

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**



**CLASIFICACION DE LAS PLAYAS TAQUILLO, PERLA, PEROL Y MIZATA  
UBICADAS EN 12.36 KILOMETROS DE LA LINEA LITORAL DEL  
DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, EL SALVADOR DE ACUERDO A SU  
USO RECREATIVO.**

**TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR:**

**ROXANA YAMILETH MOLINA CALDERON  
PAULA EMERITA RODRIGUEZ GARCIA**

**PARA OPTAR AL GRADO DE  
LICENCIADA EN QUIMICA Y FARMACIA**

**SEPTIEMBRE, 2016**

**SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA.**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR INTERINO**

LIC. JOSE LUIS ARGUETA ANTILLON

**SECRETARIA GENERAL INTERINA**

DRA. ANA LETICIA ZAVALA DE AMAYA

**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**

**DECANO**

LIC. SALVADOR CASTILLO AREVALO

**SECRETARIO**

MAE. ROBERTO EDUARDO GARCIA ERAZO

DIRECCION DE PROCESOS DE GRADUACION

**DIRECTORA GENERAL**

MSc. Cecilia Haydee Gallardo de Velásquez

**TRIBUNAL EVALUADOR**

**COORDINADORA DE AREA DE MICROBIOLOGIA**

MSc. Amy Elieth Morán Rodríguez

**COORDINADORA DE AREA DE MICROBIOLOGIA**

MSc. Coralía de los Angeles González de Díaz

**DOCENTE ASESORA**

MSc. Norma Esthela Molina Velásquez

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, y a la Virgencita María por su amor y su bondad, y me permites sonreír ante todos mis logros que son el resultado de su ayuda, y cuando caigo y me ponen a prueba, aprendo de mis errores y me doy cuenta de lo que ponen en frente de mí para que mejore como ser humano, y crezca de diferentes maneras.

A mis padres, gracias por estar presentes no solo en esta etapa tan importante de mi vida, sino en todo momento y buscando lo mejor para mi persona.

A mis familiares, que participaron en este proceso, ya sea de manera directa e indirecta, que hoy en día se ve reflejado en la culminación de mi trabajo de graduación.

A mi universidad, por haberme permitido formarme en ella.

A mi compañera de trabajo de graduación y su familia, por el gran apoyo brindado durante el desarrollo de nuestro trabajo de graduación.

A mi asesora MSc. Norma Molina por tener la paciencia para transmitir parte de sus conocimientos, por la asesoría brindada y guiar este trabajo de graduación.

**ROXANA YAMILETH MOLINA CALDERON.**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por haberme ayudado cada día a salir adelante, a pesar de las dificultades nunca me dejó sola y me dio la fuerza suficiente para culminar esta parte de mi vida.

A mi esposo Herbert Carrillo, agradezco por su amor y paciencia, porque siempre estuviste apoyándome, por darme los ánimos y fuerza para realizarme profesionalmente, a mis hijos Víctor y Alison Carrillo por su apoyo y tenerme paciencia, agradezco a mi familia por creer en mí y estar a mi lado para celebrar este triunfo ya que sin ustedes no sería posible.

A mi suegra Estela de Carrillo, agradezco porque siempre estuvo pendiente, apoyándome y dando ánimos día a día, en este momento especial de mi vida gracias por estar conmigo.

A mis padres Paula y Víctor Rodríguez, por estar siempre pendiente de mí, agradezco a Dios por darme los mejores padres.

A mi asesora MSc. Norma Molina, agradezco por su gran apoyo, que con sus conocimientos transmitidos en esta investigación nos ayudó a culminar, ya que sin ella no sería posible este logro, agradezco a Armando por su gran ayuda y a Lic. Cecilia Gallardo por su gran ayuda; agradezco a Dios por poner a gente maravillosa como ustedes.

A mi amiga Roxana Molina, agradezco porque siempre estuvimos juntas en esta investigación, a pesar de todas las dificultades que se nos presentaron en este trayecto, siempre tuvimos nuestros objetivos presentes y uno de ellos es culminar nuestra carrera.

**PAULA EMERITA RODRIGUEZ GARCIA.**

## **DEDICATORIAS**

A Dios, a la Virgencita María, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo, pero mas que nada, por su amor.

A mis hermanos, por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho.

A mis abuelas Venancia Lopez (QEPD) y Cayetana del Carmen Calito por quererme y apoyarme siempre, creer en mi.

A mis amigos, quienes sin su ayuda nunca hubiera podido hacer esta tesis.

A mi asesora Norma Molina por su apoyo y motivación para la culminación y elaboración de esta tesis.

**ROXANA YAMILETH MOLINA CALDERON.**

## **DEDICATORIAS**

Quiero dedicarle este trabajo primeramente a Dios, ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera y me dio la fortaleza en los momentos más difíciles.

A mi esposo Herbert Carrillo y mis hijos Víctor y Alison Carrillo, por estar presentes en los momentos más difíciles, porque fueron un motivo para seguir adelante y culminar mi carrera. Gracias por su gran apoyo.

A mis padres Paula y Víctor Rodríguez, a mi suegra Estela de Carrillo, porque no dejaron de creer en mí y siempre estuvieron pendiente en toda esta trayectoria.

A mi compañera de tesis Roxana, por su gran esfuerzo y sacrificio logramos finalizar nuestra meta.

**PAULA EMERITA RODRIGUEZ GARCIA**

## INDICE

	Pág.
Resumen	
Capítulo I	
1.0 Introducción	xx
Capítulo II	
2.0 Objetivo	
Capítulo III	
3.0 Marco Teórico	27
3.1 Generalidades de las playas	28
3.2 Ciclo Hidrológico del agua	30
3.3 Contaminación de agua de mar	30
3.4 Contaminación bacteriana del medio marino	31
3.5 Calidad microbiológica del agua	32
3.6 Calidad física y química del agua	33
3.7 Factores que afectan la calidad del agua	34
3.7.1 Factores físicos y químicos	34
3.7.1.1 Temperatura	34
3.7.1.2 Turbidez	36
3.7.1.3 Salinidad	37
3.7.1.4 pH	38
3.7.2 Factores Microbiológicos	39
3.7.2.1 Coliformes totales	39
3.7.2.1.1 Coliformes totales y Coliformes fecales	40
3.7.2.2 Coliformes fecales	40
3.7.2.3 <i>Escherichia coli</i>	41
3.7.2.4 <i>Enterococos faecalis</i>	42

3.7.2.5 Bacterias Heterótrofas	43
3.8 Fundamento del NMP para coliformes fecales	44
3.9 Fundamento de recuento de bacteria heterotrofas	45
3.10 Calculo de índice de calidad del agua	46
Capítulo IV	
4.0 Diseño Metodológico	51
4.1 Tipo de estudio	51
4.2 Investigación Bibliografía	51
4.3 investigación de campo	51
4.4 Ubicación y descripción del sitio de estudio	52
4.5 Fase de campo	56
4.5.1 Toma de muestra	56
4.5.2 Parte experimental	57
4.5.2.1 Tratamiento de las muestras para análisis microbiológico	57
4.5.2.2 Cuantificación de coliformes totales	58
4.5.2.3 Cuantificación de coliformes fecales	58
4.5.2.4 Cuantificación de <i>Escherichia coli</i>	59
4. 5.2.5 Recuento de las bacterias heterótrofas	59
4.5.2.6 Cuantificación de <i>Enterococos faecalis</i>	60
4.5.2.6.1 Procedimiento de la prueba presuntiva	60
4.5.2.6.2 Procedimiento de la prueba de confirmación	60
4.6 Metodología para medición de parámetros físicos y químicos	61
4.6.1 Temperatura	62
4.6.2 Turbidez	62
4.6.3 Salinidad	63
4.6.4 pH	63

Capitulo V	
5.0 Discusion de resultados	65
5.1 Análisis de los parámetros microbiológicos de los 7 sitios de muestro en 3 meses consecutivos	71
5.1.1 Recuento de coliformes totales en los 7 sitios de muestreo	71
5.1.2 Recuento de coliformes fecales en los 7 sitios de muestro	73
5.1.3 Recuento de <i>Escherichia coli</i> en los 7 sitios de muestreo	75
5.1.4 Recuento de bacterias heterótrofas en los 7 sitios de muestro	77
5.2. Análisis de los parámetros físicos y químicos de los 7 sitios de muestro en 3 meses consecutivos.	80
5.3 Calculo de índice de calidad del agua	84
Capítulo VI	
6.0 Conclusiones	90
Capítulo VII	
7.0 Recomendaciones	92
Bibliografía	
Glosario	
Anexos	

## INDICE DE CUADROS

Cuadro N°

	Pág. N°
1. Clasificación del “ICA” propuesto por Brown calidad de agua color valor	47
2. Coordenadas geográficas de los puntos de muestreo (FUTECMA) y números de muestra a tomar	55
3. Resultados de tubos obtenidos dentro del laboratorio de microbiología. (Mx1: primera por sitio, Mx2: segunda muestra por sitio	66
4. Comparación de los tubos positivos para obtener el NMP por cada sitio	67
5. Resultados microbiológicos obtenidos en los tres muestreos realizados en los 7 sitios de muestreo	70
6. Resultados físicos y químicos obtenidos en los tres muestreos realizados en los 7 sitios de muestreo.	79

## INDICE DE FIGURAS

Figura N°	Pág. N°
1. Ciclo Hidrológico del Agua	28
2. Termómetro de mercurio	62
3. Disco Secchi	62
4. Salinometro	63
5. pHmetro	63
6. Gráfico de resultado de Coliformes totales de los 7 sitios de muestreo realizados en los meses de agosto, septiembre y octubre de 2012, comparados con la Normativa Peruana Decreto Supremo N° 007-83-SA 1983	71
7. Gráfico de resultados de coliformes fecales de los 7 sitios de muestreo realizados en los meses de agosto, septiembre y octubre de 2012, comparados con la Normativa Peruana Decreto supremo 007-83-SA 1983	73
8. Gráfico de resultado de <i>Escherichia coli</i> de los 7 sitios de muestreo realizados en los meses de agosto, septiembre y octubre de 2012, comparados con la Normativa Peruana Decreto supremo 007-83-SA 1983	75
9. Gráfico de recuento de bacterias heterótrofas de los 7 sitios de muestreo realizados en los meses de agosto, septiembre y octubre de 2012	77
10. Grafico de resultados de la temperatura en los 7 sitios de muestro	80
11. Grafico de resultados de pH en los 7 sitios de muestreo	81
12. Grafico de resultados de salinidad en los 7 sitios de muestreo	82
13. Grafico de resultados de turbidez en los 7 sitios de muestreo	83

## INDICE DE ANEXOS

### ANEXO N°

1. Hoja de custodia de toma de muestras
2. Hoja de resultados microbiológicos obtenidos en los 7 sitios de muestreo
3. Mapa del Litoral Costero del Departamento de La Libertad y Ubicación de los sitios de muestreo.
4. Ubicación Geográfica de los sitios de muestreo de las playas Taquillo y Perla.
5. Ubicación Geográfica de los sitios de muestreo de las playas Perol y Mizata.
6. Esquema de dilución de muestras
7. Esquema para conteo de Coliformes totales
8. Esquema de conteo de Coliformes Fecales
9. Esquema para conteo de *Escherichia coli*
10. Esquema para prueba presuntiva de *Enterococos faecalis*
11. Esquema para prueba confirmatoria de *Enterococos faecalis*
12. Esquema de Recuento de Bacterias Heterotrofas
13. Fotografías de toma de muestras y medición de parámetros Físicos y químicos in situ
14. Fotografías del análisis microbiológico
15. Informes de análisis en los 7 sitios de muestreo que fueron entregados a cooperativistas de Mizata.
16. Firma de hoja de recibido de los informes a cooperativistas de Mizata.
17. Índice del NMP con 95 % de límite de confianza cuando se usa 5 tubos con 20 mL muestra de agua
18. Diseño de etiqueta de frasco de recolección de muestra de agua

19. Norma Peruana Decreto Supremo 007-83-SA 1983 sobre calidad microbiana para el agua de mar
20. Norma Uruguay UNIT833:2008 sobre calidad microbiana para agua de mar.
21. Normativa Cubana ISBN 959-7136-35
22. Preparación de medios de cultivo

## ABREVIATURAS

APHA: American Public Health Association.

BH: Bacterias heterótrofas

CT: Coliformes totales

CF: Coliformes fecales

EC: *Escherichia coli*

EF: *Enterococcus faecalis*

FD: Factor de dilución

FUTECMA: Fundación Tecleña Pro Medio Ambiente.

ICA: Índice de Calidad del Agua

MB: Mizata Bocana

MC: Mizata Centro

NMP: Número Más Probable.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

PB: Perla Bocana

PC: Perla Centro

PP: Perol

TB: Taquillo Bocana

TC: Taquillo Centro

UFC: Unidades Formadoras de Colonia

## RESUMEN

El presente trabajo surgió ya que en el país no existe un estudio preliminar que determine la calidad física, química y microbiológica de las aguas marino costero para uso recreativo. La presente investigación se realizó en las playas de Taquillo, Perla, Perol y Mizata, durante los meses de agosto, septiembre y octubre del 2012, las muestras recolectadas por cada mes se tomaron de la siguiente manera: dos muestras en la bocana y dos muestras en lugar visitado por turista,

a excepción de la playa Perol que se recolecto solo en lugar visitado por los turistas por que no tiene bocana, analizando 42 muestras en total durante la investigación. Todas las muestras se recolectaron con rompiente cercana a la orilla y cada una fueron tomadas a una profundidad de 1.5 metros, la cual se realizó con la ayuda de un guarda recurso proporcionado por FUTECMA.

Los parámetros físicos y químicos que se realizaron son: temperatura, pH, salinidad y turbidez *in situ*, y fueron comparados con la normativa Cubana ISBN 959-7136-35-X<sup>(25)</sup>, los resultados obtenidos en la investigación nos indicaron que la temperatura y salinidad cumple con la Normativa Cubana; excepto el pH ya que en el mes de septiembre (época lluviosa) el pH disminuyó debido al pH de la lluvia (5.0 a 5.5) <sup>(32)</sup>; y la turbidez en los meses de agosto y septiembre, por el arrastre de lodo y desechos orgánicos e inorgánicos los resultados reflejan que la profundidad es baja, ya que sus aguas perdieron su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión.

