Normas de aguas recreativas recopiladas para elaborar la propuesta de aguas recreativas en el país	42
5.2 Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos seleccionados	48
5.3 Lineamientos para la toma de muestra de agua en ríos y lagos	50
5.4 Propuesta de norma para las aguas recreativas de el país	53
5.5 Entrega de propuesta de norma al Organismo Salvadoreño de Normalización (OSN)	67
Capítulo VI	
6.0 Conclusiones	69
Capitulo VII	
7.0 Recomendaciones	71
Bibliografía	73
Glosario	76
Anexos	78

INDICE DE CUADROS

CUADRO N°	Pag.
1. Parámetros fisicoquímicos seleccionados	48
2. Parámetros microbiológicos seleccionados	49

INDICE DE TABLAS

TABLA N°	Pag.
1. Criterios de calidad para aguas con fines recreativos (Ecuador)	42
2. Requisitos para aguas destinadas a recreación (Panamá)	43
3. Valor límite para aguas recreativas por contacto primario y secundario (Colombia)	44
4. Parámetros de calidad para aguas de uso recreativo (Puerto Rico)	44
5. Estándares de calidad para el agua de uso recreativa (Japón)	45
6. Estándares de calidad del agua recreativa: elementos varios (Japón)	45
7. Parámetros de calidad para el agua recreativa: mar (OMS)	46
8. Límite máximo permisible para calidad fisicoquímica y metales	60
9. Límite máximo permisible para calidad microbiológica	61

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N°	Pag.
1. Formato de la propuesta de norma	39
2. Tipos de envase para la toma de muestra de agua en ríos y lagos.	77
3. Toma de muestra de aguas en ríos y lagos	77
4. Recipiente para el traslado de las muestras de agua al laboratorio.	78
5. Determinación de la calidad del agua utilizando las muestras tomadas y llevadas al laboratorio.	78

INDICE DE ANEXOS

ANEXO N°

1. Métodos de análisis para parámetros fisicoquímicos y metales (anexo de la propuesta de norma).
2. Métodos de análisis para parámetros microbiológicos (anexo de la propuesta de norma).
3. Tipo de recipiente para toma de muestra y preservación de la muestra (anexo de la propuesta de norma).
1. Recipientes para la toma de muestra.
2. Recipiente para almacenar muestras de agua para su respectivo análisis.

ABREVIATURAS

DBO: Demanda bioquímica de oxígeno. ⁽¹⁾

DQO: Demanda química de oxígeno.

EQT/L: Equivalente de toxicidad por litro.

M: Metros de profundidad.

mL: Mililitros.

mg/L: Miligramos por litro.

NMP: Número más probable.

OD: Oxígeno disuelto.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

Parámetro: Aquellas características que puede ser sometida a medición.

pH: Potencial del ion hidronio.

UFC: Unidad formadora de colonias.

ug/L: Microgramos por litro.

UPS: Unidades prácticas de salinidad.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación comprende la recopilación de normas internacionales de aguas recreativas, con el objetivo de elaborar una propuesta de norma para las aguas recreativas de el país, debido a que en El Salvador no existe una norma para dichas aguas que establezca los parámetros de calidad fisicoquímicos, microbiológicos y metales que deban presentar estas aguas, así como cumplir con los valores permitidos que se establecen.

Para la elaboración de dicha propuesta, se procedió a la revisión bibliográfica la cual se llevó acabo en la biblioteca de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El salvador, sitios web y consistió en recopilar todas aquellas normas de aguas recreativas que están accesibles sin restricciones de uso y existentes en países de Centro América, Sur América, Japón y la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Una vez recopiladas las normativas, se procedió a la selección de los parámetros que eran más comunes entre ellas y también de aquellos parámetros que causan toxicidad como lo es la presencia de metales pesados y así elaborar la propuesta de norma para el país.

En base a los resultados obtenidos durante la recopilación y revisión bibliográfica se elaboró la propuesta de norma para aguas recreativas de el país, en la cual se establecen los parámetros de calidad que deben cumplir dichas aguas, así también se sugieren los métodos de análisis para cada uno de los parámetros establecidos; además de el tipo de envase, el tiempo de recepción de la muestra, la preservación y el volumen de muestra que se debe tomar para realizar los análisis.

Además este trabajo de investigación incluye los pasos que se deben realizar para la toma de muestra de aguas en ríos y lagos, así como cada uno de los

lineamientos a seguir dependiendo de el tipo de análisis que se vaya a realizar tanto si es análisis fisicoquímico como también para análisis microbiológico.

Finalmente se realizó la entrega de la propuesta de norma para aguas recreativas de el país, al Organismo Salvadoreño de Normalización (OSN), para que pueda servir como un insumo cuando el ente competente gestione la elaboración de dicha norma en el país, la cual sería importante para verificar el estado sanitario de las mismas a fin de garantizar la salud de los usuarios, verificando su calidad y así evitar la transmisión de enfermedades.

CAPITULO I
INTRODUCCION

1. INTRODUCCION

Las aguas recreativas son aquellos cuerpos superficiales que se utilizan principalmente para la recreación y las actividades deportivas, es por eso que al estar el usuario en contacto directo con este tipo de aguas, es importante conocer el estado sanitario de las mismas a fin de garantizar la salud de los usuarios, verificando su calidad para evitar contaminantes que causen riesgos a la salud.

En el país existen guías de referencia para las aguas de uso recreativo, pero no existe una norma que se aplique a estas, en la que se establezcan los parámetros de calidad que dichas aguas deben cumplir, siendo posible adoptar normas de otros países que ya cuentan con normativas propias.

Por lo que el presente trabajo de investigación tiene por objetivo realizar la propuesta de una normativa para las aguas de uso recreativo de el país, para lo cual se recopilo información de varias normas que se encontraban accesibles y sin restricciones de uso ya existentes en otros países de Centroamérica, Suramérica, así como la norma de Japón y de la Organización Mundial de la Salud, de donde se tomaron aquellos parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que más se repiten entre ellas, así como también los parámetros críticos, considerados así porque ponen en riesgo la salud y que se consideran importantes de tomar en cuenta para elaborar la propuesta de norma de el país.

Además este trabajo incluye una recopilación de los pasos o lineamientos que se deben seguir para realizar la toma de muestra de agua en ríos y lagos, tanto para análisis fisicoquímico como microbiológico. También se sugieren los métodos de análisis para cada

uno de los parámetros establecidos en la propuesta de norma para aguas recreativas de el país. Dicha propuesta fue entrada al Organismo Salvadoreño de Normalización.

Dicha propuesta se elaboró en el periodo de Marzo a Noviembre del 2013, en la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

CAPITULO II
OBJETIVOS

2.0 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer una normativa de aguas recreativas para El Salvador.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 2.2.1** Recopilar las normas de aguas recreativas accesibles y existentes en otros países seleccionados de Centroamérica y Suramérica.
- 2.2.2** Seleccionar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos más comunes y los que se consideren críticos en las diferentes normas de los países seleccionados.
- 2.2.3** Establecer lineamientos para la toma de muestra de ríos y lagos.
- 2.2.4** Elaborar la propuesta de normativa para aguas recreativas de el país, estableciendo en ella los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que deben cumplir dichas aguas.
- 2.2.5** Presentar propuesta al Organismo Salvadoreño de Normalización.

CAPITULO III
MARCO TEORICO

3.0 MARCO TEORICO

3.1 NORMA

La norma es una regla que se debe seguir o a la que se deben ajustar las operaciones. Es un documento que contiene definiciones, requisitos, especificaciones de calidad, terminología, métodos de ensayo o información de rotulado. ⁽⁷⁾

3.1.1 CLASES DE NORMAS:

- Normas general e individual:

La norma general enlaza la consecuencia jurídica a un tipo legal que contiene la descripción de un sector social supuesto; en cambio, la norma individual se basa en un sector social real descrito. ⁽¹⁴⁾

- Normas con antecedente general e individual:

Toda norma cuyo antecedente consiste en una hipótesis futura resulta general, ya que plantea como antecedente hechos irreales, y todo lo irreal es genérico. En cambio, toda norma que se basa en un antecedente pasado, es una norma individual, ya que todo lo pasado era real, y todo lo real es individual en el sentido de concreto. ⁽¹⁴⁾

- Normas con consecuencia general e individual:

La consecuencia de una norma puede ser general o individual, tanto en atención al número de destinatarios, como con miras al número de aplicaciones o actos de obediencia. ⁽¹⁴⁾

- Normas categórica e hipotética:

Las proposiciones categóricas son aquellas que enuncian algo, mientras que las proposiciones hipotéticas son aquellas que enuncian algo bajo la condición

de que algo sea u ocurra. Las normas categóricas son aquellas cuyo antecedente no es de carácter hipotético. ⁽¹⁴⁾

- Normas unilateral y bilateral:

Las normas jurídicas son bilaterales, ya que configuran derechos y deberes con respecto a diferentes personas.

En cambio, son unilaterales, las normas éticas, ya que cuando declaran que hay que dominar los instintos o aspirar a la santidad, se dirigen a una sola persona. ⁽¹⁴⁾

- Normas coactivas y supletorias o dispositivas:

Las normas pueden o reclamar vigencia incondicional o sólo subsidiariamente, en defecto de una declaración de voluntad distinta de los interesados. En el primer supuesto, las normas se denominan coactivas y su conjunto constituye lo que se llama el orden público interno, las normas se apellidan supletorias o dispositivas y su totalidad es el campo en el cual impera la autonomía de la voluntad restringida. ⁽¹⁴⁾

3.1.2 PARTES DE UNA NORMA:

El desarrollo de una norma en particular, posee cuatro etapas:

1. Elaboración de un anteproyecto.
2. Consulta pública de anteproyecto y un análisis general del impacto social y económico.
3. Elaboración del proyecto definitivo.
4. Aprobación del proyecto definitivo de norma y trámite de formalización del decreto. ⁽¹³⁾

3.1.2.1 Elaboración de Anteproyecto

En esta etapa del proceso se reciben los antecedentes, se analizan, se realizan reuniones de discusión entre los principales sectores interesados y se elabora

un anteproyecto de norma en un plazo total de 150 días desde la fecha de la publicación de la Resolución de Inicio. Dentro de esta etapa se deben efectuar los siguientes pasos:

- Formación de Comité Operativo y Comité Operativo Ampliado

Consiste en la instancia formada por la representación de los distintos servicios públicos competentes en la materia que se normará. Ellos son los que elaborarán el anteproyecto. Voluntariamente, CONAMA acogiendo al Art. 77 de la Ley 19.300 que establece: "...podrá (el Director) crear comités consultivos con participación de personas naturales y jurídicas ajenas a la administración del estado", convoca a los llamados comités operativos ampliados, al momento de comenzar la elaboración del anteproyecto.

De este modo el comité operativo ampliado queda constituido por los mismos servicios públicos que elaboran el anteproyecto más personas naturales o jurídicas provenientes del sector privado y de la sociedad civil.

- Formación del expediente público

Consiste en la apertura de un expediente en el que se registran todos los estudios realizados, los aportes y opiniones recibidos, así como las actas de todas las reuniones sostenidas por el comité operativo y el comité operativo ampliado y el texto del anteproyecto.

También se consignan en él los resultados de la consulta pública y el proyecto definitivo de norma. Es por tanto una herramienta importante a la hora de hacer transparente todo el proceso.

- Desarrollo de estudios científicos y técnicos

Corresponde a la elaboración o recopilación de antecedentes para la elaboración del anteproyecto.

3.1.2.2 Consulta pública de anteproyecto y análisis general del impacto social y económico

Una vez elaborado el anteproyecto, el Director Ejecutivo de CONAMA (comisión nacional de medio ambiente) emite la resolución que ordena someterlo a consulta pública. El extracto de la resolución es publicado en el Diario Oficial y en uno de circulación nacional. ⁽¹³⁾

- La Consulta Pública

En esta etapa, que tiene una duración máxima de 60 días corridos a partir de la Publicación del Anteproyecto, se difunde para recibir observaciones desde cualquier persona natural o jurídica, así como del consejo consultivo nacional. Se consulta también a los consejos consultivos regionales, especialmente si es una norma de alcance regional.

En estos momentos es cuando CONAMA realiza el máximo esfuerzo por difundir, generar espacios de encuentro e instancias de discusión, instalar capacidades y recoger opiniones en torno al anteproyecto. Los programas de participación ciudadana frecuentemente se han concentrado en esta etapa. ⁽¹³⁾

- La Evaluación de Impacto Económico y Social

Estas evaluaciones se realizan en forma paralela a la consulta pública del anteproyecto.

En especial se evalúan los costos y beneficios para la población, ecosistemas o especies directamente afectadas o protegidas; los costos y beneficios para el o los emisores que deberán cumplir la norma; y los costos y beneficios para el Estado como responsable de la fiscalización del cumplimiento de la norma. Este análisis debe ser evacuado en un plazo de cincuenta (50) días corridos desde la publicación del anteproyecto. ⁽¹³⁾

3.1.2.3 Proceso de elaboración del proyecto definitivo

Considerando los antecedentes contenidos en el expediente, las observaciones formuladas en la etapa de consulta y los resultados del estudio del impacto económico y social de la norma, se elabora el proyecto definitivo. ⁽¹³⁾

- Análisis de las Observaciones presentadas

En este momento corresponde analizar y considerar cada una de las observaciones recibidas en la etapa de consulta pública. Al respecto se decide la pertinencia y validez de las observaciones, además de los mecanismos para incluirlas en el proyecto definitivo.

Este proceso da origen a una matriz en la cual se registran todas las observaciones recibidas (indicando su origen) y el resultado de la consideración de cada una de ellas por parte de la autoridad. Este documento es parte del expediente y contiene una sistematización de los temas más relevantes discutidos. Además se difunde entre las personas que participaron en el proceso de consulta pública, con una invitación a mantenerse en contacto con el proceso de elaboración de proyecto definitivo. ⁽¹³⁾

- Elaboración del Proyecto Definitivo

El proyecto de norma debe contener una relación completa de sus fundamentos, señalar los organismos con competencia en la fiscalización de la materia normada e indicar los procedimientos de medición y control de los parámetros normados. ⁽¹³⁾

- Presentación al Consejo Directivo de CONAMA

Al cabo de los 45 días de elaboración del proyecto definitivo de norma, el director envía este documento al Consejo Directivo de la Comisión Nacional del Medio Ambiente quien debe reunirse en un plazo no mayor de 15 días para discutir y aprobar la norma. ⁽¹³⁾

3.1.2.4 Trámite de Formalización de la Norma

Una vez aprobado el proyecto definitivo de norma por el consejo directivo de CONAMA, el documento debe ser formalizado a través de diversas acciones.

Las normas tienen calidad jurídica de decreto supremo, por lo que se somete a consideración del Presidente de la República para su firma y la del Ministro Secretario General de la Presidencia y Ministro Sectorial que corresponda dependiendo de la naturaleza de la norma. Posteriormente se envía para toma de razón a la contaduría general de la república para que la norma finalmente sea publicada en el diario oficial y en un diario de circulación nacional. ⁽¹³⁾

3.2 AGUAS RECREATIVAS

Son un conjunto de uno o más estanques artificiales, incluidos ríos, lagos; destinados al baño recreativo o deportivo los cuales deben poseer equipamiento e instalación necesaria para garantizar su función adecuada y seguridad de los usuarios. Se clasifican en aguas dulces (lagos, ríos, piscinas y otros) y aguas saladas (mares, playas y esteros); además, pueden agruparse en aguas a temperatura ambiente y termales (con temperatura mayor a 30°C) en las que se incluyen las aguas naturales y artificiales.

Por su uso también pueden clasificarse como aguas recreativas con contacto primario (usadas para natación y buceo) y las aguas con contacto secundario (usadas para deportes náuticos y la pesca). ⁽²⁾

3.2.1 Aguas de uso recreativo con contacto directo

Son aquellas donde se desarrollan actividades que conllevan un riesgo significativo de tragar agua y/o el contacto prolongado con el líquido incluyendo generalmente la inmersión completa de pies y membranas mucosas (órganos sensibles como nariz, boca, ojos y oídos). Involucra actividades recreativas

como la natación, piragüismo, etc. en las cuales las extremidades o el cuerpo total (cara, tronco, extremidades) son humedecidas o inmersas en el agua. ⁽⁵⁾

3.2.2 Aguas de uso recreativo sin contacto directo

Son aquellas cuya utilización involucra actividades recreativas (navegación, pesca, observar pájaros e ir de gira), que no impliquen un contacto prolongado con el líquido, ni la inmersión completa de piel y membranas mucosas. Involucra actividades recreativas de no contacto o contacto incidental con el líquido donde solamente las extremidades llegan a humedecerse. ⁽⁵⁾

3.2.3 Aguas Superficiales

Toda aquella agua que fluye o almacena en la superficie del terreno. ⁽⁵⁾

3.2.4 Agua Dulce

Agua con una salinidad igual o inferior a 0.5 UPS. ⁽⁵⁾

3.2.5 Aguas Marinas

Es el agua de los mares y se distingue por su elevada salinidad, también conocida como agua salada. ⁽⁵⁾

3.2.6 Agua Salobre

Es aquella que posee una salinidad entre 0.5 y 30 UPS. ⁽⁵⁾

3.2.7 Agua salina

Es aquella que posee una salinidad igual o superior a 30 UPS. ⁽⁵⁾

3.2.8 Aguas de Estuarios

Son las correspondientes a los tramos de ríos que se hallan bajo la influencia de las mareas y que están limitadas en extensión hasta la zona donde la concentración de cloruros es de 250 mg/L. ⁽⁷⁾

3.2.9 Piscina

Es el conjunto de uno o más estanques artificiales o parcialmente artificiales destinados al baño recreativo o deportivo, donde el uso que se haga del agua supone un contacto primario y colectivo con ésta, así como con los equipamientos e instalaciones necesarios que garantizan su funcionamiento adecuado. ⁽⁵⁾

3.3 INDICADOR

Variable química, física o biológica cuyo valor provee información para poder determinar la condición o calidad del cuerpo de agua. ⁽⁵⁾

3.3.1 NIVELES DE CALIDAD

Parámetros y valores establecidos con el objeto de proteger la salud humana, la calidad del ambiente o la integridad de sus componentes. ⁽²⁾

3.3.2 PARÁMETRO

Son aquellas características químicas, físicas y biológicas de calidad de agua que pueden ser sometidas a medición. ⁽⁵⁾