Las muestras recolectadas para el análisis microbiológico fueron colocadas en una hielera a una temperatura de 5°C, para ser transportadas al Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador donde se realizaron los diferentes análisis de: coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli*, *Enterococos faecalis* utilizando el método NMP y los resultados fueron comparados con la Normativa Peruana Decreto Supremo N° 007-83-SA 1983<sup>(23)</sup>, indicando que están dentro de la normativa a excepción de los *Enterococos faecalis*, que no se logró cuantificar debido a que el arrastre de materia orgánica no permitió su detección; y para el recuento de bacterias heterótrofas se utilizó el método de placa vertida establecida por el American Public Health Association (APHA), y los resultados fueron comparados con la Normativa Uruguaya Decreto UNIT833:2008<sup>(24)</sup>, los resultados obtenidos sobrepasaron los límites máximos permitidos por la normativa debido a la existencia de materia orgánica proveniente de la desembocadura de los ríos y orillas de la playa; antes fue necesario realizar una prueba piloto para determinar las diluciones que se utilizaron durante el análisis microbiológico.

Se calculó el índice de calidad del agua, para las cuatro playas en estudio, los resultados nos indicaron que son aptas para uso recreativo y no presentan ningún riesgo de salud para los turistas y hogares aledaños.

Los resultados fueron entregados a cooperativistas de la playa Mizata para que tomen medidas preventivas y correctivas, para mantener la calidad de las aguas marino costero para uso recreativo.

Se le recomienda a los lugareños de las playas, alcaldías y restaurantes clasificar la basura colocando basureros debidamente identificados y colocar baños públicos que sean visibles para los turistas.

## **I. INTRODUCCION**

## 1.0 INTRODUCCION

El Departamento de La Libertad es uno de los destinos turísticos más representativos de este país, sus playas son visitadas por turistas nacionales e internacionales para practicar el deporte extremo acuático como el surf. Dicho departamento tiene una población estimada de 660,652 habitantes, con una densidad poblacional de 400 habitantes y un área por km<sup>2</sup> 1,652.88, donde las playas a estudiar Taquillo y Perla se encuentran ubicadas en el municipio de Jicalapa y Teotepeque, con una población de 5,116 y 12,320 habitantes respectivamente, la playa Mizata y Perol se encuentran ubicadas en la zona límite entre el departamento La Libertad y Sonsonate.(4)

Las aguas costeras sufren contaminación por los siguientes factores: desembocadura de los ríos, las aguas residuales, materia orgánica, aguas domesticas, la influencia de los bañistas, desastres naturales, lluvias, etc (3)

A nivel internacional se ha realizado diferentes estudios sobre la contaminación de las aguas costeras y su impacto en el ecosistema marino y la incidencia que este problema tiene en las poblaciones cercanas a las costas que interactúan con el medio marino, entre los países que han tomado la iniciativa para realizar estudios de contaminación de las aguas costeras están: Colombia, Costa Rica, Cuba, México, Perú.

En el país no existe un estudio preliminar que determine la calidad física, química y microbiológica de las aguas marino costero para uso recreativo; solo un análisis microbiológico que se realizo en las aguas marinas de ocho puntos

de las costas en el 2012 por el Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales que es la única publicación encontrada. Por lo que para su comparación se hizo a través de normativas internacionales de Cuba, Peruana y Uruguay. Las normativas utilizadas en esta investigación son tomadas de artículos ya que no se encontraron referencias, solo estudios que indican con que normativas fueron comparados sus análisis físico, químico y microbiológicos de las aguas marinas e indicando los rangos de los parámetros de cada una de las normativas.

La presente investigación permitió clasificar las playas: Taquillo, Perla, Perol y Mizata ubicadas a 12.36 km de la cadena costera si son aptas para uso recreativo, realizando análisis físicos, químicos in situ y los resultados obtenidos en los meses agosto, septiembre y octubre del año 2012 fueron comparados con la Normativa Cubana ISBN 959-7136-35-X<sup>(25)</sup>, para la cuantificación de microorganismos: coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli*, *Enterococos faecalis*, se comparan con la Normativa Peruana Decreto Supremo 007-83-SA 1983<sup>(23)</sup> y bacterias heterótrofas con la normativa Uruguay UNIT833:2008<sup>(24)</sup>. Al ser comparados los resultados microbiológicos (coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli*, *Enterococos faecalis*) con las normativas se encuentran dentro de los límites máximos permitidos excepto las bacterias heterotrofas que sobrepasaron los límites establecidos por la normativa en los meses de agosto y septiembre; se realizó el índice de calidad del agua, para las cuatro playas en estudio indicando que las cuatro playas son aptas para uso recreativo y no presentan ningún riesgo para la salud de los turistas y hogares aledaños.

De las cuatro playas en estudio se hizo un muestreo cada mes recolectando 7 muestras por duplicado durante los tres meses de la investigación; las muestras a recolectar por cada mes se tomaran de la siguiente manera: dos muestras en lugar visitado por los turistas y dos muestras en la bocana en cada playa a excepción de la playa Perol que se tomara solo en lugar visitado por los turistas, analizando 42 muestras en total.

Se realizó la medición de los parámetros físicos y químicos *in situ*, para la medición de la temperatura se utilizo un termómetro de mercurio 150 °C, para toma de pH se utilizo pHmetro Wasterproof pH tester wo, para la medición de salinidad utilizamos un salinometro marca Atago Pocket y para la turbidez utilizamos un disco secchi. Las muestras fueron colocadas en una hielera para mantener a una temperatura de 5°C y luego fueron transportadas al Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador donde se realizo el análisis microbiológico: coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli*, *Enterococos faecalis* utilizando el método NMP y para bacterias heterótrofas utilizando recuento de placa vertida establecida por el American Health association (APHA). Fue necesario realizar una prueba piloto para determinar las diluciones que utilizamos durante el análisis.

Los resultados fueron proporcionados a cooperativistas de la playa Mizata para que tomen medidas preventivas y correctivas que mejoren la calidad de agua marino costero de uso recreativo.

## **II. OBJETIVOS**

## 2.0. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GENERAL

- Clasificar las playas Taquillo, Perla, Perol y Mizata ubicadas en 12.36 kilómetros de la línea litoral del Departamento de La Libertad, El Salvador de acuerdo a su uso recreativo.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 2.2.1 Cuantificar la presencia de coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli*, *Enterococos faecalis*, bacterias heterótrofas utilizando la metodología de la American Public Health Association (APHA) en las muestras de aguas recolectadas en las playas seleccionadas.
- 2.2.2 Medir los parámetros físico-químicos *in situ* (temperatura, pH, turbidez y salinidad) de las aguas costeras en estudio.

- 2.2.3 Comparar los resultados obtenidos en el análisis físico y químico con la normativa Cubana ISBN 959-7136-35-X; y los microbiológicos coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli*, *Enterococos faecalis*, con la Normativa Peruana Decreto Supremo año 007-83-SA 1983 y las bacterias heterótrofas con la Normativa Uruguay UNIT833:2008 para clasificar las playas si son aptas para uso recreativo.
- 2.2.4 Calcular el índice de calidad del agua para clasificar la calidad de las aguas de las playas y comparar los resultados obtenidos con la tabla propuesta por Brown.
- 2.2.5 Proporcionar los resultados a Fundación Tecleña Pro Medio Ambiente (FUTECMA) y a los cooperativistas de Mizata, los cuales le servirán para aplicar medidas correctivas y preventivas con respecto a la calidad del agua ubicada en esta zona.

### **III. MARCO TEORICO**

### 3.0 MARCO TEORICO

#### 3.1 GENERALIDADES DE LAS PLAYAS

Una playa natural es cualquier línea de costa o ribera de una corriente, lago, océano, pantano o manantial termal utilizada con fines recreativos. Son numerosos los gérmenes patógenos que pueden transmitirse al hombre a través de la utilización con fines recreativos de aguas dulces y saladas susceptibles de contaminación por aguas residuales. (2)

Desde un punto de vista recreativo, las playas son una zona de esparcimiento muy concurridas en los meses de verano y las actividades acuáticas brindan enormes beneficios, importantes para la recreación, salud y bienestar de las personas. (3)

No sólo benefician a los lugareños, también atraen a numerosos turistas cuyos desembolsos favorecen a las economías locales. (3)

Sin embargo, el baño en el agua de mar puede representar riesgos para la salud de los usuarios, debido a que las aguas pueden estar contaminadas con excretas humanas; las cuales pueden contener agentes patógenos causantes de infección, enfermedad y muerte. (3)

### 3.2 CICLO HIDROLOGICO DEL AGUA (27)

El ciclo hidrológico se refiere al movimiento y circulación natural que el agua tiene en toda la tierra y su atmósfera. Este movimiento se da por medio de distintos fenómenos que hacen circular el agua, subiéndola desde el mar hasta la atmósfera y regresándola por las lluvias hacia la tierra y a los mismos océanos. El ciclo no tiene principio ni fin, pero se puede decir que el concepto de ciclo hidrológico se origina en el agua de los océanos.



**Figura N° 1: Ciclo hidrológico del agua**

Por ser un ciclo tiene distintas fases: La evaporación: Es un fenómeno de la naturaleza que ocurre cuando la radiación solar hace subir el agua en forma de vapor o humedad desde el mar hasta la atmósfera. Aunque la mayor cantidad de evaporación sale del mar, también se da en toda la superficie de la tierra donde hay agua estancada, por ejemplo, los lagos, lagunas, ríos y embalses.

Toda el agua que es evaporada y llevada hacia arriba en forma de humedad se aglomera y forma las nubes. La precipitación: Es la caída del agua desde la atmósfera hacia la superficie de la tierra. Este fenómeno se inician cuando se dan ciertas condiciones de temperatura en la atmósfera (básicamente enfriamiento), entonces, la humedad contenida en las nubes se condensa, se forman las gotas y por gravedad se precipitan hacia la tierra en forma de lluvia o granizo, la cual puede caer sobre los océanos o sobre la tierra. La infiltración: Se le llama así al paso del agua que cae de las lluvias y penetra entre la superficie y las capas del suelo, a través de los poros y aberturas que se encuentran entre las rocas del suelo. El agua que se infiltra en el suelo se denomina agua subsuperficial. El agua que se infiltra puede seguir tres caminos: Puede ser devuelta a la superficie y evaporada hacia la atmósfera, puede ser absorbida por las raíces de las plantas y regresada por la evapotranspiración y por último puede infiltrarse profundamente en el suelo, formando corrientes subterráneas. Las corrientes subterráneas: Son las aguas que se han infiltrado en el suelo que en algunos casos fluyen subterráneamente y se unen a ríos o lagos, y en otros casos, contribuyen a mantener los mantos de aguas subterráneas llamados "mantos acuíferos". La escorrentía superficial: es el movimiento del agua de lluvia que llega a la superficie de la tierra, y se concentra en pequeños recorridos de agua, que luego forman arroyos o riachuelos y posteriormente desembocan en los ríos que se dirigen hacia un lago o al mar.

### 3.3 CONTAMINACION DE AGUA DE MAR

La distribución del agua en la Tierra es del 97% de agua salada y el 3% de agua dulce, se considera que el agua tiene importancia fundamental en el desarrollo de las actividades humanas, y su uso se puede aplicar en los siguientes ámbitos: domiciliario, pesquero, recreativo, de energía y de transporte.

Sin embargo, el hombre ha tomado, desde los tiempos más remotos y debido a su ignorancia, las aguas de nuestro planeta como el lugar natural para arrojar en ellas los desechos sólidos y líquidos. Hasta fecha muy reciente esto se consideró como un problema sin importancia, si se exceptúan algunas áreas localizadas próximas a grandes puertos o donde se realizan actividades mineras o bien los ríos que pasan cerca de ciudades con población abundante.

En la actualidad, se reconoce universalmente la gravedad de la contaminación de los arroyos, ríos y lagos, e incluso de los mares, que cada día se ven amenazados debido a los grandes centros de población e industrias ubicadas en las costas (industrias pesqueras) y al volumen, cada vez mayor, de transporte marítimo. (3)

Según la OMS, las principales fuentes de contaminantes del agua son: Aguas residuales y otros residuos que demandan oxígeno (en su mayor parte materia orgánica), agentes infecciosos, nutrientes vegetales que pueden estimular el crecimiento de las plantas acuáticas, productos químicos, incluyendo los pesticidas, diversos productos industriales, las sustancias tensoactivas

contenidas en los detergentes, y los productos de la descomposición de otros compuestos orgánicos, petróleo, especialmente el procedente de los vertidos accidentales, minerales inorgánicos y compuestos químicos, sedimentos formados por partículas del suelo y minerales arrastrados por las tormentas y escorrentías desde las tierras de cultivo, los suelos sin protección, las explotaciones mineras, las carreteras y los derribos urbanos. (15)

Hoy en día, la contaminación del mar y de las aguas interiores se debe fundamentalmente, al rápido crecimiento de la población costera, a la expansión de las áreas recreativas, y a la concentración del desarrollo industrial en las zonas costeras. (15)

### **3.4 CONTAMINACION BACTERIANA DEL MEDIO MARINO** (20)

Está claro que la contaminación es el primer factor de degradación del medio marino pero la contaminación de origen natural que se produce en el mar es muy baja, y es reducida o eliminada rápidamente por los propios mecanismos de autodepuración del océano.

Las bacterias que se encuentran en el mar constituyen el primer eslabón de las cadenas alimentarias (cadenas tróficas). Su presencia suele ser más frecuente en las aguas costeras y en menor proporción en alta mar. Esta contaminación es mayor en las aguas costeras debido al aporte de aguas contaminadas en la zona del litoral procedentes de emisores submarinos, lugares donde desembocan el alcantarillado de las ciudades y los colectores de las industrias.

Además hay que tener en cuenta las aportaciones de la escorrentía y de los ríos.

El crecimiento poblacional produce un considerable aumento de desechos domésticos bacteriológicamente muy contaminados y que, por sistema, acaban en el mar. Las bacterias constituyen la base de numerosos procesos bioquímicos que intervienen en la mayoría de los metabolismos del medio marino. La presencia de materia orgánica favorece la proliferación de elementos bacterianos.