3.3.3 PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

Indicadores importantes de la calidad de agua porque describen características del agua que podrían advertir e indicar a condiciones desfavorables para la salud y el ambiente entre ellos:

- **pH:** es una medida de la concentración de iones de hidrógeno y se define como: $\text{pH} = \log (1/ [\text{H}^+])$ ó $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$. Una solución absolutamente neutra, tiene un valor de pH igual a 7. Si el valor de pH es menor de 7, se dice que la solución es más ácida que el agua pura, y si es mayor que 7, la solución es más básica. La medida del pH, es una de las pruebas más importantes y frecuentes utilizadas en el análisis químico del agua. (23)

- **Oxígeno disuelto:** La cantidad de oxígeno que está disuelto en agua. Además la se refiere a la cantidad de oxígeno que está disponible para actividad bioquímica en un cuerpo de agua. (23)

- **Turbidez:** Esta es una de las características más importantes, la turbidez puede ser afectada por, colorantes, espumas de detergente, residuos flotantes en forma de capa tales como los aceites y grasas. (23)

- **Grasas y aceites:** se puede evidenciar al ver una película con brillo, o también por decoloración de la superficie, por olores o sedimentos en las orillas. A pequeñas concentraciones de estas sustancias las características antes mencionadas pueden aparecer en el agua de baño. (23)

- **Demanda química de oxígeno:** Mide la capacidad de consumo de un oxidante químico, dicromato o permanganato, por las materias oxidables contenidas en el agua, y también se expresa en ppm de O₂. Indica el contenido en materias orgánicas oxidantes y otras sustancias reductoras, tales como Fe⁺⁺, NH₄⁺, etc. Las aguas no contaminadas tienen valores de la DQO de 1 a 5 ppm, o algo superiores. Las aguas con valores elevados de DQO, pueden dar lugar a interferencias en ciertos procesos industriales. Las aguas residuales domésticas suelen contener entre 250 y 600 ppm. (23)

- **Demanda bioquímica de oxígeno:** Mide la cantidad de oxígeno consumido en la eliminación de la materia orgánica del agua, mediante procesos biológicos aerobios. En general se refiere al oxígeno consumido en 5 días (DBO5) y se mide en ppm de O₂. Las aguas subterráneas suelen contener menos de 1 ppm. Un contenido superior es indicativo de contaminación. En las aguas residuales domésticas se sitúa entre 100 y 350 ppm. En las aguas residuales industriales su concentración es totalmente dependiente del proceso de fabricación pudiendo alcanzar varios miles de ppm. Su eliminación se realiza por procesos fisicoquímicos y biológicos aerobios o anaerobios. (23)
- **Sólidos disueltos totales:** Los sólidos disueltos o salinidad total, es una medida de la cantidad de materia disuelta en el agua, determinada por evaporación de un volumen de agua previamente filtrada. Corresponde al residuo seco con filtración previa. El origen de los sólidos disueltos puede ser múltiple, orgánico o inorgánico, tanto en aguas subterráneas como superficiales. (23)
- **Cloruros:** El ion cloruro, Cl⁻, forma sales en general muy solubles. Suele ir asociado al ión Na⁺, especialmente en aguas muy salinas. Las aguas dulces contienen entre 10 y 25 ppm de cloruros, pero no es raro encontrar valores mucho mayores. Las aguas salobres pueden tener centenares e incluso millares de ppm. El agua de mar contiene alrededor de 20.000 ppm. (23)
- **Sulfatos:** El ión sulfato, SO₄⁼, corresponde a sales de moderadamente solubles a muy solubles. Las aguas dulces contienen de 2 a 150 ppm, y el agua de mar cerca de 3000 ppm. Aunque en agua pura se satura a unos 1500 ppm, como SO₄Ca, la presencia de otras sales aumenta su solubilidad. (23)
- **Flúor:** El ión fluoruro, F⁻, corresponde a sales de solubilidad en general muy limitada. No suele hallarse en proporciones superiores a 1 ppm. Tiene un efecto beneficioso sobre la dentadura si se mantiene su contenido alrededor

de 1 ppm, y por este motivo se agrega a veces al agua potable. Su análisis suele hacerse por métodos colorimétricos. (23)

- **Sodio:** El ión sodio, Na^+ , corresponde a sales de solubilidad muy elevada y difícil de precipitar. Suele estar asociado al ión cloruro. El contenido en aguas dulces suele estar entre 1 y 150 ppm, pero es fácil encontrar valores muy superiores, de hasta varios miles de ppm. El agua de mar contiene cerca de 11.000 ppm. Es un indicador potencial de corrosión. (23)
- **Potasio:** El ión potasio, K^+ , corresponde a sales de solubilidad muy elevada y difíciles de precipitar. Las aguas dulces no suelen contener más de 10 ppm y el agua de mar contiene alrededor de 400 ppm, por lo cual es un catión mucho menos significativo que el sodio. (23)
- **Calcio.** El ión calcio, Ca^{++} , forma sales desde moderadamente solubles a muy insolubles. Precipita fácilmente como CO_3Ca . Contribuye de forma muy especial a la dureza del agua y a la formación de incrustaciones. Las aguas dulces suelen contener de 10 a 250 ppm, o incluso 600 ppm. El agua de mar contiene unos 400 ppm. (23)
- **Magnesio:** El ión magnesio, Mg^{++} , tiene propiedades muy similares a las del ión calcio, pero sus sales son, en general, más solubles y difíciles de precipitar; por contrario, su hidróxido, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, es menos soluble. Las aguas dulces suelen contener entre 1 y 100 ppm, y el agua de mar contiene unos 1300 ppm. Cuando el contenido en agua alcanza varios centenares le da un sabor amargo y propiedades laxantes, que pueden afectar su potabilidad. (23)
- **Hierro.** El ión hierro se puede presentar como ión ferroso, Fe^{++} , o en la forma más oxidada de ión férrico, Fe^{+3} . La estabilidad de las distintas formas químicas depende del pH, condiciones oxidantes o reductoras del medio, composición de la solubilidad, presencia de materias orgánicas acomplejantes, etc. La presencia de hierro puede afectar a la potabilidad del agua y, en

general, es un inconveniente en las aguas industriales por dar lugar a depósitos e incrustaciones. (23)

- **Manganeso:** El ion manganeso se comporta en muchos aspectos de forma similar al hierro. Además de actuar con 2 y 3 cargas positivas, actúa con valencia +4 formando el MnO_2 insoluble. Rara vez el agua contiene más de 1 ppm, y entonces requiere un pH ácido. La forma más general es la Mn^{++} , que por aeración oxidativa da un precipitado negrozco de MnO_2 . (23)
- **Cadmio:** es muy tóxico y se le han atribuido algunos casos de intoxicaciones alimentarias. En pequeñas cantidad pueden producir daños en las arterias renales, además produce cánceres generales en animales de laboratorio y otros cánceres en humanos. Concentraciones mayores de 200 microgramos/litro ya son tóxicas para peces. El cadmio llega al agua por actividades industriales o por deterioro de tuberías galvanizadas.
- **Zinc:** es un elemento esencial para el crecimiento humano. Cuando está en concentraciones mayores de 5mg/l provoca sabor amargo y un aspecto opalescente de las aguas alcalinas. El zinc presente en las aguas de uso doméstico suele provenir de tuberías de hierro galvanizado y cuando esto es así sueña ir acompañado de plomo y cadmio.
- **Cobre:** la corrosión de las aleaciones que contienen cobre en las aleaciones de tuberías puede hacer que aparezcan cantidades medidas de cobre en el agua.
- **Nitrógeno:** las formas de nitrógeno de mayor interés en las aguas naturales y residuales son: nitrato, amoníaco y nitrógeno inorgánico. Todas estas formas de nitrógeno son interconvertibles bioquímicamente y así entran a formar parte del ciclo del nitrógeno. El nitrógeno orgánico se define funcionalmente como nitrógeno ligado orgánicamente en el estado de oxidación trinegativo. No se incluye en esta definición a los compuestos orgánicos del nitrógeno.

Analíticamente el nitrógeno oreganito y amoniaco se pueden determinar juntos y a esta determinación se le llama: determinación nitrógeno KJELDAHL. La concentración típica de nitrógeno en el agua varía desde unos cuantos microgramos por litro hasta más de 20mg/l que suelen aparecer en aguas residuales urbanas.

-Mercurio: El mercurio se encuentra en forma inorgánica en las aguas superficiales y subterráneas. Este metal afecta sobre todo al riñón, mientras que el metil-mercurio opera principalmente sobre el sistema nervioso central (OMS, 1995, p. 52). Como se observa en la tabla 1, el valor guía recomendado por la OMS para la presencia de mercurio en el agua de consumo humano es 0,001 miligramos por litro.

-Plomo: presente en el agua de consumo humano procede, en parte, de fuentes naturales por disolución, pero sobre todo de los sistemas de plomería doméstica. Se trata de un tóxico general que se acumula en el esqueleto. Sus efectos negativos para la salud son más perjudiciales en mujeres embarazadas, niños hasta los seis años de edad y lactantes. Es tóxico para el sistema nervioso y existen datos certeros de que concentraciones en la sangre inferiores a 30 microgramos por decilitro afectan al sistema nervioso de los niños.

- **Cromo:** se encuentra disuelto en agua como Cr^{3+} y como Cr^{6+} (muy tóxico). Método fotométrico con difenilcarbocida: Se basa en la reacción en medio fuertemente ácido de Cr^{6+} con difenilcarbocida para dar un complejo de color rojo violeta (540 nm). El Cr total se determina transformando previamente el Cr^{3+} en Cr^{6+} , con permanganato.

3.3.4 PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

Amplio rango de enfermedades provenientes de bacterias, virus, protozoarios. Resulta de la contaminación de agua con desechos de heces humanas. Aunque

alguno de estos organismos puede ser detectado directamente, el costo es alto, por lo que los microbiólogos ambientales usan generalmente organismos indicadores, como un índice de posible presencia de contaminación del agua por patógenos humanos. Ejemplo de organismos indicadores: coliformes fecales, *Escherichia coli*, Enterococos. Entre ellos:

- **Coliforme fecal:** Bacteria encontrada en el tracto intestinal de mamíferos, por lo tanto es un material que forma parte de la materia fecal. Su presencia en agua superficial o agua residual es indicativo de posible contaminación por patógenos.
- **Coliformes totales:** Todos los animales de sangre caliente albergan en su tracto intestinal bacterias, a todos los miembros de este grupo específico se les conoce como bacteria coliformes totales.
- ***Escherichia coli*:** es la forma de vida celular más estudiada y es uno de los sistemas modelo principal en Biología. Mucho se sabe en cuanto a su estructura, metabolismo y genética. La especie incluye un gran número de cepas que difieren considerablemente en su composición genómica y patogenicidad. Muchas de estas son comensales inoocuos en los intestinos de los animales superiores, otros causan enfermedades graves en animales y seres humanos.

3.4 CONTAMINACIÓN DEL AGUA

La incorporación de elementos extraños (de naturaleza física, química o biológica), los cuales hacen inútil o riesgoso su uso (para beber, vida acuática, recreación, riego, en industria, energía, transporte).

3.4.1 Fuentes de contaminación

Presencia de actividades antropogénicas que posiblemente aportan contaminantes a las aguas continentales de uso recreativo. Estos contaminantes pueden provenir de lugares, procesos, equipos o instalaciones de donde se origina una descarga sólida, líquida o gaseosa. Pueden ser fuentes fijas o difusas.

3.5 IMPORTANCIA DEL MONITOREO

Debe hacerse monitoreo generales de calidad en el agua para determinar si ha habido cambios en las características físicas y químicas de esta, que pudiesen resultar peligrosas al entrar en contacto con los usuarios, provocando problemas como: irritación de la piel, ojos y mucosas. Los parámetros que deberían monitorearse con mayor frecuencia son aquellos cuya medición constituya un menor costo y que puedan ser medidos fácilmente por los encargados del mantenimiento dando resultados confiables; entre los parámetros destacan: turbidez, oxígeno disuelto y pH, es recomendable realizar monitoreos también microbiológicos.

Por lo que es de suma importancia, contar con una normativa para aguas recreativas que establezcan los parámetros que se deben regular y monitorear cada cierto tiempo.

3.6 TOMA DE MUESTRA PARA AGUAS

Es fundamental cuando se planifica un muestreo precisar claramente cuál es el objetivo del mismo (análisis físico-químico y/o microbiológico para consumo humano, para abrevado animal, para riego, para recreación, otro), ya que éste define los elementos requeridos y las condiciones en que se realizará (envase, procedimiento y cuidados para la toma de la muestra, condiciones de traslado y conservación, etc.) que se deberá consensuar previamente con el Laboratorio con el cual se planifica realizar el análisis.

El muestreo es el primer paso para la determinación de la calidad de una fuente de agua, por lo que la persona que recoge una muestra y la lleva al laboratorio es corresponsable de la validez de los resultados. En este sentido debe asegurarse que la muestra sea representativa de la fuente cuya calidad se desea evaluar, y que no se deteriore, ni se contamine antes de llegar al laboratorio, ya que la calidad de los resultados, depende de la integridad de las muestras que ingresan al mismo.

Por esto se recalca que la toma de la muestra debe realizarse con sumo cuidado, a fin de garantizar que el resultado analítico represente la composición real de la fuente de origen, y que antes de iniciar el muestreo se debe consultar al laboratorio sobre las condiciones en que éste debe desarrollarse y la información mínima requerida.

3.6.1 Envase

Según los análisis que vayan a realizarse se definirá el tipo de envase a utilizar. El mismo estará en función de la cantidad de muestra a tomar y de la necesidad de dejar (en análisis microbiológicos) o no (en la mayoría de los análisis) una cámara de aire, o un espacio para mezclas o para el agregado de algún reactivo que permita la conservación de la muestra.

3.6.2 Identificación del sitio de la toma de muestra:

Debe hacerse de manera inequívoca. Si se dispone de GPS posicionar satelitalmente la ubicación, de lo contrario especificar el lugar de la manera más concreta posible.

3.6.3 Rotulado de las muestras:

Es conveniente rotular los envases antes de iniciar el muestreo, ya que se cuenta con mejores condiciones de higiene. Es fundamental asegurarse que el rótulo sea seguro, que no se borre, y que la identificación sea inequívoca, para evitar confusiones a la hora de realizar los análisis.

CAPITULO IV
DISEÑO METODOLOGICO

4.0 DISEÑO METODOLOGICO

4.1 TIPO DE ESTUDIO

El presente trabajo desarrollado se clasifica como un estudio bibliográfico, prospectivo.

- Bibliográfico: se realizó una investigación bibliográfica con la finalidad de obtener toda la información necesaria para la elaboración de la propuesta de normativa para aguas recreativas.
- Prospectivo: porque se generará información que fue utilizada para respaldar información que sea plasmada en la futura normativa.

4.2 Investigación bibliográfica.

4.2.1 Revisión bibliográfica.

Se llevó a cabo la búsqueda y revisión de información en libros oficiales y no oficiales en las bibliotecas siguientes:

- Biblioteca Central de la Universidad de El Salvador
- Biblioteca “Benjamín Orozco” de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador
- Biblioteca Virtual de la Universidad de El Salvador
- Biblioteca Virtual de la Universidad Centroamericana
- Internet.

4.3 INVESTIGACION DE CAMPO

4.3.1 UNIVERSO

El universo o población de la investigación, son todas las normativas que están disponibles, sin restricción de uso y existentes en diferentes países sobre aguas de diferentes usos en general.

4.3.2 MUESTRA

La muestra de esta investigación está dirigida principalmente a las normativas para aguas de uso recreativo, que se encuentran disponibles, sin restricción de uso y existentes de Centroamérica y Sur América, así como de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la de Japón para poder elaborar la propuesta de norma de el país.

4.3.3 DESARROLLO DE LA INVESTIGACION

El presente trabajo de investigación comprende, la elaboración de una propuesta de normativa para aguas de uso recreativo de El Salvador, estableciendo en dicha norma los parámetros fisicoquímicos y los parámetros microbiológicos, tomando como referencia los parámetros ya establecidos en las normativas de otros países. También se recopilaron lineamientos para la toma de muestra ya establecidos.

Se seleccionaron los parámetros más comunes que son los que más se repiten en las normas recopiladas así como los más críticos, que son aquellos que ponen en riesgo la salud como son algunos metales pesados, luego se procedió a la elaboración de la propuesta de norma de el país.

La propuesta de norma presenta el siguiente formato.

Contenido
➤ Portada
➤ Introducción
➤ Objetivos
➤ Campo de aplicación
➤ Definiciones técnicas
➤ Parámetros de calidad
➤ Apéndice
➤ Normas que deben consultarse
➤ Anexos

Figura N° 1 Formato de la propuesta de norma

- **Portada:**

La cual lleva, el nombre de la normativa y la fecha en que es propuesta así como los miembros que participaron en la elaboración de dicha propuesta.

- **Introducción:**

Se elaboró una introducción, en la que se describe brevemente el contenido del trabajo, para introducir al lector sobre el tema.

- **Objetivo:**

Se plantea el objetivo de la elaboración de la propuesta de normativa, para dichas aguas.

- **Campo de aplicación:**

La norma está dirigida principalmente, para las aguas de uso recreativo, por lo que el campo de aplicación o alcance son las aguas recreativas de el país.

- **Definiciones técnicas:**

Incluye algunas definiciones técnicas, por ejemplo, aguas recreativas, aguas dulces, aguas de estuarios, entre otra. Para facilitar el léxico a los usuarios de la norma.

- **Parámetros de calidad:**

Tomando como base la investigación bibliográfica previa, se establecieron parámetros de calidad tanto fisicoquímicos como microbiológicos, los cuales se tomaron de las normativas que se encuentran disponibles, sin restricción de uso y existentes en los países seleccionados.

- **Apéndice:**

Son documentos de referencia, los cuales pueden servir para posteriores investigaciones.

- **Normas que deben consultarse:**

Son las normas que se recopilaron y las cuales sirvieron para la elaboración de la propuesta de norma para el país.

- **Anexos:**

Se incluyen anexos, donde se puede ver el método de análisis de cada uno de los parámetros seleccionados, así como también el tipo de envase, la preservación y cantidad de la muestra a tomar para realizar los análisis.