### **3.5 CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA**

La calidad de agua para uso recreativo en centros turísticos es un factor primordial para garantizar la protección de la salud de los usuarios y un punto de interés para el sector turístico, dado que las playas adquieren un valor agregado al contar con un nivel aceptable de calidad del agua. (15)

Los estudios en agua marina y playas indican que las enfermedades de las mucosas, de la piel y digestivas asociadas con los bañistas están directamente relacionadas con los niveles de contaminación fecal. (15)

Para evaluar la calidad microbiana del agua de mar, se mide por organismos indicadores cuyas densidades o concentraciones en el agua pueden ser

cualitativamente relacionadas con el riesgo a la salud que implica el uso de ésta. (9)

Los enterococos fecales son el indicador bacteriológico más eficiente para evaluar la calidad de agua de mar para uso recreativo de contacto primario, dado que resiste a las condiciones del agua de mar y está relacionado directamente con enfermedades como gastroenteritis, enfermedades respiratorias, conjuntivitis y dermatitis, entre otras. (19)

### **3.6 CALIDAD FISICA Y QUIMICA DEL AGUA** (19)

Todos los organismos acuáticos (bacterias, vertebrados e invertebrados y plancton) necesitan condiciones ambientales como: temperatura, luz, pH y salinidad; para poder desarrollarse, estos microorganismos acuáticos son dependientes de la calidad del agua marina.

## **3.7 FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL AGUA**

### **3.7.1 Factores físicos y químicos**

El agua de mar, como cualquier otra solución acuosa con sales disueltas, presenta un conjunto de factores físico y químicos específicos. (21)

Los requisitos para el crecimiento microbiano incluye factores físico y químico, entre los factores físicos tenemos: la turbidez, el color, la densidad y la temperatura. (38)

Entre los factores químicos encontramos: la dureza, el contenido de materia orgánica, la salinidad y el pH. (21)

Dentro de los parámetros físicos y químicos a estudiar son: la temperatura, la turbidez, la salinidad y el pH, los cuales se describen a continuación.

#### **3.7.1.1 Temperatura**

La temperatura del agua de mar generalmente oscila entre 2 °C y 30 °C y con valores extremos entre -4 °C y +42 °C. La temperatura del agua de mar es influida por la cantidad de calor proveniente de tres fuentes principales: calor

original del interior de la tierra, calor de degradación radiactiva y calor de la radiación solar. (31)

Los factores que permiten el cambio de la temperatura del agua de mar son:

- Latitud (tiempo de insolación).
- Profundidad de los mares.
- Topografía costera y submarina.
- Corrientes marinas.
- Circulación atmosférica. (31)

La temperatura varía de unos mares a otros y a las diferentes profundidades

El crecimiento bacteriano se ve influenciado por la temperatura, los microorganismos de acuerdo a su temperatura se clasifican en psicrófilos (son capaces de crecer a 0°C ó menos, pero crecen mejor a una temperatura mayor) mesófilos (crecen mejor a una temperatura que fluctúan entre 25°C a 40°C; aquí encontramos los patógenos de humanos y animales de sangre caliente, éstos crecen mejor a 37°C), termófilos (son bacterias que crecen a una temperatura optima sobre los 45°C) (36) e hipertermófilos (son bacterias que crecen a una temperatura óptima de crecimiento a 105°C y no pueden crecer por debajo de los 85°C) (16)

### 7.7.1.2 Turbidez (31)

La turbidez es una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión.

Cuanto más sólidos en suspensión haya en el agua, más sucia parecerá ésta y más alta será la turbidez.

La turbidez es considerada una buena medida de la calidad del agua.

Hay varios parámetros que influyen en la turbidez del agua. Algunos de estos son:

- Fitoplancton
- Sedimentos procedentes de la erosión
- Sedimentos resuspendidos del fondo (frecuentemente revueltos por peces que se alimentan por el fondo, como la carpa)
- Descarga de efluentes
- Crecimiento de las algas
- Escorrentía urbana

Las partículas suspendidas absorben calor de la luz del sol, haciendo que las aguas turbias se vuelvan más calientes, y así reduciendo la concentración de oxígeno en el agua (el oxígeno se disuelve mejor en el agua más fría). Además algunos organismos no pueden sobrevivir en agua más caliente.

Las partículas en suspensión dispersan la luz, de esta forma decreciendo la actividad fotosintética en plantas y algas, que contribuye a bajar la concentración de oxígeno más aún.

El principal impacto es meramente estético: a nadie le gusta el aspecto del agua sucia.

### **3.7.1.3 Salinidad**

Define como el número total de gramos de sales inorgánicas disueltas en 1 Kg de agua de mar. (35)

La salinidad es una de las características que más interesa estudiar al oceanógrafo, sea químico, físico o biólogo. (29)

La salinidad del mar no es igual en todas partes del mundo. A ello contribuyen diferentes factores como el derretimiento de las masas de hielo de los polos, la desembocadura de los ríos, la propia evaporación, la lluvia, las nevadas, el viento, el movimiento de las olas y las corrientes marinas (estos últimos afectados por los ciclos lunares). (29)

Actualmente sabemos que existe una diversidad de microorganismos que toleran o que necesitan altas concentraciones salinas se llaman halotolerantes y halófilos, respectivamente; donde el término halófilo viene del griego “halo” es “sal” y “filo” es “amante de”, es decir, significa “amante de la sal”. (20)

Los organismos halotolerantes son aquellos que pueden crecer en presencia y en ausencia de altas concentraciones de sal. Muchos organismos halófilos y halotolerantes pueden crecer dentro de un amplio margen de concentración de sal, con requerimiento o tolerancia para algunas sales, dependiendo del medio y de los factores nutricionales<sup>(9)</sup>, las bacterias pueden crecer hasta una concentración de 2 % y otras pueden tolerar hasta un 15 % de sal. (38)

#### **3.7.1.4 pH**

El pH es una medida de acidez y alcalinidad de una solución. (37)

El agua oceánica es ligeramente alcalina, y el valor de su pH está entre 7.5 y 8.4 y varía en función de la temperatura; si ésta aumenta, el pH disminuye y tiende a la acidez; también puede variar en función de la salinidad, de la presión o profundidad y de la actividad vital de los organismos marinos. (28)

En la mayoría de las bacterias el crecimiento óptimo es entre 6.0 y 8.0. Muy pocas bacterias crecen a un pH menor de 4.0. Sin embargo, las bacterias clasificadas como acidófilos son tolerantes a la acidez. (38)

Generalmente, los microorganismos no pueden tolerar valores extremos de pH; en condiciones muy alcalinas y ácidas, se hidrolizan algunos componentes microbianos o se desnaturalizan algunas enzimas. Sin embargo, hay algunas

bacterias acidófilas y alcalófilas que toleran, o incluso necesitan, condiciones extremas de pH para su crecimiento. (1)

### **3.7.2 Factores microbiológicos**

El control y la detección de microorganismos indicadores y patógenos constituyen una parte importante de la microbiología. La velocidad de mortalidad de las bacterias del tracto intestinal depende de la temperatura del agua, los efectos de la luz solar, las poblaciones de otras bacterias presentes y la composición química del agua. (17)

#### **3.7.2.1 Coliformes totales (30)**

Los coliformes designan a un grupo de especies de bacterias entéricas que tienen ciertas características bioquímicas (ser anaerobias o aerobias facultativas, bacilos Gram-negativos, no esporulados y fermentar la lactosa a 37°C en 48 horas, produciendo ácido láctico y gas); es importante ya que estos se utilizan como indicadores de contaminación del agua y los alimentos.

Las bacterias de este género se encuentran principalmente en el intestino de los humanos y de los animales de sangre caliente; y están distribuidas ampliamente en la naturaleza, especialmente en suelos, semillas y vegetales.

Los coliformes se introducen en gran número al medio ambiente por las heces de humanos y animales. Por tal motivo se deduce que la mayoría de los coliformes que se encuentran en el ambiente son de origen fecal.

El grupo coliforme está formado por los siguientes géneros:

1. *Escherichia*
2. *Klebsiella*
3. *Enterobacter*
4. *Citrobacter*

#### **3.7.2.1.1 Coliformes totales y coliformes fecales** (30)

No todos los coliformes son de origen fecal, fue necesario desarrollar pruebas para diferenciarlos a efectos de emplearlos como indicadores de contaminación. Se distinguen, los coliformes totales que comprende la totalidad del grupo y los coliformes fecales los de origen intestinal.

Desde el punto de vista de la salud pública, esta diferencia es importante ya que permite asegurar con alto grado de certeza, la contaminación del agua es de origen fecal.

#### **3.7.2.2 Coliformes fecales.**

Las bacterias coliformes fecales forman parte del grupo coliforme. Son definidas como bacilos gram-negativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a  $44.5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$  dentro de las  $24 \pm 2$  horas. (30)

La determinación de coliformes fecales en agua, es un análisis de contaminación fecal mas reciente que la determinación de coliformes totales; por eso los coliformes fecales son el microorganismo patrón utilizado por muchos laboratorios. Se consideran coliformes fecales a: *Escherichia*, *Klebsiella*, *Citrobacter*. (6)

Entre las bacterias coliformes fecales y las enfermedades que producen tenemos: *Escherichia coli* produce gastroenteritis aguda, *Klebsiella* produce enfermedades respiratoria, *Citrobacter* produce alteraciones al nivel del colon y a nivel intestinal. (11)

### **3.7.2.3 *Escherichia coli***

Los coliformes, incluyendo *Escherichia coli*, son miembros de la familia Enterobacteriaceae. Estas bacterias constituyen aproximadamente el 10% de los microorganismos intestinales de los seres humanos y otros animales y se utilizan ampliamente como organismos indicadores. (17)

Es un bacilo que reacciona negativamente a la tinción de Gram (gram-negativo), es anaerobio facultativo, móvil por flagelos peritricos (que rodean su cuerpo), no forma esporas, es capaz de fermentar la glucosa y la lactosa.

El aislamiento de esta bacteria en el agua da alto grado de certeza de contaminación de origen fecal, alrededor del 99%. Sin embargo, el aislamiento de este microorganismo no permite distinguir si la contaminación de excretas humanas o animales. (30)

#### **3.7.2.4 *Enterococos faecalis***

El término enterococos fue utilizado por primera vez en 1899 por Thiercelin para describir diplococos grampositivos de origen intestinal que formaban pares o cadenas cortas. Estos microorganismos fueron clasificados dentro del género *Streptococos* como *Streptococos faecalis* por Andrewes y Horder en 1906(22)

El género de *Streptococcus* ha sido dividido en cuatro grupos principales por Sherman en 1937, el primer grupo denominado fue el grupo enterococos o fecal, incluye las especies comensales que se encuentran en las heces de los animales de sangre caliente y del hombre; el segundo grupo es el inocuo grupo láctico; el tercero el grupo viridans y el último grupo pyogenos (formadores de pus). (5)

Los enterococos se diferencian del resto de los estreptococos por su capacidad para crecer en Cloruro de Sodio al 6.5% a un pH de 9.6 y a una temperatura de 10 °C y 45 °C. (26)

Los enterococos a diferencia de los *Streptococcus pyogenes* se caracterizan por la gran tolerancia al calor y al frío. (5)

Herrera y Suárez (2005) observaron que los Coliformes fecales y los Enterococos son los indicadores más apropiados para determinar la amplitud de la contaminación fecal de las aguas recreativas. (22)

Los enterococos en muchas situaciones pueden producir enfermedades como: infecciones de las vías urinarias y en el ambiente hospitalario (infecciones en los tejidos blandos). (18)

#### **3.7.2.5 Bacterias Heterótrofas** (14)

Dentro de las comunidades microbianas las bacterias heterótrofas constituyen, después de los virus, la población más numerosa (Marie *et al.* 1999) en los ecosistemas acuáticos. Este grupo de bacterias comprende una amplia diversidad de géneros y en términos numéricos de abundancia, constituyen el componente biológico más importante involucrado en la transformación y mineralización de la materia orgánica en la biosfera y la producción secundaria de carbono.

Las Bacterias Heterótrofas se definen como aquellas bacterias que usan compuesto de carbono orgánico como fuente de energía y el carbono para su crecimiento. La abundancia de bacterias heterótrofas en el medio marino se

considera un indicador de la presencia y abundancia de materia orgánica lábil, ya que ésta constituye la principal fuente de carbono que utilizan estos microorganismos para su crecimiento y reproducción. Este criterio ha servido de base para la elaboración de varios índices numéricos que permiten evaluar el estado trófico de las aguas marinas a partir de las concentraciones de bacterias heterótrofas presentes.

## **7.8 FUNDAMENTO DEL NMP PARA COLIFORMES FECALES**

Existen procedimientos para separar del grupo coliforme procedentes de fuentes fecales o no fecales, la prueba puede hacerse con uno de los métodos de tubos múltiples. (2)

El procedimiento en el se emplea el medio EC proporciona una información adecuada sobre el origen del grupo coliforme (fecal o no fecal) cuando se utiliza la prueba de confirmación. (2)

No debe utilizarse para el aislamiento directo de coliformes en el agua ya que es necesario un enriquecimiento previo en un medio que se presume infectado para conseguir un aislamiento óptimo de coliformes fecales. (2)

La prueba para coliformes fecales (con medio EC) es aplicable en estudios de aguas marinas. (2)

Cuando se utiliza volúmenes de 20 mL de muestras de agua en 5 tubos después de incubar y leer los resultados se utiliza la tabla índice NMP con el 95% del límite de confianza (ver anexo19), para obtener el número más probable de los tubos positivos de la dilución. (19)

## **7.9 FUNDAMENTO DEL RECuento DE BACTERIA HETEROTROFAS**

Método basado en placa vertida puede adaptarse a volúmenes de muestra o muestra diluida que oscile en 0.1 mL y 2.0 mL, para homogenizar se utiliza la técnica de forma en ocho, luego se incuba por 24 horas y se hace el conteo del resultado en un cuenta colonia. (2)

Para calcular el recuento heterótrofo en placa multiplíquese el número total de colonia por el inverso de la dilución utilizada. (2)

Cuando se hace un recuento de colonia en placa duplicada o en diluciones consecutivas se obtiene una media de resultados antes de reportar el dato obtenido. (2)

### **3.10 CALCULO DE INDICE DE CALIDAD DEL AGUA.** <sup>(35)</sup>

El Índice de calidad de agua propuesto por Brown es una versión modificada del “WQI” (Water Quality Index) que fue desarrollada por La Fundación de Sanidad Nacional de EE.UU. (NSF), como un sistema para comparar ríos.

El propósito de los índices de calidad de aguas (ICA), es simplificar en una expresión numérica las características positivas o negativas de cualquier fuente de agua (National Sanitation Foundation – INSF 1970).

Este índice es ampliamente utilizado entre todos los índices de calidad de agua existentes siendo diseñado en 1970, y puede ser utilizado para medir los cambios en la calidad del agua en tramos particulares de los ríos a través del tiempo, comparando la calidad del agua de diferentes tramos del mismo río además de compararlo con la calidad de agua de diferentes ríos alrededor del mundo. Los resultados pueden ser utilizados para determinar si un tramo particular de dicho río es saludable o no.

Para la determinación del “ICA” interviene 9 parámetros, los cuales son:

- Coliformes Fecales (en NMP/100 mL)
- pH (en unidades de pH)
- Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (DBO<sub>5</sub> en mg/ L)
- Nitratos (NO<sub>3</sub> en mg/L)

- Fosfatos (PO<sub>4</sub> en mg/L)
- Cambio de la Temperatura (en °C)
- Turbidez (en FAU)
- Sólidos disueltos totales (en mg/ L)

**Cuadro N° 1: Clasificación del “ICA” propuesto por Brown calidad de agua color valor** <sup>(35)</sup>

CALIDAD DE AGUA	COLOR	VALOR
Excelente		91 a 100
Buena		71 a 90
Regular		51 a 70
Mala		26 a 50
Pésima		0 a 25

Las aguas con “ICA” mayor de 90 son capaces de poseer una alta diversidad de la vida acuática. Además, el agua también sería conveniente para todas las formas de contacto directo con ella.

Las aguas con un “ICA” de categoría “Regular” tienen generalmente menos diversidad de organismos acuáticos y han aumentado con frecuencia el crecimiento de las algas.

Las aguas con un “ICA” de categoría “Mala” pueden solamente apoyar una diversidad baja de la vida acuática y están experimentando probablemente problemas con la contaminación.

Las aguas con un “ICA” que caen en categoría “Pésima” pueden solamente apoyar un número limitado de las formas acuáticas de la vida, presentan problemas abundantes y normalmente no sería considerado aceptable para las actividades que implican el contacto directo con ella, tal como natación.

Fórmula para calcular el índice de calidad de agua: (34)

$$ICA = 100 - \frac{\sqrt{(F1)^2 + (F2)^2 + (F3)^2}}{1.732}$$

Para el cálculo del índice son necesarios tres factores:

F1 (alcance) representa el porcentaje de parámetros que no cumplen con lo normado (“parámetros fallidos”), al menos una vez en el periodo que se analiza, con respecto al número total de parámetros que se escogieron. (34)

$$F1 = (\# \text{ de parámetros fallidos} / \# \text{ total de parámetros}) * 100$$

F2 (frecuencia) representa el porcentaje de ensayos individuales que dieron resultados diferentes a lo normado (ensayos fallidos) del total de ensayos que se realizaron. (34)

$$F2 = (\text{Total de valores fallidos o que sobrepasan la norma}) / (\# \text{ total de valores obtenidos})$$

F3 es el número de veces por el cual cada valor fallido es mayor (o menor, en el caso de que lo normado sea un valor mínimo) que el valor establecido.

$$F3 = \frac{(\text{Valor fuera de norma 1/Limite permisible} - 1) \dots + (\text{Valor fuera de norma 4/Limite permisible} - 1)}{\text{Total de valores obtenidos}}$$

El valor de 1.732 normaliza el resultado a un valor entre 0 y 100, donde 0 representa la “peor” calidad y 100 la “mejor” calidad de agua. (34)

#### **IV. DISEÑO METODOLOGICO**

## **4.0 DISEÑO METODOLOGICO**

### **4.1 Tipo de estudio**

- Transversal: la investigación se realizó en un tiempo determinado.
- Experimental: se realizó pruebas de laboratorio para determinar la calidad del agua marina y obtener resultados confiables.

### **4.2 Investigación Bibliográfica**

Realizadas en las siguientes bibliotecas:

- Dr. Benjamín Orozco, Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador.
- Central Universitaria de Universidad de El Salvador.
- Dr. Emilio Álvarez, Facultad de Medicina, Universidad de El Salvador.
- Facultad de Ciencia Naturales y Matemáticas, Universidad del El Salvador.
- Padre Florentino Iodate, S.J., Universidad Centroamericana José Simeón Cañas (UCA).
- Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer (USAM).

### **4.3 Investigación de campo**

Universo: agua de las playas del Departamento de La Libertad.

Muestra: las aguas de las playas Taquillo, Perla, Perol y Mizata del Departamento de La Libertad.

#### **4.4 Ubicación y descripción del sitio de estudio.**

La investigación se realizó en la zona costera del Departamento de La Libertad tomando como muestras las aguas de las cuatro playas: Taquillo, Perla, Perol y Mizata donde se llevó a cabo el estudio (ver Anexo N° 3).

El Departamento de la Libertad posee una extensión de 1,652.88 km cuadrados. Limita al norte con Chalatenango; al este con San Salvador; al sur con el océano Pacífico; y al oeste con Santa Ana y Sonsonate (10). La playa Taquillo está ubicada en el municipio de Jicalapa, presentando las coordenadas de LN 13° 29' 47.10" LO 89° 28' 52.91". La playa Perla ubicada en el municipio de Teotepeque y sus coordenadas LN 13° 29' 39.63" LO 89° 31' 03.60". La playa Mizata y Perol está ubicada en la zona límite entre La Libertad y Sonsonate en las coordenadas LN 13° 30' 35.16" LO 89° 35' 35.19" y LN 13°30'35.16" LO 89°35'19.39" respectivamente; estos datos fueron proporcionados por Fundación Tecleña Pro Medio Ambiente (FUTECMA).

El estudio se realizó en los meses Agosto, Septiembre y Octubre de las 4 playas, las muestras se tomaron en dos puntos que fueron: lugar visitado por turistas y bocana con rompiente cercana a la orilla a una profundidad de 1.5 metros; recolectando 7 muestras por duplicado cada mes (14 muestras por mes), analizando 42 muestras en total durante los 3 meses de la investigación.

Para calcular el número de muestra por cada playa utilizamos la fórmula  $\sqrt{n}$ , que se aplica cuando el número de datos es pequeño. (13)

$$\text{Muestras por playa} = \sqrt{n}$$

Donde:

n: número de playas (Taquillo, Perla, Perol, Mizata)

$$\text{Muestras por playa} = \sqrt{4}$$

$$\text{Muestras por playa} = 2$$

La fórmula anterior nos indica que para las playas Taquillo, Perla y Mizata se debe tomar dos sitios de muestreo, y se tomó la decisión de recolectar las muestra una en la bocana entrada de agua dulce al mar y una en centro lugar visitado por turista, excepto el Perol que solo se recolecto en un sitio de muestreo (porque no tiene bocana).

Se utilizó la misma fórmula para calcular la cantidad de muestras por cada sitio (bocana y centro) (13)

$$\text{Muestras por cada sitio} = \sqrt{n}$$

Donde:

n: sitios de muestreo

(Taquillo bocana, Taquillo centro, Perla bocana, Perla centro, Perol, Mizata bocana, Mizata centro)

$$\begin{aligned} \text{Muestras por cada sitio} &= \sqrt{7} \\ \text{Muestras por cada sitio} &= 2.64 \approx 2 \end{aligned}$$

La fórmula anterior indica que se debe recolectar dos muestras por cada sitio, el cual se refleja en el siguiente cuadro:

**Cuadro N°2: Coordenadas geográficas de los puntos de muestreo (FUTECMA)  
y números de muestra a tomar.**

<b>LUGAR</b>	<b>N° Muestra</b>	<b>LATITUD NORTE</b>	<b>LONGITUD OESTE</b>	<b>ROMPIENTE DESDE LA COSTA</b>
<b>PLAYA TAQUILLO (A)</b>	2 Bocana 2 Centro	13° 29' 47.10"	89° 28' 52.91"	100 metros
<b>PLAYA PERLA (B)</b>	2 Bocana 2 Centro	13° 29' 39.63"	89° 31' 03.60"	90 metros
<b>PLAYA PEROL (C)</b>	2 Centro	13° 30' 35.16"	89° 35' 19.39"	70 metros
<b>PLAYA MIZATA (D)</b>	2 Bocana 2 Centro	13° 30' 36.97"	89° 35' 39.19"	50 metros
Total de muestras por cada mes son 14 muestras y Total de muestras durante los tres meses 42 muestras.				

## 4.5 Fase de campo

**4.5.1 Toma de muestras:** para recolectar las muestras fue necesario embarcarse en playa Mizata, luego trasladarse a Taquillo bocana y centro, Perla bocana y centro, Perol, Mizata bocana y centro; donde se recolectaron las muestras por duplicado en cada sitio; todas con rompiente cercana a la orilla y cada una fueron tomadas a una profundidad de 1.5 metros, la cual se realizó con la ayuda de un guarda recurso proporcionado por FUTECMA.

Las muestras recolectadas se rotularon con la respectiva etiqueta de identificación para cada uno de los sitios muestreados (ver anexo N°20) luego se almacenaron en una hielera para conservarlas a una temperatura de 5 °C durante su transporte, y posteriormente se trasladaron a los laboratorios de Microbiología de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador donde se realizaron los análisis microbiológicos.

En cada sitio se midieron in situ los parámetros físicos y químicos (pH, temperatura, salinidad y turbidez) los resultados fueron anotados en la hoja de custodia (ver anexo N° 1).

## 4.5.2 PARTE EXPERIMENTAL

### 4.5.2.1 Tratamiento de las muestras para análisis microbiológico

A cada una de las 42 muestras se le realizaron los siguientes parámetros microbiológicos conteo de: coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli*, bacterias heterótrofas, *Enterococos faecalis*, siguiendo la metodología (APHA). (2)

Se realizó una prueba piloto para determinar las diluciones necesarias para realizar dicho análisis las cuales fueron 1:10 y 1:100, y obtener una carga microbiana de 30 - 300 NMP/mL. (2)

Análisis: agitar 25 veces la muestra de agua de la cual se pipetearón 10 mL y se colocaron en 90 mL de agua bufferada, haciendo la dilución 1:10 de esta dilución se pipetearòn 10 mL y se colocó en 90 mL de agua bufferada para hacer la dilución 1:100. De la dilución 1:100 se realizó la cuantificación de los coliformes totales, coliformes fecales *Escherichia coli* y *Enterococos faecalis*. (ver anexo N° 6). (2)

#### 4.5.2.2 Cuantificación de Coliformes totales

**Procedimiento:** a cada uno de los 5 tubos que contenían 20 mL de caldo LMX de doble concentración, se le adicionaron 20 mL de la dilución 1:100; y se incubó a una temperatura  $35 \pm 2$  °C durante 48 horas. Luego del tiempo de incubación se observaron los tubos si presentan un cambio de color verdoso en el medio cultivo (ver anexo N° 7), el número de tubos que dieron cambio de coloración fueron comparados con la tabla de índice NMP con 95% de límite de confianza (ver anexo N° 17) y luego se anotaron en la hoja de resultados el promedio de las dos muestras tomadas por cada sitio. (ver anexo N° 2). (2)

#### 4.5.2.3 Cuantificación de Coliformes fecales

**Procedimiento:** de los tubos positivos de las coliformes totales que dieron una coloración verdosa, se sembró en caldo EC una pequeña porción con ayuda de una asa bacteriológica y se incubaron a una temperatura de 44.5°C en baño maría durante 48 horas. Luego del tiempo de incubación se observaron los tubos si presentaban producción de gas en la Campana de Durham (ver anexo N° 8), los tubos que presentaron producción de gas fueron comparados con la tabla de índice NMP con 95% de límite de confianza (ver anexo N° 17) y luego se anotaron en la hoja de resultados el promedio de las dos muestras tomadas por cada sitio. (ver anexo N° 2). (2)

#### 4.5.2.4 Cuantificación de *Escherichia coli*

**Procedimiento:** de los tubos que presentaron una coloración verdosa en la prueba de coliformes totales, fueron observados en una lámpara de luz ultravioleta los que presentaron fluorescencia se le adiciono 0.5 mL del reactivo de Kovac, la formación del anillo indólico, color púrpura en la interfase confirma la presencia de *Escherichia coli* (ver anexo N° 9). Los tubos que dieron la formación del anillo indólico fueron comparados con la tabla de índice NMP con 95% de limite de confianza (ver anexo N° 17) y luego se anotaron en la hoja de resultados el promedio de las dos muestras tomadas por cada sitio. (ver anexo N° 2). (2)

#### 4.5.2.5 Recuento de las bacterias heterótrofas

**Procedimiento:** se realizó un tratamiento previo a la muestra, pipeteando 10 mL de muestra y 90 mL de agua bufferada haciendo la dilución 1:10, de la dilución 1:10 se pipetearón 1 mL ( $10^{-1}$ ) y 0.1 mL ( $10^{-2}$ ) colocándola en placa estéril de petri por duplicado.

A cada placa estéril con la alícuota de la muestra diluida se le adiciono 20 mL de agar estándar método y se mezcló por la técnica del 8, dejándola solidificar aproximadamente 10 minutos, se incubó a una temperatura  $35 \pm 2$  °C por 24 – 48 horas; las placas que presentaron colonias blancas fueron contadas sumando las colonias P1 y P2 (placa con la dilución  $10^{-1}$ ) y, P1 y P2 (placa con la dilución  $10^{-2}$ ); luego se sacó el promedio de ambas placas en las dos

diluciones (ver anexo N° 12), que posteriormente fueron anotados en la hoja de resultados con sus unidades UFC/mL (ver anexo N° 2). (2)

#### **4.5.2.6 Cuantificación de *Enterococos faecalis***

##### **4.5.2.6.1 Procedimiento de la prueba presuntiva**

Se tenían 5 tubos conteniendo 20 mL de caldo azida dextrosa de doble concentración, se le adicionarón 20 mL dilución 1:100 se incubaron a una temperatura  $35 \pm 2$  °C durante 48 horas. Luego se observaron cada uno de los tubo para verificar si alguno presentaba turbidez, se anotan los tubos que presentaron turbidez y luego se realizó la prueba confirmatoria (ver anexo N° 10). (2)

##### **4.5.2.6.2 Procedimiento de la prueba de confirmación**

De cada tubo positivo en caldo azida dextrosa se inoculó una porción con asa bacteriológica en Agar dextrosa púrpura de bromocresol, y se incuba la placa en forma invertida a temperatura  $35 \pm 2$  °C durante 48 horas. La formación de colonias amarillas confirma la presencia de *Enterococos faecalis*.

Las colonias amarillas son transferidas a un tubo con medio líquido de infusión cerebro corazón, que contenía NaCl al 6,5%, se incuban los tubos a una temperatura  $35 \pm 2$  °C por 24 horas, la presencia de turbidez confirma la

presencia del grupo de enterococos (ver anexo N° 11), los tubos que dieron presencia de turbidez fueron comparados con la tabla de índice NMP con 95% de límite de confianza (ver anexo N° 17) y luego se anotaron en la hoja de resultados el promedio de las dos muestras tomadas por cada sitio. (ver anexo N° 2). (2)

#### **4.6 METODOLOGIA PARA LA MEDICION DE PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS.**

Se realizó la medición de parámetros físicos y químicos in situ temperatura, salinidad, turbidez y pH.