CAPITULO V
RESULTADOS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

5.0 RESULTADOS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

5.1 Normas de aguas recreativas recopiladas para elaborar la propuesta de aguas recreativas en el país.

A continuación se presentan aquellas normativas que se encontraban disponibles, sin restricciones de uso y existentes en países de Centro América, Sur América, la Organización Mundial de la Salud (OMS), además se incluyó una de las normativas más completas que es la de Japón, donde se contemplan los valores recomendados para los parámetros fisicoquímicos como microbiológicos, y a partir de ellas se realizó la selección de los parámetros que se establecen en esta norma, los más comunes entre las normas así como los críticos que afectan la salud.

NORMA ECUADOR ⁽⁸⁾

Tabla N° 1. Criterios de calidad para aguas con fines recreativos.

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Coliformes fécales	NMP por cada 100 mL		200
Coliformes totales	NMP por cada 100 mL		1 000
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/L	0,002
Oxígeno disuelto	O.D.	mg/L	No menor al 80% de Concentración de saturación y no menor a 6 mg/L
Materia flotante	visible		Ausencia
Potencial de hidrógeno	pH		6,5 – 8,5
Metales y otras *sustancias tóxicas		mg/L	Cero
Organofosforados y carbamatos (totales)	Concentración de organofosforados y carbonatos totales.	mg/L	0,1 (para cada compuesto detectado)
Organoclorados (totales)	Concentración de organoclorados totales.	mg/L	0,2 (para cada compuesto detectado)

Tabla N° 1 continuación

Residuos de petróleo	visibles		Ausencia
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno.	mg/L	0,5
Grasas y aceites	Sustancias solubles en hexano	mg/L	0,3
Transparencia de las aguas medidas con el disco secchi	-	m	Mínimo 2,0
Relación hidrógeno, fósforo orgánico	-		15:1

NORMA PANAMA ⁽¹²⁾

Tabla N° 2. Requisitos para aguas destinadas a recreación.

Características	Requisitos
pH	6.0-9.0
Temperatura	± 3.0 ° C de la temperatura normal
Solidos flotantes visibles y espumas no naturales	Ausencia
Claridad	Visualización de disco secchi a 1.5 m
Aceites flotantes y grasas	Máximo 5 mg/L
Aceites y grasas emulsionadas	Máximo 10 mg /L
Color, escala platina cobalto	Máximo 50 unidades
Turbiedad	Máximo 30 unidades
Coliformes fecales	Ausentes
Demanda bioquímica de oxígeno	< 5.0 mg/L
Cloro residual	< 5.0 mg/L
Substancias que produzcan olores desagradables	Ausente

NORMA DE COLOMBIA ⁽¹⁰⁾

Tabla N° 3. Valor límite para aguas recreativas por contacto primario y secundario.

Parámetro	Unidades	Valor límite contacto primario	Valor límite contacto secundario
Coliformes totales	NMP/100 mL	1000	5000
Coliformes fecales	NMP/100 mL	200	-
Oxígeno disuelto	Mg/L	70% de saturación	70% de saturación
Tensoactivos	Unidades	0.5	0.5
pH	-	5.0-9.0	5.0-9.0

NORMA PUERTO RICO ⁽¹¹⁾

Tabla N° 4. Parámetros de calidad para aguas de uso recreativo.

PARAMETROS	REQUISITOS
Oxígeno Disuelto	5 mg/L
pH	7.3 a 8.5
Turbiedad	10 NTU
Sulfatos	No excederán 2,800 mg/L
Agentes Tensoactivos	No excederá 500 µg/L
Coliformes	No excederán de 200 colonias/100 mL
Enterococo	No excederán 35 colonias/100 mL

NORMA JAPON ⁽⁶⁾

Tabla N° 5. Estándares de calidad para el agua de uso recreativo

Parámetros	Estándares de calidad
pH	7.8-8.3
Demanda química de oxígeno mg/L	<2.0
Oxígeno disuelto mg/L	>7.5
Coliformes totales (nmp/100mL)	<1.000
Cadmio	<0.0 mg/L
Plomo	<0.01 mg/
Mercurio total	<0.0005 mg/L
Bifenil policlorinado	<0.0005 mg/L
Dióxido de nitrógeno	<10 mg/L
Dioxina	<1 pg-TEO/L

Tabla N° 6. Estándares de calidad del agua recreativa (elementos varios Japón)

Elemento	Indice mg/L						
H	108.000	A	0.6	Br	65	Xe	0.0001
He	0.00001	K	380	Kr	0.0003	Cs	0.001
Li	0.2	Ca	400	Rb	0.12	Ba	<0.09
Be	-	Sc	0.000004	Sr	8	La	0.0003
B	4.8	Ti	0.0001	Y	0.0003	Ce	0.0004
C	28	V	0.0002	Zr	-	W	0.0001

Tabla N° 6 continuación

Elemento	Indice mg/L						
N	0.5	Cr	0.00005	Nb	-	Au	0.000004
O	857.000	Mn	0.002	Mo	0.01	Hg	0.00003
F	1.3	Fe	0.01	Te	-	Tl	<0.00001
Ne	0.0003	Co	0.0005	Ru	-	Pb	0.003
Na	10,500	Ni	0.0005	Rh	-	Bi	0.0002
Mg	1.300	Cu	0.0006	Ag	0.003	Po	-
Al	0.01	Zn	0.001	Cd	0.000055	At	-
Si	3	Ga	0.0005	In	<0.02	Rn	$9.0 \cdot 10^{-15}$

**PARAMETROS SEGÚN LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA
SALUD (OMS) ⁽⁷⁾**

Tabla N° 7. Parametros de calidad para agua recreativa (mar)

Constituyente	Estandar de calidad en mg/mL
Cloruro	18.980
Sodio	10.556
Sulfato	2.649
Magnesio	1.262
Calcio	40.0
Potasio	38.0
Bicarbonato	140
Estroncio	13
Bromuro	65

Tabla N° 7 continuación

Acido borico	26
Fluoruro	1
Silicato	1
Yodo	<1
Otros	1
Solidos disueltos totales	34.483

5.2 Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos seleccionados.

Cuadro N° 1 parámetros fisicoquímicos y metales más comunes entre las normas recopiladas y críticos tomados de las normas recopiladas.

Parámetros Fisicoquímicos	Ecuador	Panamá	Colombia	Puerto Rico	Japón	Según OMS
	Límite máximo					
pH	6.5-8.5	6.0-9.0	5.0-9.0	7.3-8.5	7.8-8.3	-
Oxígeno disuelto	≥ 6 mg/L	< 5mg/L	70%	5.0 mg/L	>7.5 mg/L	-
Tensoactivos	0.5 mg/L	5 mg/L	0.5 mg/L	500 ug/L	-	-
Turbidez	-	30 UNT	-	10 UNT	-	-
Aceites y Grasas	0.3 mg/L	Ausentes	0.002 mg/L	-	-	-
Compuestos fenólicos	0.002 mg/L	Ausentes	200/100 mL	-	-	-
Demanda química de oxígeno	-	-	-	-	<2.0 mg/L	-
Demanda bioquímica de oxígeno	-	<5.0 mg/L	-	-	-	-
Sólidos disueltos totales	-	-	-	-	-	34.483 mg/L
Sulfatos	-	-	-	2.800 mg/L	-	2.649 mg/L
Plomo	-	-	-	-	< 0.01 mg/L	-
Mercurio total	-	-	-	-	< 0.0005 mg/L	-
Magnesio	-	-	-	-	1.300 mg/L	1.262 mg/L
Cloruro	-	-	-	-	-	18.980 mg/L
Sodio	-	-	-	-	-	10.556 mg/L
Potasio	-	-	-	-	-	380 mg/L
Nitrógeno	-	-	-	-	0.5 mg/L	-
Flúor	-	-	-	-	1.3 mg/L	-

Cuadro N° 1 continuación

Cobre	-	-	-	-	0.0006 mg/L	-
Cromo	-	-	-	-	0.00005 mg/L	-
Cadmio	-	-	-	-	<0.01 mg/L	-
Calcio	-	-	-	-	400 mg/L	400 mg/L
Manganeso	-	-	-	-	0.002 mg/L	-
Hierro	-	-	-	-	0.01 mg/L	-
Zinc	-	-	-	-	0.001 mg/L	-

Nota: ver normas recopiladas en páginas anteriores

Cuadro N° 2 Parámetros microbiológicos más comunes entre las normas recopiladas y críticos tomados de las normas recopiladas.

Parámetros Microbiológicos	Ecuador	Panamá	Colombia	Puerto Rico	Japón	Según OMS
	Límite máximo	Límite máximo	Límite máximo	Límite máximo	Límite máximo	Límite máximo
Coliformes fecales	1000NM P/100mL	Ausentes	200NMP/ 100 mL	200colonias/ 100 ml	-	-
Coliformes totales	1000NM P/100mL	Ausentes	1000NMP/ 100 mL	-	<1000NMP/ 100 mL	-
Coliformes termotolerantes	1000NM P/100mL	-	-	-	-	-
Escherichia coli	-	Ausente	-	-	-	-
Enterococos	-	500UFC/ 100mL	-	35 UFC/100 mL	-	-

Nota: ver normas recopiladas en páginas anteriores

5.3 Lineamientos para la toma de muestras de agua en ríos y lagos. ⁽²⁰⁾

Así también se presentan los lineamientos establecidos o sugeridos para la toma de muestra en ríos y lagos, tanto para análisis físico químico como microbiológico.

- Análisis Físicoquímico

El acondicionamiento de las muestras dependerá del objetivo del muestreo. En general, puede ser necesario acondicionarlas con conservadores de frío, ya que algunas especies químicas pueden sufrir transformaciones por acción microbiana. También deben mantenerse al resguardo de la luz, procurando enviarlas lo más rápido posible al laboratorio. Una buena opción, si no se dispone de conservadora con hielo, es tener las muestras en el interior de los vehículos con aire acondicionado hasta que se las lleva al laboratorio o a algún medio de refrigeración adecuado.

- Pasos para la toma de la muestra de agua en ríos y lagos para análisis físico-químico.

- 1) Rotular el envase correctamente.
- 2) Que el envase tenga una capacidad de por lo menos 1 litro.
- 3) Enjuagar 2 a 3 veces con la fuente de agua que se va a muestrear, desechando el agua de enjuague.
- 4) Recoger la muestra sin dejar cámara de aire. Se puede dejar un mínimo sin llenar que permita la variación de volumen debida a potenciales diferencias térmicas. Si se le va a agregar algún conservante contemplar el volumen necesario para el mismo
- 5) Cerrar el envase asegurando su cierre hermético.

- 6) Si no estaba rotulada la botella roturarla con tinta indeleble. Siempre tener papel y cinta adhesiva para emergencias o muestras no planificadas.
- 7) Guardar la muestra en lugar fresco y llevarlas al laboratorio en el menor tiempo posible (se recomienda como tiempo máximo de entrega a Laboratorio de 4 días).

- **Análisis Microbiológico**

Es indispensable que la muestra se mantenga refrigerada hasta su traslado al laboratorio, ya que tanto las temperaturas mayores a 6°C como la luz provocan la multiplicación de los microorganismos e invalidan la muestra dado que los resultados no reflejarán la realidad. Siempre es conveniente tomar la muestra y transportarla los primeros días de la semana (hasta el miércoles en lo posible, sino consensuar previamente con el personal del laboratorio), previendo feriados o días no laborables, ya que, si se requiriera análisis microbiológico, una vez en el laboratorio son necesarias por los menos 48 hrs. Para realizar los cultivos, en caso de demorarse el envío, se guarda en la heladera en la parte de abajo, pero no es conveniente que pase más de dos (2) días.

- **Pasos para la toma de la muestra de agua en ríos y lagos, para análisis microbiológico**

- 1) El envase a utilizarse deberá estar esterilizado y durante la toma debe prestarse atención a mantener una adecuada asepsia para evitar la contaminación accidental de la muestra.
- 2) Rotular el envase y si esta rotulado verificar que sea el correcto.

- 3)** Si el grifo, canilla o caño es metálico quemar con un mechero donde sale el agua (si el material es plástico realizar el mismo procedimiento pero un menor tiempo para que no se deteriore el material plástico), luego abrir el grifo, canilla o activar el mecanismo de bombeo y dejar salir el agua el tiempo suficiente hasta que se esté seguro que es agua de la fuente de agua o depósito, de manera que el chorro no sea intenso.
- 4)** Abrir el recipiente estéril, evitando todo contacto de los dedos con la boca e interior del mismo y sosteniendo la tapa de manera que ésta mire para abajo.
- 5)** Llenar el frasco dejando una cámara de aire. Durante el llenado es conveniente tener la precaución de mantener el frasco inclinado a 45° para evitar la introducción de partículas externas.
- 6)** Tapar inmediatamente asegurando un cierre perfecto.
- 7)** La muestra debe ser guardada en una conservadora oscura y con hielo bien limpia, y es indispensable no guardar otros elementos como (comidas, bebidas, etc.).
- 8)** Trasladarla lo más pronto posible a Laboratorio (tiempo máximo 2 días y correctamente refrigerada en lugar oscuro). Lo ideal es llegar al laboratorio en unas pocas horas y de lunes a miércoles.

5.4 Propuesta de normativa para las aguas recreativas de el país.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



PROPUESTA DE NORMATIVA PARA AGUAS RECREATIVAS DE EL SALVADOR

ANA RUTH SERRANO MARTINEZ
TRABAJO DE GRADUACION

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTROAMERICA

Esta propuesta es elaborada con la finalidad de establecer parámetros de calidad tanto fisicoquímicos como microbiológicos que deben cumplir las aguas destinadas al uso recreativo en nuestro país, y mantener así un control de las mismas, garantizando la salud de los usuarios. Para la elaboración de la misma, se tuvo la participación de algunos miembros de diferentes sectores o áreas.

MIEMBROS PARTICIPANTES DEL LA PROPUESTA DE NORMA PARA AGUAS DE USO RECREATIVO DE EL PAIS

ANA RUTH SERRANO MARTINEZ

INVESTIGADOR

LIC. ROSA MIRIAN RIVAS DE LARA

DOCENTE DIRECTOR (QUIMICO ANALISTA DEL LABORATORIO FISICO QUIMICO DE AGUAS DE LA FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR).

LIC. MARIA CONCEPCION ODETTE RAUDA ACEVEDO

DOCENTE DIRECTOR (JEFA DEL LABORATORIO FISICO QUIMICO DE AGUAS DE LA FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR).

MSc. CECILIA HAYDEE GALLARDO DE VELASQUEZ

ASESOR DEL AREA DE CONTAMINACION AMBIENTAL (DE LA FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR).

MSc. ELISEO ERNESTO AYALA MEJIA

ASESOR DEL AREA DE CONTROL DE CALIDAD (DE LA FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR).

INTRODUCCION

El agua tiene una variedad de usos entre ellos, el uso recreativo, siendo necesario monitorear dichas aguas para verificar la calidad de las mismas, haciendo un chequeo periódico de los parámetros de calidad fisicoquímicos como microbiológicos y metales que dichas aguas deben cumplir, para garantizar así la salud de los usuarios, por lo que se deben tomar en cuenta los parámetros que se presentan en dicha propuesta, para la verificación de la calidad de dichas aguas en el país.

1. OBJETIVO

Esta propuesta de norma tiene por objetivo, establecer los parámetros de calidad tanto metales como fisicoquímicos y microbiológicos que deben cumplir las aguas de uso recreativo, para garantizar la salud de los usuarios y el medio ambiente.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta propuesta de norma es aplicada para las aguas de uso recreativo en todo el país, tanto para aquellas que se utilizan para el baño, la natación, el buceo, la pesca y cualquier otra actividad deportiva o de recreación que se realiza en dichas aguas, verificando en ella los parámetros que son establecidos en esta norma.

3. DEFINICIONES TECNICAS (2), (3), (5)

3.1 Agua Dulce: Agua con una salinidad igual o inferior a 0.5 UPS.

3.2 Aguas de Estuarios: Son las correspondientes a los tramos de ríos que se hallan bajo la influencia de las mareas y que están limitadas en extensión hasta la zona donde la concentración de cloruros es de 250 mg/L.

3.3 Agua potable: aquella apta para el consumo humano y que cumple con los parámetros físicos, químicos y microbiológicos establecidos en esta norma.

3.4 Aguas Recreativas: conjunto de uno o más estanques artificiales, incluidos ríos, lagos, lagunas, piscinas; destinados al baño recreativo o deportivo.

3.5 Agua salina: Es aquella que posee una salinidad igual o superior a 30 UPS.

3.6 Agua Salobre Es aquella que posee una salinidad entre 0.5 y 30 UPS.

3.7 Aguas Superficiales: Toda aquella agua que fluye o almacena en la superficie del terreno.

3.8 Aguas Marinas: Es el agua de los mares y se distingue por su elevada salinidad, también conocida como agua salada.

3.9 Alcalinidad: es la medida de las sustancias alcalinas presentes en el agua, que pueden ser: hidróxidos, carbonatos, bicarbonatos, entre otros.

3.10 Coliformes fecales: Comprende todos los bacilos Gram negativos, aeróbicos o anaerobios facultativos no esporulados.

3.11 Coliformes totales: Comprende todos los bacilos Gram negativos, aeróbicos o anaerobios facultativos no esporulados.

- 3.12 Indicador:** Variable química, física o biológica cuyo valor provee información para poder determinar la condición o calidad del cuerpo de agua.
- 3.13 Niveles de calidad:** Parámetros y valores establecidos con el objeto de proteger la salud humana, la calidad del ambiente o la integridad de sus componentes.
- 3.14 Número más probable (NMP):** este número da un valor estimado de la densidad media de bacterias coliformes en una muestra de agua.
- 3.15 Parámetro:** Son aquellas características químicas, físicas y biológicas de calidad de agua que pueden ser sometidas a medición.
- 3.16 Parámetros fisicoquímicos:** Indicadores importantes de la calidad de agua porque describen características del agua que podrían advertir e indicar a condiciones desfavorables para la salud y el ambiente entre ellos: pH, oxígeno disuelto, turbidez, hierro, cobre, cromo.
- 3.17 Parámetros microbiológicos:** Indicador de la contaminación de agua con desechos de heces humanas. Aunque alguno de estos organismos puede ser detectado directamente, el costo es alto, por lo que los microbiólogos ambientales usan generalmente organismos indicadores, como un índice de posible presencia de contaminación del agua por patógenos humanos.
- 3.18 pH:** Potencial de Hidrógeno, mide la acidez o el carácter básico del agua.