Para la temperatura se utilizó un termómetro de Hg de 150 °C el cual está protegido por un dispositivo de PVC cerrado tanto en la parte superior e inferior del dispositivo, con una abertura de 5 cm por ancho y 30 cm por alto con el objetivo de tomar una muestra de agua para su posterior lectura y está sujetado a una cuerda para evitar que se fuera hacia fondo del mar. Para la medición de salinidad fue necesario utilizar un salinómetro marca Atago Pocket, antes y después de la toma de muestra se realizó un lavado previo con agua destilada; luego se secó con papel toalla para cada lectura. Para medir la turbidez se utilizó un disco Secchi que mide de 30 a 300 centímetros de diámetro, está dividido en cuartos pintados en blanco y negro alternados el cual está sujetado a un lazo previamente dividido en metros aproximadamente 6 metros para asegurar la lectura. Para la medición del pH se realizó con pHmetro Wasterproof pH Tester wo, realizando el lavado antes y después de la lectura.

#### 4.6.1 Temperatura

Para determinar la temperatura (ver Fig. N° 2) se introdujo el termómetro durante 2 minutos en el agua marina con el fin de estabilizar la medición, pasado ese tiempo se midió la temperatura, el valor obtenido de cada toma de muestra fue anotado en la hoja de custodia y hoja de resultados. (ver anexo N° 1 y 2)



Fig. N° 2: Termómetro de mercurio

#### 4.6.2 Turbidez

Para la medición de este parámetro se introdujo el disco secchi (ver Fig. N° 3) dentro del agua durante 3 minutos, pasado el tiempo de 3 minutos se tomo la lectura hasta donde el disco secchi se observa desde la cubierta dicha medición se hace con el lazo que esta sujetado (dividido en 6 metros). Posteriormente se anotaron en la hoja de custodia y hoja de resultados la profundidad que se observa. (ver anexo N° 1 y 2)

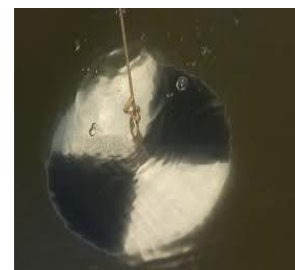


Fig. N° 3: Disco Secchi

#### 4.6.2 Salinidad

Para la medición es necesario lavar el salinómetro (ver Fig. N° 4) antes y después con agua destilada y secarlo con papel toalla; luego tomamos una pequeña cantidad de agua de mar con ayuda de un beaker y con un gotero tomamos la muestra y la colocamos en el aparato Atago Pocket y se dejó por 2 minutos para que el salinómetro diera el valor obtenido de dicha muestra; se anotaron en la hoja de custodia y hoja de resultado el valor de la salinidad en unidades de porcentaje. (ver anexo N° 1 y 2)



Fig. N° 4: Salinómetro

#### 4.6.4 pH

Para la medición del pH (ver Fig. N° 5) se lavó el electrodo antes y después, con ayuda de beaker se tomó una pequeña cantidad de agua y luego se introdujo en el electrodo, durante dos minutos para que el pHmetro, nos diera la lectura, se anotaron los valores obtenidos en la hoja de custodia y hoja de resultados. (ver anexo N° 1 y 2)



Fig. N° 5: pHmetro

## **V. RESULTADOS**

## 5.0 DISCUSION DE RESULTADOS

Para calcular la densidad microbiana con base al número más probable se utilizó la tabla de Índice del NMP (ver Anexo N° 19), para poder estimar la población de coliformes totales, coliformes fecales, *Enterococos faecalis* y *Escherichia coli* de acuerdo a las diluciones que fueron empleadas y así expresar los resultados en NMP/100mL; para el recuento de las Bacterias heterótrofas se realizó como lo indica la metodología del APHA. (2)

Para el conteo de coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli* y *Enterococos faecalis* las muestras fueron rotuladas de la siguiente manera: TB, TC, PB, PC, PP, MB y MC, fue necesario utilizar la fórmula de media y el FD, porque en cada sitio se recolectaron dos muestras por duplicado y así poder comparar los resultados obtenidos con la normativa peruana Decreto Supremo 007-83-SA 1983(23), y los datos obtenidos fueron anotados en hoja recolectora de resultados (ver Anexo N° 2)

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \times FD \quad (12)$$

Donde:

$X_i$ : NMP (numero más probable) para las dos muestras

$n$ : Total por sitio

FD: Factor de dilución

Ejemplo:

Coliformes totales (3° muestreo, Mes Octubre)

### Factor de Dilución

10 mL de mx ----- 100 mL

FD = volumen llevado / alícuota tomada

FD = 10

**Cuadro N° 3:** Resultados de tubos obtenidos dentro del laboratorio de microbiología. (Mx1: primera muestra por sitio, Mx2: segunda muestra por sitio)

Tubos positivos obtenidos en los análisis microbiológicos dentro del laboratorio (Mes Octubre, 3er. muestreo)						
Sitios de muestreo	Parámetros microbiológicos					
	Coliformes totales		Coliformes fecales		<i>Escherichia coli</i>	
	Mx1	Mx2	Mx1	Mx2	Mx1	Mx2
Taquillo bocana	0/5	1/5	1/5	0/5	1/5	0/5
Taquillo centro	2/5	3/5	2/5	2/5	0/5	1/5
Perla bocana	5/5	4/5	5/5	4/5	4/5	4/5
Perla Centro	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5
Perol	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5
Mizata bocana	2/5	2/5	1/5	1/5	0/5	0/5
Mizata centro	4/5	2/5	4/5	2/5	1/5	0/5

**Cuadro N° 4:** Comparación de los tubos positivos para obtener el NMP por cada sitio.

**Tubos positivos comparados con la tabla del índice de NMP al 95% del límite de confianza para obtener el NMP**

0/5 (Mx1)	< 1.1
1/5 (Mx2)	1.1

Nota: Para tabular los datos según la tabla del índice de NMP (ver Anexo N°17), los resultados que dieron <1.1 se utilizó el valor de cero, para graficar los valores de cada parámetro microbiológico para las cuatro playas en estudio.

Aplicando la fórmula:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \times FD$$

$$x_1 = 0 \quad x_2 = 1.1 \quad n = 2$$

$$\bar{x} = \frac{1.1 + 0}{2} \times FD$$

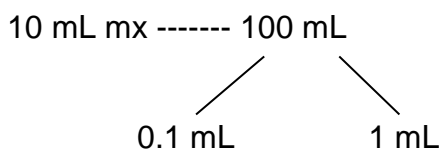
$$\bar{x} = 5.5 \cong 6 \text{ NMP}/100\text{mL}$$

Para calcular el recuento heterótrofo en placa, se multiplica el número de colonias por placa por la dilución utilizada (si se han hecho placas duplicadas de la misma dilución) y las unidades a reportar son UFC/mL; si ninguna de las placas presenta colonias se reporta la dilución más baja. Por ejemplo si no se desarrollan colonias en la dilución 1:100 se reporta un valor a < 100 UFC/mL.

Cuando se hace un recuento de colonias en placas duplicadas o en diluciones consecutivas y se obtiene una media de los resultados antes de reportar.

Para el conteo de bacterias heterótrofas se utilizó la siguiente fórmula y así poder comparar los resultados con la normativa uruguaya UNIT 833:2008. (24)

- FACTOR DE DILUCION



FD= volumen llevado / alícuota tomada

$$FD = 100 / 10 * 1 = 10$$

$$FD = 100 / 10 * 0.1 = 100$$

$$\frac{UFC}{mL} = \left( \frac{P_1 + P_2}{2} \right) * FD \quad (2)$$

Donde:

Factor de dilución = volumen llevado / alícuota tomada

P<sub>1</sub> = cantidad de colonias por placa

P<sub>2</sub> = cantidad de colonias por placa

Ejemplo:

Bacterias heterótrofas (3 ° muestreo; Taquillo bocana, Mes Octubre)

Para la dilución  $10^{-1}$

$$P_1 = 3$$

$$P_2 = 2$$

$$\frac{UFC}{mL} = \left( \frac{P_1 + P_2}{2} \right) * FD$$

$$\frac{UFC}{mL} = \left( \frac{3 + 2}{2} \right) * 10$$

$$\frac{UFC}{mL} = 25$$

Para la dilución  $10^{-2}$

$$P_1 = 0$$

$$P_2 = 1$$

$$\frac{UFC}{mL} = \left( \frac{P_1 + P_2}{2} \right) * FD \quad (2)$$

$$\frac{UFC}{mL} = \left( \frac{0 + 1}{2} \right) * 100$$

$$\frac{UFC}{mL} = 50$$

Para obtener los resultados por duplicado se aplica la siguiente fórmula:

$$\frac{UFC}{mL} = \frac{P_1 + P_2}{2} \quad (2)$$

$$\frac{UFC}{mL} = \frac{25 + 50}{2}$$

$$\frac{UFC}{mL} = 37.5 \approx 38 \text{ UFC/mL}$$

**Cuadro N° 5: Resultados microbiológicos obtenidos en los tres muestreos realizados en los 7 sitios de muestreo**

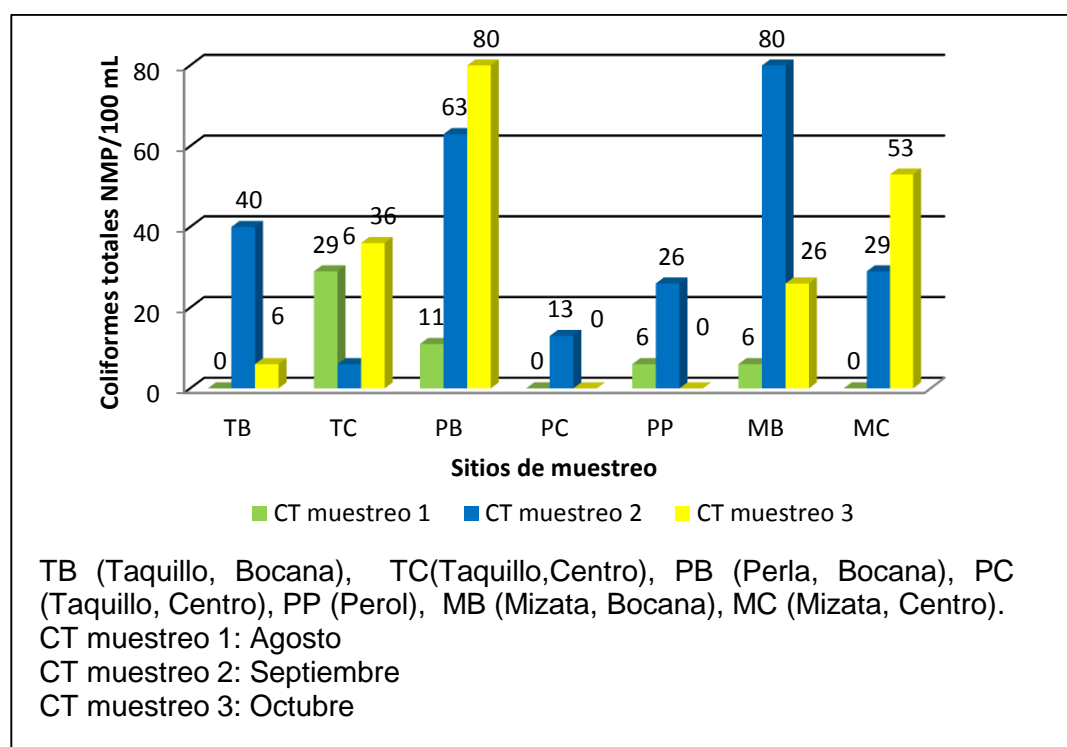
PUNTOS DE MUESTREO	COLIFORMES TOTALES			COLIFORMES FECALES			<i>Escherichia coli</i>			BACTERIAS HETEROTROFAS			<i>Enterococos faecalis</i>		
	1° muestreo NMP/100 mL	2° muestreo NMP/100 mL	3° muestreo NMP/100 mL	1° muestreo NMP/100 mL	2° muestreo NMP/100 mL	3° muestreo NMP/100 mL	1° muestreo NMP/100 ml	2° muestreo NMP/100 ml	3° muestreo NMP/100 ml	1° muestreo UFC/ ml	2° muestreo UFC/ml	3° muestreo UFC/ ml	1° muestreo NMP/100 ml	2° muestreo NMP/100 ml	3° muestreo NMP/100 ml
TAQUILLO, BOCANA	< 1.1	40	6	< 1.1	< 1.1	6	< 1.1	< 1.1	6	103	1513	38	< 1.1	< 1.1	< 1.1
TAQUILLO, CENTRO	29	6	36	29	< 1.1	26	6	< 1.1	6	425	243	243	< 1.1	< 1.1	< 1.1
PERLA, BOCANA	11	63	80	11	13	80	6	19	80	173	3683	103	< 1.1	< 1.1	< 1.1
PERLA, CENTRO	< 1.1	13	< 1.1	< 1.1	< 1.1	< 1.1	< 1.1	< 1.1	< 1.1	<10	2953	90	< 1.1	< 1.1	< 1.1
PEROL	6	26	< 1.1	6	< 1.1	< 1.1	6	6	< 1.1	503	1260	55	< 1.1	< 1.1	< 1.1
MIZATA, BOCANA	6	80	26	6	6	11	< 1.1	46	< 1.1	233	953	172	< 1.1	< 1.1	< 1.1
MIZATA, CENTRO	< 1.1	29	53	< 1.1	6	53	< 1.1	< 1.1	6	885	798	80	< 1.1	< 1.1	< 1.1

Normativa Peruana Decreto supremo 007-83-SA 1983	5,000 NMP/100 mL	1,000 NMP/100 mL	100 NMP/100 mL	-----	35 NMP/100 mL
Normativa Uruguay UNIT 833:2008	-----	-----	-----	500 UFC/mL	-----

Muestreo #1: 19/08/2012  
Muestreo #2: 16/09/2012  
Muestreo #3: 21/10/2012

## 5.1 ANALISIS DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DE LOS 7 SITIOS DE MUESTREO EN 3 MESES CONSECUTIVOS.