3.19 Piscina: Es el conjunto de uno o más estanques artificiales o parcialmente artificiales destinados al baño recreativo o deportivo, donde el uso que se haga del agua supone un contacto primario y colectivo con ésta, así como con los equipamientos e instalaciones necesarios que garantizan su funcionamiento adecuado.

3.20 Lago: Es un cuerpo de agua dulce, de una extensión considerable, que se encuentra separado del mar.

3.21 Límite Máximo Permisible (LMP): es la concentración del parámetro por encima del cual el agua no es potable.

4. REQUISITOS

4.1 REQUISITOS DE CALIDAD FISICO-QUIMICOS Y METALES

Tabla 8. Límites Máximos Permisibles para Calidad Físico-Química y Metales del Agua Recreativa (6, 7, 8, 10, 11,12)

Parámetro	Unidad	Límite máximo permisible
pH	-	6.5-8.5
Oxígeno disuelto	mg/L	< 5.0
Tensoactivos	mg/L	0.5
Aceites y grasas	mg/L	0.002
Compuestos fenólicos	mg/L	Ausencia
Demanda química de oxígeno	mg/L	<2.0
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	<5.0
Turbidez	mg/L	10 UNT
Sólidos disueltos totales	mg/L	34.483
Cloruro	mg/L	18.980
Flúor	mg/L	1.3
Sulfatos	mg/L	2.649
Plomo	mg/L	< 0.01
Mercurio total	mg/L	< 0.0005
Metales	Unidad	Limite máximo permisible
Magnesio	mg/L	1.262
Sodio	mg/L	10.556
Potasio	mg/L	380
Nitrógeno	mg/L	0.5
Cobre	mg/L	0.0006
Cromo	mg/L	0.00005

Tabla N°8 continuación

Cadmio	mg/L	<0.01
Calcio	mg/L	400
Manganeso	mg/L	0.002
Hierro	mg/L	0.01
Zinc	mg/L	0.001

Tabla 9. Límites Máximos Permisibles para Calidad Microbiológica

Parámetro	Límite máximo permisible
Coliformes fecales	200NMP/100 ml
Coliformes totales	<1000NMP/100 ml
Coliformes termotolerantes	1000NMP/100 ml
Echericha coli	Ausencia
Enterococos	500UFC/100ml

5. APENDICE

5.1 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- Normas Oficiales de la Organización Mundial de la Salud (OMS)

6. NORMAS QUE DEBEN CONSULTARSE

- República de Panamá: Norma primaria de calidad ambiental y niveles de calidad para las aguas continentales de uso recreativo con y sin contacto directo. decreto ejecutivo n°. 75. de 4 de junio de 2008.
- Colombia: Evaluación de la calidad del agua en la bahía de buenaventura y playas turísticas del pacifico vallecaucano destinación para recreación mediante contacto primario y secundario. Santiago de Cali, septiembre de 2008.
- Republica de Ecuador: Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua. libro vi anexo 1.
- Puerto Rico: Reglamento de estándares de calidad de aguas de puerto rico. marzo 2010.
- Japón: monitoreo de la calidad del agua costanera en Japón, mayo 2008.
- Norma salvadoreña, obligatoria de agua potable, junio 2009

7. ANEXOS

A continuación se presentan los métodos de análisis sugeridos de cada uno de los parámetros que se presentan en esta propuesta (ver anexo A y B), así como también el tipo de envase, la preservación y la cantidad de la muestra que se requieren para realizar los análisis (ver anexo C). Cuando sea necesario, se realizara la dilución de las muestras, esto en el caso de las muestras que estén muy concentradas.

Anexo A

Tabla N° 10 Métodos de análisis para parámetros físico-químicos y metales

Parámetro	Métodos de análisis
pH	Potenciométrico Colorimétrico
Oxígeno disuelto	Electrometría Volumetría
Tensoactivos	Espectrofotometría
Aceites y grasas	Gravimétrico Espectrofotométrico IR
Compuestos fenólicos	Espectrofotométrica visible
Demanda química de oxígeno	Espectrofotométrico, reflujo cerrado
Demanda bioquímica de oxígeno	Espectrofotométrico
Turbidez	Nefelométrico
Sólidos disueltos totales	Gravimétrico Conductivimétrico
Sulfatos	Cromatográficos Gravimétrico Nefelométrico Absorción atómica o emisión con plasma acoplado inductivo
Plomo	Absorción atómica o emisión con plasma acoplado inductivo Horno de grafito
Mercurio total	Absorción atómica por vapor frío o emisión con plasma acoplado inductivo
Magnesio	Absorción atómica por llama o emisión con plasma acoplado inductivo
Cloruro	Argentométrico

Tabla N°10 continuación

Sodio	Absorción atómica o emisión atómica con plasma acoplado inductivo Electrodo de ión selectivo
Potasio	Absorción atómica por llama o emisión con plasma acoplado inductivo
Nitrógeno	Espectrofotometría visible Volumetría
Flúor	Espectrofotométrica visible
Cobre	Absorción atómica o emisión con plasma acoplado inductivo
Cromo	Absorción atómica o emisión con plasma acoplado inductivo
Cadmio	Absorción atómica por llama o emisión con plasma acoplado inductivo
Calcio	Absorción atómica por llama o emisión con plasma acoplado inductivo Titulometría con EDTA
Manganeso	Absorción atómica o emisión con plasma acoplado inductivo
Hierro	Absorción atómica o emisión con plasma acoplado inductivo
Zinc	Absorción atómica o emisión con plasma acoplado inductivo

Anexo B

Tabla N° 11 Métodos de análisis para parámetros microbiológicos

Parámetro	Métodos de análisis
Coliformes fecales	Tubos múltiples Filtración con membrana
Coliformes totales	Tubos múltiples Filtración con membrana
Coliformes termotolerantes	Tubos múltiples Filtración con membrana
Echericha coli	Tubos múltiples Filtración con membrana
Enterococos	Tubos múltiples Filtración con membrana

Anexo C

Tabla N° 12 Tipos de recipientes para toma de muestra y preservación de la muestra

Parámetro	Recipiente	Preservación	Tiempo de almacenamiento	Volumen mínimo de muestra (mL)
pH	Plástico	Análisis inmediato	Análisis inmediato	50
Oxígeno disuelto	Vidrio, plástico	Análisis inmediato	Análisis inmediato	300
Tensoactivos	Polietileno	20 mg/L HgCl ₂	24 horas	1,000
Aceites y grasas	Vidrio- Calibrado boca ancha	Enfriar, a 4 °C con 5 mL(1:1) H ₂ SO ₄ /l a pH < 2	24 horas	1,000
Compuestos fenólicos	Vidrio borosilicato	H ₃ PO ₄ a pH<2, 4°C	28 días	500
Demanda química de oxígeno	Vidrio borosilicato	H ₂ SO ₄ a pH<2, 4°C	7 a 28 días	100
Demanda bioquímica de oxígeno	Plástico, vidrio	H ₂ SO ₄ a pH<2, 4°C	6 a 48 horas	1,000

Tabla N° 12 continuación

Turbidez	Polietileno	Enfriar a 4 °C	7 días	500
Sólidos disueltos totales	Polietileno, Vidrio	Enfriar a 4 °C	7 días	1,000
Sulfatos	Polietileno-Vidrio	Enfriar a 4 °C	7 días	250
Plomo	Polietileno(A)-Vidrio(A)	2 ml. Conc. HNO₃/l muestra, pH < 2	6 meses	1,000
Mercurio total	Polietileno(A)-Vidrio(A)	HNO₃ a pH < 2, enfriar a 4 °C	28 días	1,000
Magnesio	PA, VA - enjuagar 1+1 HNO₃	HNO₃ a pH<2	7 días	500
Cloruro	Plástico	No requerido	28 días	50
Sodio	Polietileno	2 mL. Conc. HNO₃/l muestra, pH < 2	6 meses	500
Potasio	PA, VA - enjuagar 1+1 HNO₃	HNO₃ a pH<2	6 meses	500
Nitrógeno	Plástico	H₂SO₄ a pH<2, 4°C	7 a 28 días	500
Flúor	Polietileno	No requerido	28 días	300
Cobre	Polietileno(A)	Cobre disuelto filtrar. 2 mL. Con. HNO₃/l muestra, pH < 2	6 meses	500
Cromo	Polietileno(A)-Vidrio(A)	2 mL. Conc. HNO₃/l muestra, pH < 2	6 meses	1,000
Cadmio	Polietileno(A)-Vidrio(A)	2 mL. Conc. HNO₃/l muestra, pH < 2	6 meses	1,000
Calcio	PA, VA - enjuagar 1+1 HNO₃	HNO₃ a pH<3	7 días	500
Manganeso	Polietileno(A)-Vidrio(A)	2 mL. Conc. HNO₃/l muestra, pH < 2	6 meses	1,000
Hierro	Polietileno-Vidrio	2 mL. Conc. HNO₃/l muestra, pH < 2	6 meses	1,000
Zinc	PA, VA - enjuagar 1+1 HNO₃	HNO₃ a pH<2	6 meses	500
Pruebas microbiológicas	Polietileno-Vidrio	Enfriar a 4 °C	No exceder de 6 horas	200

5.5 Entrega de propuesta de norma al organismo salvadoreño de normalización (OSN)

Carta remitida al Organismo Salvadoreño de Normalización (OSN)

San Salvador Noviembre de 2013

Lic. Rodolfo Aquino Cáceres

Técnico de normalización del Organismo Salvadoreño de Normalización

Reciba un cordial saludo y éxitos en sus labores.