### 5.1.1 RECUENTO DE COLIFORMES TOTALES EN LOS 7 SITIOS DE MUESTREO.



Límites permisibles de calidad de agua para uso recreativo	
Coliformes Totales	5,000 NMP/100 MI

Figura N°6. Gráfico de resultado de Coliformes totales de los 7 sitios de muestreo realizados en los meses de agosto, septiembre y octubre de 2012, comparados con la Normativa Peruana Decreto Supremo 007-83-SA 1983. (23)

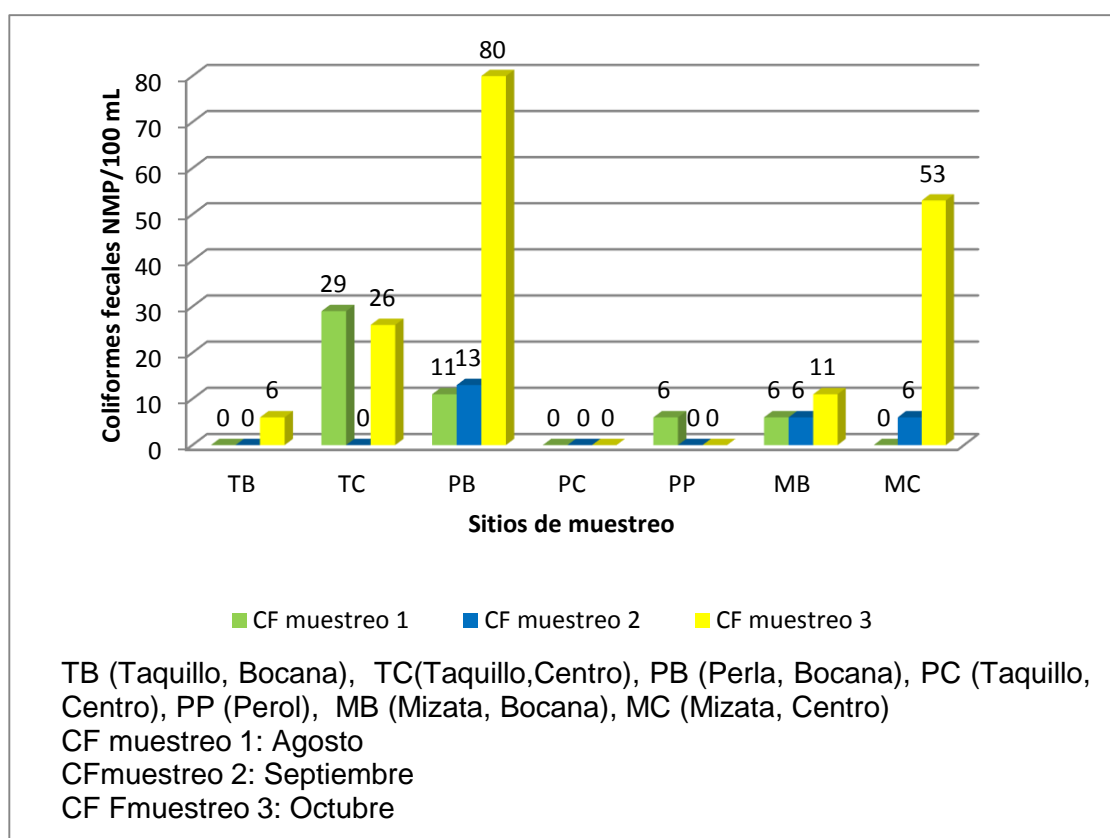
Los valores de los coliformes totales registrados en los 7 sitios no sobrepasan los límites máximos permitidos por la normativa Peruana (5,000 NMP/100 ml). (23)

Las muestras recolectadas en el primer y segundo muestreo fueron en época lluviosa y el tercer muestreo en época de transición, en la figura N° 6, en los sitios Taquillo bocana, Perla bocana, Perol, Mizata bocana y Mizata centro, los valores son más altos pero no sobrepasan los límites de Normativa Peruana Decreto Supremo 1983 007-83-SA (23) debido a las lluvias hay mayor arrastre ya sea de materia fecal y contaminación antropogénica (descargas de aguas negras de los hogares y centros de comida aledaños, descargas directas materia fecal de los humanos). Los valores registrados en los muestreos analizados en el mes de agosto son los más bajos debido a que se produjo un cese o canícula y las lluvias disminuyeron.

En el mes de octubre época de transición (hay mayor afluencia de turistas), podemos observar que los sitios Taquillo centro, Perla bocana y Mizata centro, los valores son más altos pero no sobrepasan los límites de Normativa Peruana Decreto Supremo 007-83-SA 1983 (23), en Perla bocana el valor es alto se debido a que hay arrastre de materia fecal, para Taquillo y Mizata centro hay contaminación fecal, en menor concentración debido al efecto de dilución del agua dulce y la alta concentración de sal que elimina parte de la carga microbiana.

Luego del análisis realizado en las playas Taquillo, Perla, Perol y Mizata no sobrepasaron los límites máximos permisibles por lo que cumplen con la normativa peruana Decreto supremo 007-83-SA 1983 y sus aguas son aptas para uso recreativo. (23)

### 5.1.2 RECUENTO DE COLIFORMES FECALES EN LOS 7 SITIOS DE MUESTRO



Límites permisibles de calidad de agua para uso recreativo	
Coliformes fecales	1,000 NMP/100 MI

Figura N° 7. Gráfico de resultados de coliformes fecales de los 7 sitios de muestro realizados en los meses de agosto, septiembre y

octubre de 2012, comparados con la Normativa Peruana Decreto supremo 007-83-SA 1983. (23)

Los valores de las coliformes fecales registrados en los 7 sitios no sobrepasan los límites máximos establecidos por la normativa peruana Decreto supremo 007-83-SA 1983 (1,000 NMP/100 mL). (23)

Los valores registrados en los muestreos realizados en el mes de agosto; son los más bajos debido a que se produjo un cese o canícula y las lluvias disminuyeron.

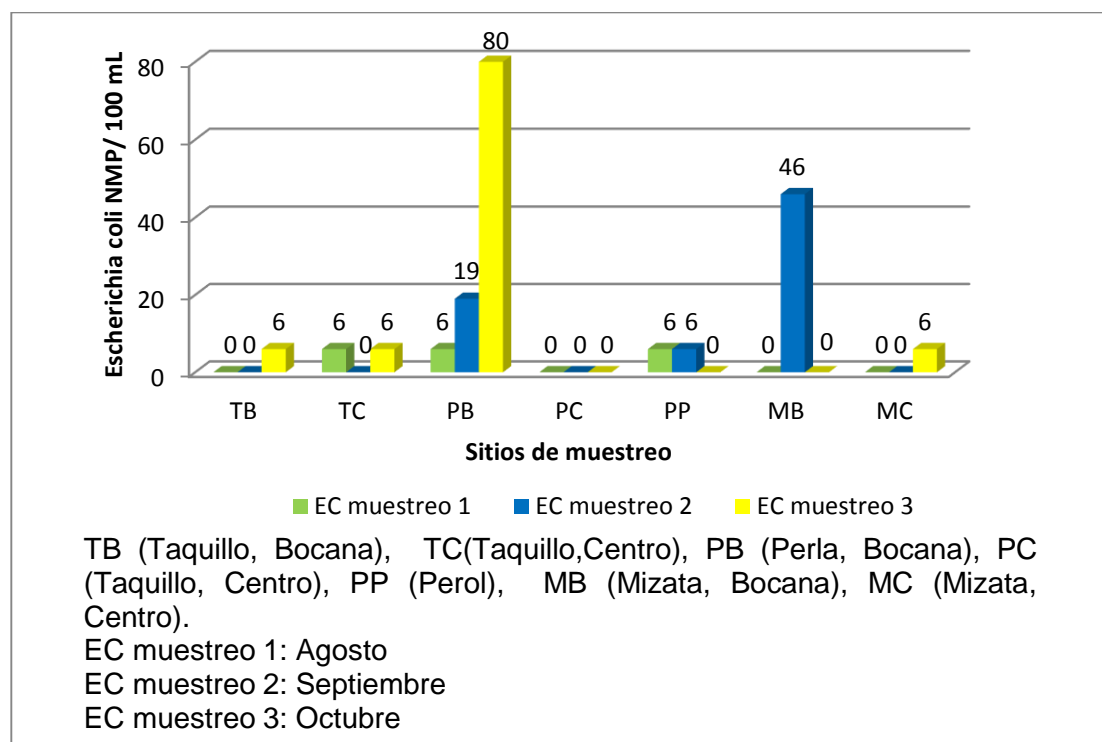
Sin embargo en Perla bocana los valores más altos se registraron en el mes de octubre (época de transición), debido a que hay mayor arrastre de materia fecal en las aguas que llegan al mar y otro factor que influye en la contaminación es la densidad poblacional (12,320 habitantes) (2) de dicha playa, pero no sobrepasaron los límites establecidos por la normativa Peruana Decreto supremo 007-83-SA 1983. (23)

En Mizata centro los valores más altos se registraron en el mes de octubre (época de transición), debido a que hay una contaminación antropogénica (descargas de aguas negras de los hogares y centros de comida aledaños, descargas directas materia fecal de los humanos) en dicho sitio.

Luego del análisis realizado en las playas Taquillo, Perla, Perol y Mizata no sobrepasaron los límites máximos permisibles por lo que cumplen con la

normativa peruana Decreto supremo 007-83-SA 1983 (23) y sus aguas son aptas para uso recreativo.

### 5.1.3 RECUENTO DE *Escherichia coli* EN LOS 7 SITIOS DE MUESTREO.



Límites permisibles de calidad de agua para uso recreativo	
<i>Escherichia coli</i>	100 NMP/100 mL

Figura N° 8. Gráfico de resultado de *Escherichia coli* de los 7 sitios de muestreo realizados en los meses de agosto, septiembre y octubre de 2012, comparados con la Normativa Peruana Decreto supremo 007-83-SA 1983. (23)

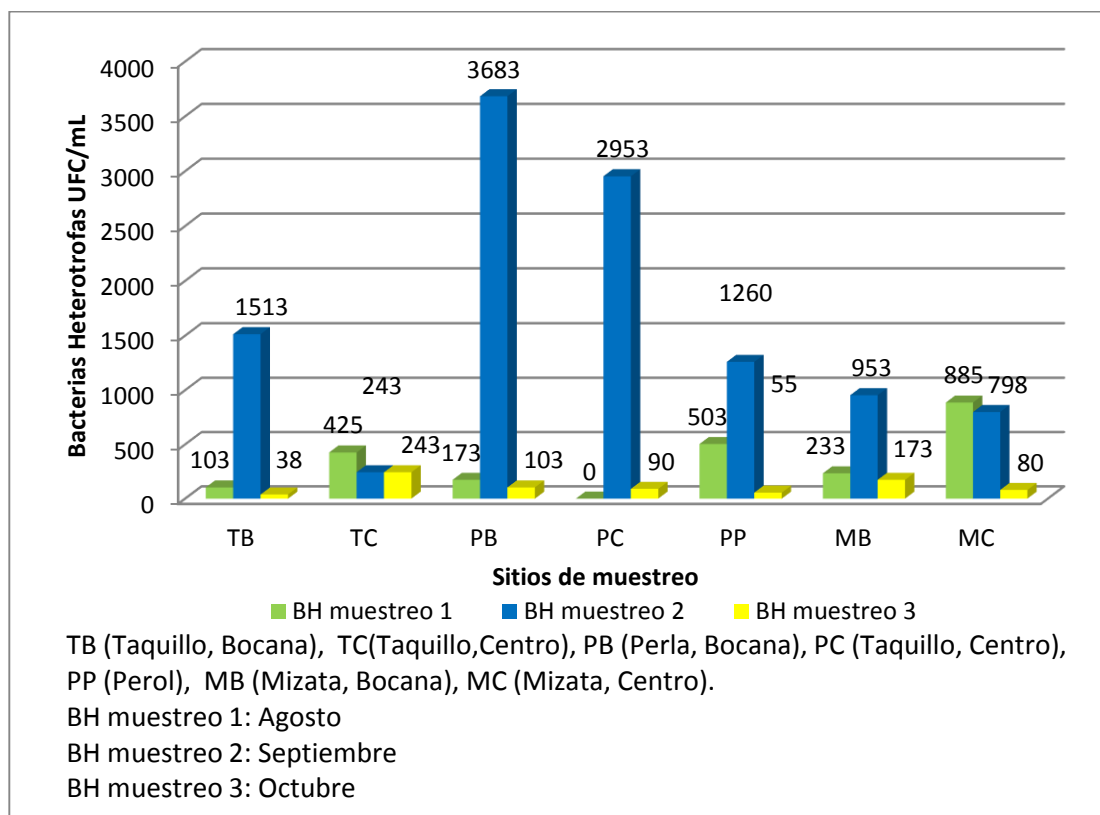
Los valores obtenidos de *Escherichia coli*, durante los tres meses en estudio; en los 7 sitios no sobrepasaron los límites máximos establecidos por la normativa peruana Decreto supremo 007-83-SA 1983 (100 NMP/100 ml). (23)

En la figura N°8 se puede observar que en el mes de septiembre el sitio que presento un valor más alto es: Mizata bocana en el mes de septiembre, debido a que hay mayor arrastre de materia fecal y contaminación antropogénica (descargas de aguas negras de los hogares y centros de comida aledaños, descargas directas materia fecal de los humanos).

En el sitio de Perla bocana, es el que presento el valor más alto en los meses septiembre (época lluviosa) y octubre (época de transición) debido a que hay mayor arrastre de materia fecal en las aguas y a la cantidad de población que viven en dicha playa (12,320 habitantes). (4)

Luego del análisis realizado en las playas Taquillo, Perla, Perol y Mizata no sobrepasaron los límites máximos permisibles por lo que cumplen con la normativa peruana Decreto supremo 007-83-SA 1983 y sus aguas son aptas para uso recreativo. (23)

### 5.1.4 RECUENTO DE BACTERIAS HETEROTROFAS EN LOS 7 SITIOS DE MUESTREO.



<b>Límites permisibles de calidad de agua para uso recreativo</b>	
Bacterias Heterótrofas	500 UFC/MI

Figura N° 9: Gráfico de recuento de bacterias heterótrofas de los 7 sitios de muestreo realizados en los meses de agosto, septiembre y octubre de 2012. (24)

Los valores de las Bacterias heterótrofas registrados en los 7 sitios 4 sobrepasan los límites máximos permitidos por la normativa Uruguaya UNIT833:2008 (24) (500 UFC/ mL).