Por medio de la presente y en cumplimiento a mi trabajo de graduación el cual fue una Propuesta de Normativa para Aguas Recreativas de el País, la cual se elaboró basándose en las normativas de Panamá, Ecuador, Colombia, Puerto Rico, Japón y la Organización Mundial de la Salud, entrego a usted como integrante del Organismo Salvadoreño de Normalización, una copia de la propuesta, la cual puede ser un insumo cuando se elabore una normativa para aguas recreativas en el país, debido a que es de mucha importancia que se cuenten con parámetros fisicoquímicos, metales y microbiológicos que regulen la calidad de las aguas recreativas, ya que esto trae beneficios a los usuarios, así como también al medio ambiente. Por lo que es importante conocer el estado sanitario de las mismas a fin de garantizar la salud de los usuarios, verificando su calidad y así evitar la transmisión de enfermedades.

Agradeciendo su atención.

Att. _____

Ana Ruth Serrano Martínez

Carne N° SM 05075

CAPITULO VI
CONCLUSIONES

6.0 CONCLUSIONES

- 1 Debido a que en el país no existe una norma de aguas recreativas que establezca parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y metales así como los valores máximos permitidos que deban cumplir para asegurar la calidad de estas, se tomó como referencia la bibliografía recopilada de los diferentes países seleccionados para elaborar la propuesta de norma de el país.
- 2 La normativa propuesta se basa en las normas de Ecuador, Panamá, Colombia, Puerto Rico, la Organización Mundial de la Salud (OMS), Japón y incluyendo sus valores permitidos de cada parámetro con lo cual se asegura que las aguas recreativas sean adecuadas para el propósito que se utilicen.
- 3 Los parámetros fueron seleccionados en base a la frecuencia en las normativas y por ser parámetros críticos es decir que causan algún riesgo a la salud, afectando así la calidad del agua recreativa, y a la vez servirá como un insumo cuando se proponga elaborar la norma de aguas recreativas en el país, regulando así los parámetros de calidad tanto físico-químicos como microbiológicos que dichas aguas deben cumplir.
- 4 En cuanto a los tipos de envases y preservación de la muestra, es imprescindible seguir los lineamientos establecidos para la toma de muestra de dichas aguas tanto para los parámetros fisicoquímicos, metales y microbiológicos.
- 5 De todas las normas recopiladas, la que es más completa es la normativa de Japón, ya que está además de presentar parámetros fisicoquímicos, incluye una gran cantidad de metales.

CAPITULO VII
RECOMENDACIONES

7.0 RECOMENDACIONES

- 1 Que el organismo salvadoreño de normalización gestione la formación del comité, para que elaboren la normativa para aguas recreativas de el país.
- 2 Que el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, monitoree frecuentemente las aguas recreativas, así como dar mantenimiento de las mismas, a fin de garantizar la salud de los usuarios.
- 3 A la población en general, así como a las instituciones competentes, para que hagamos un buen uso de las aguas recreativas de el país, no usarlos como basureros, ni descartar en ellas ninguna clase de desechos cualquiera que sea su estado, ya que esto daña al medio ambiente como los usuarios.
- 4 A las alcaldías y las comunidades aledañas a balnearios, costas, ríos, lagos, lagunas, que realicen campañas de limpieza en los alrededores de los lugares antes mencionados en temporada alta y baja.
- 5 Que las instituciones competentes establezcan y divulguen las reglas de limpieza y mantenimiento para la higiene de las aguas recreativas y que concienticen a la población sobre los beneficios que conlleva cumplirlas.
- 6 En cuanto a los anexos de la propuesta de norma para aguas recreativas de el país, se sugiere realizar los métodos de análisis planteados para los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y metales así como

también utilizar los recipientes para la toma de muestra y preservación de las mismas.

BIBLIOGRAFIA

1. Alvarenga Marroquín G. E., Aragón del Valle E. J., Determinación de la Calidad Microbiológica del Agua de Piscinas Ubicadas en el Complejo Deportivo de Ciudad Merliot y el Polideportivo de la Universidad de El Salvador, Trabajo de Graduación Licenciatura en Química y Farmacia, San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador, Junio 2012.
2. Baena Álvarez L. M., Evaluación de la Calidad del Agua en la Bahía de Buenaventura y Playas Turísticas del Pacifico Vallecaucano Destinación para Recreación Mediante Contacto Primario y Secundario, Colombia, Septiembre 2008.
3. Esquivel Orellana O. A., Informe Final Diagnóstico Nacional de la Calidad Sanitaria de las Aguas Superficiales de El Salvador Contrato MARN-BID-1209/OC-ES No.60/2006, Junio 2007.
4. Flores Molina T. L., Menéndez Zepeda D., Propuesta de un Kit Colorimétrico para la Determinación de Cloro, Dureza, Nitritos y pH en la Piscina del Polideportivo de la Universidad de El Salvador, Trabajo de Graduación Licenciatura en Química y Farmacia, San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador, Agosto 2009.
5. Héctor. A., Torrijos Espino M., Norma Primaria de Calidad Ambiental y Niveles de Calidad para las Aguas Continentales de Uso Recreativo con y sin Contacto Directo, Panamá, Junio 2008.
6. Japón; Monitoreo de la calidad del agua costanera en Japón, mayo 2008
7. Normas oficiales de la Organización Mundial de la Salud

8. <http://cdam.minam.gob.pe/publielectro/calidad%20ambiental/normasrecursoagua.pdf>.
9. <http://portafolio.snet.gob.sv/digitalizacion/pdf/spa/doc00246/doc00246-contenido.pdf>.
10. http://www.cvc.gov.co/portal/images/CVC/Recurso_Hidrico/agua_superficial/calidad_de_agua/InformePacifico.pdf.
11. <http://www2.pr.gov/agencias/jca/Documents/Leyes%20y%20Reglamentos/Reglamentos/Reglamentos/Reglamento%20Est%C3%A1ndares%20Calidad%20de%20Agua%202010.pdf>.
12. http://www.idaan.gob.pa/transparencia/COPANIT_24_99_AGUAS_RES_TRATADAS_ANAM.pdf.
13. http://aguas.igme.es/igme/publica/pdfjor_aguas_mine/11_piscinas.pdf.
14. http://www.navarra.es/home_es/Temas/Medio+Ambiente/Agua/Documentacion/Parametros/ParametrosNutrientes.htm.
15. <http://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual/p2-alcalinidad.pdf>.
16. <http://www.sinia.cl/1292/fo-article-26020.pdf>.
17. www.monografias.com/trabajos10/la_norm/la_norm.shtml.
18. http://usam.salud.gob.sv/archivos/pdf/normas/NORMA_AGUA_POTABLE_2_a.pdf.
19. http://www.upct.es/~minaees/analisis_aguas.pdf.

20. <http://inta.gob.ar/documentos/protocolo-de-muestreo-transporte-y-conservacion-de-muestras-de-agua-con-fines-multiples>.
21. http://www.gruentec.com/gruentec_files/lista_preservantes.pdf.
22. http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/docs/pdfs/manual_dinama.pdf
23. http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/es/.
24. <http://www.osn.gob.sv/#>.
25. <http://www.marn.gob.sv/>.
26. http://www.unitek.com.ar/productos-lecho-mixto.php?id_lib_tecnica=6

GLOSARIO

Agua Dulce: Agua con una salinidad igual o inferior a 0.5 UPS. (7)

Aguas de Estuarios: Son las correspondientes a los tramos de ríos que se hallan bajo la influencia de las mareas y que están limitadas en extensión hasta la zona donde la concentración de cloruros es de 250 mg/L.

Aguas Recreativas: conjunto de uno o más estanques artificiales, incluidos ríos, lagos, lagunas, piscinas; destinados al baño recreativo o deportivo. (7)

Agua salina: Es aquella que posee una salinidad igual o superior a 30 UPS. (7)

Agua Salobre Es aquella que posee una salinidad entre 0.5 y 30 UPS. (7)

Aguas Superficiales: Toda aquella agua que fluye o almacena en la superficie del terreno. (7)

Aguas Marinas: Es el agua de los mares y se distingue por su elevada salinidad, también conocida como agua salada. (7)

Coliformes fecales: Comprende todos los bacilos Gram negativos, aeróbicos o anaerobios facultativos no esporulados. (1)

Coliformes totales: Comprende todos los bacilos Gram negativos, aeróbicos o anaerobios facultativos no esporulados. (1)

ANEXOS

Anexo N° 1

Recipiente para toma de muestra



Figura N° 2 Tipos de envases para la toma de muestra de aguas en ríos y lagos



Figura N° 3 Toma de muestra de agua en ríos y lagos.

Anexo N° 2

Recipiente para almacenar muestras de agua para su respectivo análisis



Figura N° 4 Recipiente para el traslado de las muestras de agua al laboratorio.



Figura N° 5 Determinación de la calidad del agua utilizando las muestras tomadas y llevadas al laboratorio.