En los meses de agosto y septiembre, los sitios que presentaron valores más altos son: Taquillo bocana y centro, Perla bocana y centro, Perol, Mizata bocana y centro; debido a la existencia de materia orgánica proveniente de la desembocaduras de los ríos y orillas de la playa contribuyendo a la contaminación del agua de mar.

Luego del análisis realizado en las playas Taquillo, Perla, Perol y Mizata sobrepasaron los límites máximos permisibles por lo que no cumplen con la normativa Uruguay UNIT 833:2008. (24)

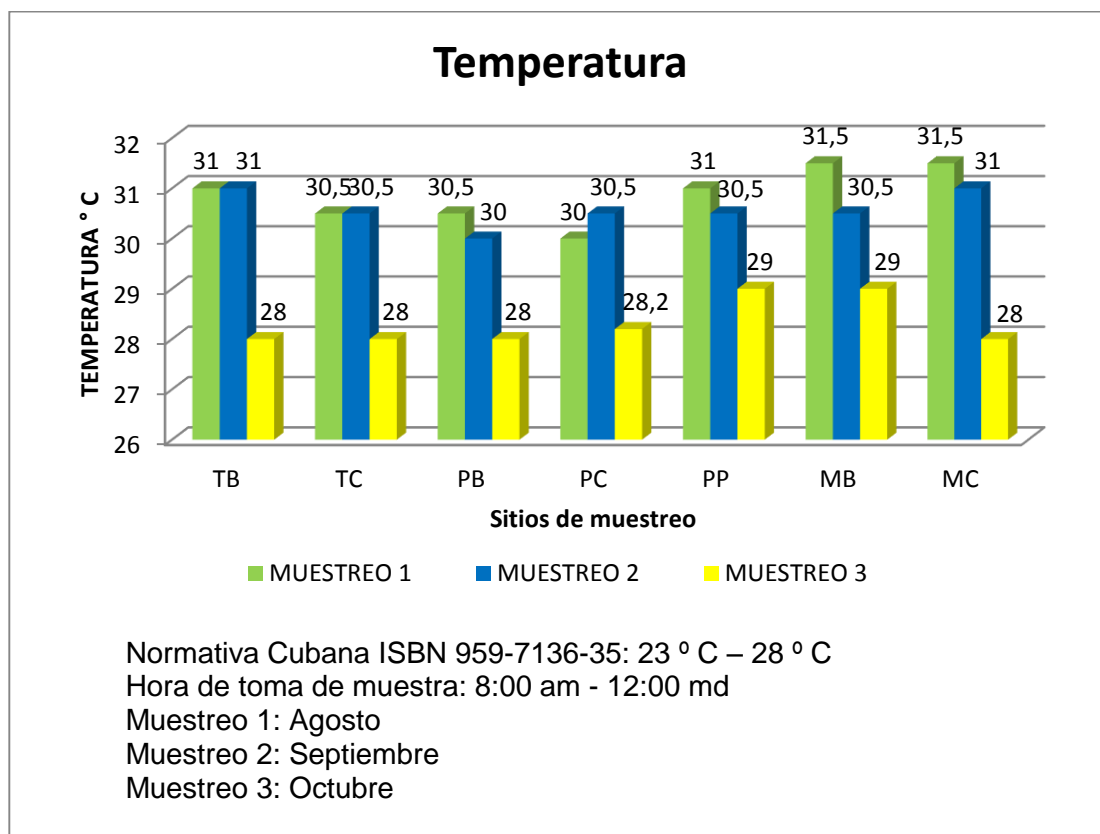
**Cuadro N° 6: Resultados físicos y químicos obtenidos en los tres muestreos realizados en los 7 sitios de muestreo.**

PUNTOS DE MUESTREO	TEMPERATURA			pH			SALINIDAD			TURBIDEZ		
	1° muestreo °C	2° muestreo °C	3° muestreo °C	1° muestreo	2° muestreo	3° muestreo	1° muestreo %	2° muestreo %	3° muestreo %	1° muestreo m	2° muestreo m	3° muestreo m
TAQUILLO, BOCANA	31	31	28	8.3	6.52	8	32.2	28.8	28.5	3	3	3.2
TAQUILLO, CENTRO	30.5	30.5	28	7.9	6.49	8	31.6	29.2	26.9	3	3	4.6
PERLA, BOCANA	30.5	30	28	7.6	6.52	7.8	31.3	28.1	29.6	1.3	1.3	1.25
PERLA, CENTRO	30	30.5	28.2	7.6	6.58	8	0	30.2	31.4	1.3	1.3	3.4
PEROL	31	30.5	29	7.9	6.45	8.2	31.9	29.5	31	1.9	1.9	3.3
MIZATA, BOCANA	31.5	30.5	29	7.9	6.64	8	31.3	29.3	30.9	3.3	3.3	4.5
MIZATA, CENTRO	31.5	31	28	7.9	6.58	8.1	28.6	29.4	30.2	3.3	3.3	4.8

Normativa Cubana ISBN 959-7136-37	23 °C – 28 °C	7.2 – 8.3	24 % - 36 %	-----
--------------------------------------	---------------	-----------	-------------	-------

Muestreo #1: 19/08/2012  
Muestreo #2: 16/09/2012  
Muestreo #3: 21/10/2012

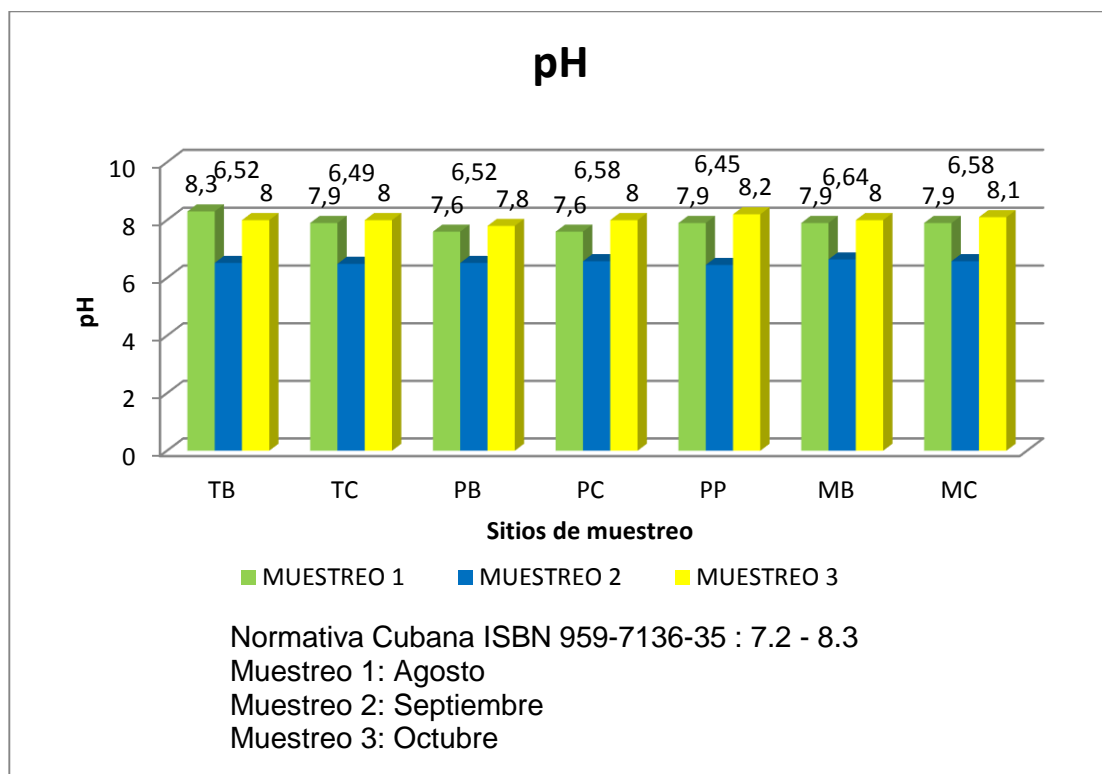
## 5.2 ANALISIS DE LOS PARÁMETROS FISICOS Y QUIMICOS DE LOS 7 SITIOS DE MUESTREO EN 3 MESES CONSECUTIVOS.



**Figura N° 10: Gráfico de resultados de la temperatura en los 7 sitios de muestreo.**

La temperatura se registró en los 7 sitios de muestreo, con la finalidad de conocer las condiciones para el crecimiento de los microorganismos en estudio ya que estos son mesófilos y crecen a una temperatura entre 25°C a 40°C. Se observa en la figura N° 10, durante los tres meses de muestreos la temperatura fluctuó entre 28 °C – 31.5 °C sobrepasando los límites de la normativa cubana ISBN 959-7136-35(25), teniendo un aumento en los meses de agosto y septiembre (época lluviosa) y octubre (época de transición) en

las playas: Perla centro, Perol y Mizata bocana; debido a la radiación solar y los vientos que influyen en la mezcla de las aguas, alterando así las temperaturas de estas 4 playas en estudio.



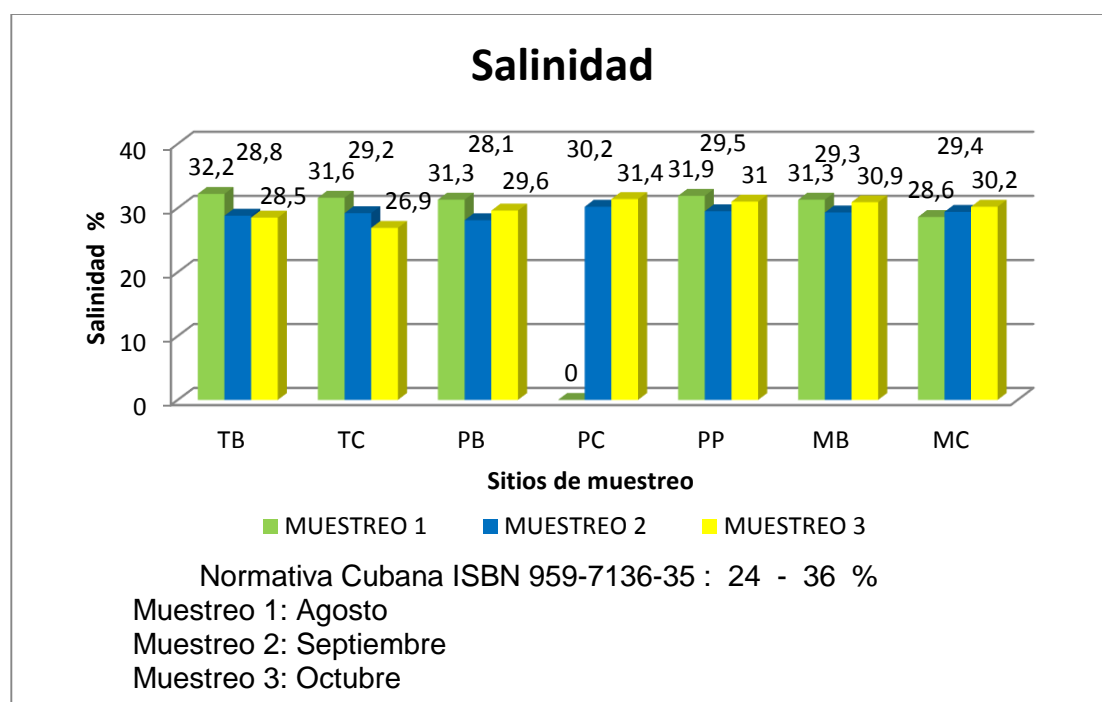
**Figura N° 11: Gráfico de resultados del pH en los 7 sitios de muestreo.**

El pH se registró durante la toma de muestras, con la finalidad de conocer las principales condiciones para el crecimiento microbiano que debe estar entre un pH de 6.0 y 8.0; como se observa en la figura N° 11. Los valores obtenidos en el mes de septiembre no cumplen con la normativa Cubana ISBN 959-7136-35. (25), lo que afecto a que el pH bajara es que el muestreo

realizado fue en época lluviosa; ya que el valor de pH del agua lluviosa es de 5.0 a 5.5. (32)

Existe una relación entre el pH y temperatura, ya que si la temperatura aumenta el pH va disminuir y viceversa. (28)

Haciendo una relación de temperatura y pH en el mes de octubre se observa en la fig. N° 10, la temperatura disminuye y la fig. N° 11 el pH aumenta debido a la descarga de aguas dulces por las desembocaduras de los ríos.



**Figura N° 12: Grafico de resultados de salinidad en los 7 sitios de muestreo.**

La medición de salinidad se realizó con la finalidad de conocer las principales condiciones ambientales y crecimiento microbiano, los microorganismos en

estudio crecen en presencia de sal. Los valores obtenidos se presentan en la figura N°12, donde se puede observar que en los 7 sitios de muestreo durante los tres meses realizados, los valores de salinidad fueron comparados con normativa Cubana ISBN 959-7136-35 (25) (24 % - 36 %), lo cual nos indica que están dentro de los rangos aceptables por la normativa, lo que ayuda a mantener la salinidad de estas aguas son: las lluvias ya que aportan agua dulce que llega a través de las desembocaduras de los ríos no disminuye la salinidad por efecto de dilución y así mantiene la concentración de salinidad necesaria.

**Figura N° 13: Grafico de resultados de turbidez en los 7 sitios de muestreo.**

Como se puede observar en la figura N° 13, en la playa Perla y Perol los resultados durante los meses de agosto y septiembre reflejan que la turbidez en los meses de agosto y septiembre fue baja debido a la presencia de partículas en suspensión, las aguas pierden su transparencia debido arrastra lodo y desechos orgánicos e inorgánicos: en Taquillo centro, Perla centro, Perol, Mizata bocana y centro dio alta la turbidez indicando la transparencia que presentan estas aguas en estos sitios.

### 5.3 CALCULO DE INDICE DE CALIDAD DEL AGUA.

Con los resultados obtenidos en el monitoreo de calidad de aguas en las playas Taquillo (bocana y centro), Perla (bocana y centro), Perol, Mizata (bocana y centro) durante 3 meses determinaremos el índice de calidad de agua (ICA). (34)

Para la determinación del ICA utilizamos los siguientes parámetros:

- Coliformes totales
- Coliformes fecales
- *Escherichia coli*
- *Enterococos faecalis*
- Bacterias heterótrofas
- Temperatura
- Salinidad
- pH

Para calcular el índice de calidad de agua se utiliza la siguiente fórmula:

$$ICA = 100 - \frac{\sqrt{(F1)^2 + (F2)^2 + (F3)^2}}{1.732} \quad (34)$$

## Ejemplo del cálculo del ICA para Taquillo Bocana

Parámetros Mes	CT	CF	E. coli	ET	BH	T°	pH	Salinidad
Agosto	0	0	0	0	103	31	8.3	32.2
Sept.	40	0	0	0	1513	31	6.52	28.8
Octubre	6	6	6	0	38	20	8	28.5
Normativa	5,000	1,000	100	35	500	23-28	7.2-8.3	24-36
	Normativa Peruana Decreto Supremo 007-83-SA 1983				Normativa Uruguay UNIT833:2008	Normativa Cubana ISBN 959-7136-37		

Los valores sombreados en azul nos indicarán los valores que sobrepasaron los límites por las normativas.

**Paso 1. Determinar los valores que sobrepasan los límites permisibles para cada uno de los parámetros.** (34)

BH: Sobrepasan los límites un valor

T°: Sobrepasan los límites dos valores

pH: Sobrepasan los límites un valor

En total son tres los parámetros que han sobrepasado los límites establecidos por la normativa; el número de parámetros fallidos para Taquillo bocana son tres (BH, T°, pH).

**Paso 2. Calcular el F1** (34)

$$F1 = ( \# \text{ de parámetros fallidos} / \# \text{ total de parámetros} ) * 100$$

$$F1 = (3/8) * 100$$

$$F1 = 37.5 \%$$

### Paso 3. Cálculo de F2 <sup>(34)</sup>

F2= Total de valores fallidos o que sobrepasan la norma / # total de valores obtenidos

$$F2 = (4/42) * 100$$

$$F2 = 9.52 \%$$

### Paso 4. Cálculo de F3 <sup>(34)</sup>

$$F3 = \frac{(\text{Valor fuera de norma 1} / \text{Limite permisible} - 1) \dots + (\text{Valor fuera de norma 4} / \text{Limite permisible} - 1)}{\text{Total de valores obtenidos}}$$

$$F3 = ((1513/500-1) + (31/28-1) + (31/28-1) + ((6.52/7.2-1)/42) * 100$$

$$F3 = 5.11 \%$$

### Paso 5. Cálculo de INDICE DE CALIDAD DEL AGUA (ICA) <sup>(34)</sup>

$$ICA = 100 - \frac{\sqrt{(F1)^2 + (F2)^2 + (F3)^2}}{1.732}$$

$$ICA = 100 - \frac{\sqrt{(37.5)^2 + (9.52)^2 + (5.11)^2}}{1.732}$$

$$ICA = 77.47 \%$$

**CLASIFICACION DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS DE LAS PLAYAS  
SEGÚN INDICE DE CALIDAD DEL AGUA (ICA)**

LUGAR DE MUESTREO	VALOR OBTENIDO MUESTRO	VALORES DE ICA <sup>(11)</sup>	COLOR SEGÚN ICA	ESPECIFICACION
Taquillo, Bocana	77.47 %	71 - 90 %		Buena
Taquillo, Centro	73.98 %	71 - 90 %		Buena
Perla, Bocana	76.56 %	71 - 90 %		Buena
Perla, Centro	76.63 %	71 - 90 %		Buena
Perol	77.17 %	71 - 90 %		Buena
Mizata, Bocana	77.19 %	71 - 90 %		Buena
Mizata, Centro	77.24 %	71 - 90 %		Buena

En conclusión:

Según el índice de calidad del agua estas playas en estudio, nos indican que son aptas para uso recreativo y no presentan ningún riesgo de salud para los turistas y hogares aledaños de dichas playas.

**Cuadro Nº 1: CLASIFICACION DEL “ICA” PROPUESTO POR BROWN  
CALIDAD DE AGUA COLOR <sup>(35)</sup>**

CALIDAD DE AGUA	COLOR	VALOR
Excelente		91 a 100
Buena		71 a 90
Regular		51 a 70
Mala		26 a 50
Pésima		0 a 25

## **VI. CONCLUSIONES**

## 6.0 CONCLUSIONES

1. Para las playa Taquillo, Perla, Perol y Mizata: se midieron 4 parámetros físico y químico donde la temperatura y pH no cumplen con la normativa, solo la salinidad están dentro de los rangos establecidos por la normativa Cubana ISBN 959-7136-35.
2. Las playas Taquillo, Perla, Perol y Mizata se realizo la cuantificación de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* donde los resultados obtenidos en los tres meses de investigación cumplieron con la Normativa Peruana Decreto Supremo 007-83-SA 1983, lo que nos indican que las aguas marinas no presentan riesgo para la salud de los turistas y hogares aledaños, siendo aptas para uso recreativo.
3. Los resultados obtenidos en el recuento de las bacterias heterótrofas durante los meses de agosto y septiembre (época lluvios) no cumplieron con la normativa, por que sobrepasaron los límites máximos permitidos por la normativa Uruguaya UNIT833:2008.
4. Con el índice de calidad de agua para las cuatro playas en estudio, los resultados obtenidos nos dieron en categoria buena (color verde), indicandonos que las playas son aptas para uso recreativo y no presentan ningun riesgo de salud para los turistas y hogares aledaños.

## **VII. RECOMENDACIONES**

## 7.0 RECOMENDACIONES

1. A los lugareños de las playas se les debe indicar no vertir aguas contaminadas directamente a los ríos o mares, como por ejemplo las aguas que han sido utilizadas en casas, escuelas, industrias sin ser tratadas.
2. A las alcaldías, restaurantes y lugareños clasificar la basura colocando basureros debidamente identificados para desechos orgánicos, papeles, plástico, vidrio, colocar rótulos con el mensaje de: “No arrojar basura directamente a ríos o playas”, y colocar baños públicos que sean visibles para los turistas.
3. Informar a las entidades correspondientes que realicen un plan de manejo para evitar la contaminación de las aguas involucrando a la alcaldía, ministerio de medio ambiente; y que ellos se encarguen de publicar los resultados de la calidad de las aguas marinas.
4. A las entidades correspondientes realicen un monitoreo de las aguas de estas playas en estudio; si es posible en cada época del año: secas, veraniegas, y lluviosa; para poder identificar los posibles contaminantes de estas aguas, ya que están pueden ser perjudiciales para la salud humana.

5. El Ministerio de Salud realice inspecciones sanitarias en los lugares de comida y hogares aledaños para saber cuáles son las medidas que ellos toman para descartar las aguas negras y aguas residuales.

## **BIBLIOGRAFIA**

## BIBLIOGRAFIA

1. Atlas M y Batha R. Ecología microbiana y microbiología ambiental. Pearson Educación. S.A. Madrid, España.
2. APHA (American Public Health Association). Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. 16ª ed. Madrid, España. p. 6-69, 9-59, 9-69, 9-88, 9-127.
3. Cifuentes J., Torres P. y Frías M., ONU, 1986. La contaminación del mar. [acceso 26 de abril de 2012]. Disponible en: <http://www.bibliotecadigital.ilce.edu.mx>.
4. DIGESTIC. Dirección General de Estadísticas y Censos. 2007. VI Censo de población y V de vivienda 2007. Ministerio de Economía, Gobierno de El Salvador.[acceso 17 de abril de 2012]
5. Frobisher M, Hinsdill R, Crabtree K y Goodheart C. Los cocos: Streptococáceas. Salvat Editores, S.A. Microbiología. 5ª ed. Barcelona: España; 1978. p. 569,571.
6. Gallardo, C. 2009. Determinación de la calidad del agua que abastece a cuatro comunidades del cantón El Almendro del municipio de Jucuaran, Usulután. Tesis para optar al grado de Máster en Ciencias en Agricultura Sostenible. Universidad de El Salvador. 118 pp.

7. García V, Acuña J, Vargas J y García J. Calidad bacteriológica y desechos sólidos en 5 ambientes costero de Costa Rica. Revista Biológica Tropical. [revista en Internet]; 2006. 54(1). [acceso 15 de mayo de 2012]. Disponible en: <http://www.ots.ac.cr>.
8. González Ma. Isabel, Torres T., Chiroles S. Calidad microbiológica de aguas costeras en climas tropicales. Cuba: Medio Ambiente y Desarrollo. [revista en internet] 2003 [acceso 24 de abril de 2012]; (4). Disponible en: [http://www.medioambiente.cu/revistama/4\\_03.asp](http://www.medioambiente.cu/revistama/4_03.asp).
9. González M, Rojas T, Rrubalcaba S, Aguila M. y Martinez I. Evolución de indicadores microbiológicos de contaminación fecal en aguas de uso recreativos. Medio Ambiente y Desarrollo. [revista en internet] 2003. [acceso 15 de abril de 2012]; (4). Disponible en: <http://ww.ama.redciencia.cu>.
10. (IGN) Instituto Geográfico Nacional Pablo Arnoldo Guzmán. 1986. Diccionario Geográfico de El Salvador. Tomo II. San Salvador. p. 184.
11. Jawetz. 1996. Microbiología Médica 15ª edición. México D.F. Editorial El Manual Moderno, S.A. de C.V. pág. 250-251.
12. Mata H.M. y Castaneda M.I. Estadística General. Volumen I Edición 1981, San Salvador, El Salvador. pág. 50 y 51.

13. Mata H.M. y Castaneda M.I. Estadística General. Volumen II Edición 1981, San Salvador, El Salvador. pág. 33.
14. Miravet M. Abundancia, actividad y diversidad de las bacterias heterótrofas en el Golfo de Batabano y su uso como indicadores ambientales. Ministerio de Ciencias, Tecnología y Medio Ambiente. Ciudad Habana. [Tesis]. 2003. [acceso 15 mayo de 2012] Disponible : [http://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/3403/Tesis%20Doctorado\\_Margarita%20Lugioyo\\_ISBN.pdf?sequence=1](http://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/3403/Tesis%20Doctorado_Margarita%20Lugioyo_ISBN.pdf?sequence=1)
15. OMS (Organización Mundial de la Salud), 2004. Contaminación Hídrica. [acceso 03 de mayo de 2012]. Disponible en: <http://www.es.wikipedia.org>
16. Palmer S. Análisis Histórico de la calidad de las aguas costeras de la isla de San Andrés. Universidad Nacional de Colombia. [acceso 15 de mayo de 2012]; 2007. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co>.
17. Prescott L, Harley J y Klein D. Microorganismos en ambiente acuáticos. McGraw Hill, Interamericana. Microbiología. 5ª ed. Madrid; 2004. p. 704.
18. Ryan k, Ray G. Estreptococos y enterococos. McGraw Hill, Interamericana. Microbiología Médica. 4a ed. Mexico; 2004. p. 321.

19. Secretaria de la Salud. Marzo 2004. Lineamientos para determinar la calidad de agua de mar para uso recreativo con contacto primario. México. [acceso 24 de abril de 2012]. Disponible en: <http://www.sld.cu>.
20. Seoáñez Calvo M., 2000. Manual de contaminación marina y restauración del litoral. Edición MundiPrensa. Madrid. Pág. 145, 217.
21. Sosa P. características fisicoquímicas. Ayuntamiento de las Palmas de Gran Canaria. Universidad de las Palmas. [acceso 29 de abril de 2012],2006. Disponible en: <http://www.uduambiental.org>.
22. Suárez Pita M. Tendencia actual del estreptococo como indicador de contaminación. Revista Cubana de Higiene, Epidemiología y Microbiología [revista en Internet] 2002. [acceso 05 de mayo de 2012]; 40(1). Disponible en: [http://www.bvs.sld.sld.cu/revista/hie/vol40\\_1\\_02/hie07102.htm](http://www.bvs.sld.sld.cu/revista/hie/vol40_1_02/hie07102.htm)
23. Vergaray G, Méndez C, Morante H, Heredia V y Béjar V. Enterococcus y Escherichia coli como indicadores de contaminación fecal en playas costeras de Lima. Revista del Instituto de Investigaciones. [revista en Internet]; 2007. 10(20). [acceso 29 de abril de 2012]. Disponible en: [http://www.sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/geologia/vol10\\_n20/a11.pdf](http://www.sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/geologia/vol10_n20/a11.pdf)

24. [http://www.ose.com.uy/descargas/clientes/reglamento/unit\\_833\\_2008/.pdf](http://www.ose.com.uy/descargas/clientes/reglamento/unit_833_2008/.pdf) (05 de abril de 2012)
25. <http://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/3100/calida%20fisico.pdf?sequence=4>. El agua de mar es una mezcla compleja. (05 de abril de 2012)
26. [www.bvs.sld.cu/revistas/hie/vol40\\_1\\_02/hie07102.htm](http://www.bvs.sld.cu/revistas/hie/vol40_1_02/hie07102.htm). Determinación de Estreptococos fecales en agua (19 de abril de 2012)
27. [www.infoiarna.org.gt/guateagua/subtemas/3/1\\_El\\_ciclo\\_hidrologico.pdf](http://www.infoiarna.org.gt/guateagua/subtemas/3/1_El_ciclo_hidrologico.pdf)  
Ciclo hidrológico del agua (22 de abril de 2012)
28. [https://biologiamarinaylaquimica.blogspot.com/2016/07/salinidad-del-agua-la-salinidad-se\\_63.html](https://biologiamarinaylaquimica.blogspot.com/2016/07/salinidad-del-agua-la-salinidad-se_63.html), características químicas del agua de mar y del mundo oceánico (29 de abril del 2012)
29. [www.bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/.../sec\\_17.html](http://www.bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/.../sec_17.html)  
propiedades químicas del agua de mar (03 de mayo de 2012).
30. <http://es.slideshare.net/c3r3br0606/e-coli-generalidades-cb>. E. coli (6 de mayo de 2012)
31. [www.lenntech.es/turbidez.htm](http://www.lenntech.es/turbidez.htm), Turbidez - Lenntech (06 de noviembre 2012)

32. [http://epa.gov/acidrain/education/site\\_students\\_spanish/phscale.html](http://epa.gov/acidrain/education/site_students_spanish/phscale.html).  
La escala del pH (15 de enero de 2015)
33. [www.proyectopandora.es/wpcontent/uploads/15101425relacionph.pdf](http://www.proyectopandora.es/wpcontent/uploads/15101425relacionph.pdf).  
Ciencias Marinas. Relación pH-densidad en el agua de mar (28 de enero de 2015)
34. <http://ama.redciencia.cu/articulos/16.01pdf> (03 de marzo de 2015)
35. <http://www.snet.gob.sv/Hidrologia/Documentos/calculoICA.pdf>.  
SNET Cálculo del ICA. (03 de marzo de 2015)
36. [http://www.mardechile.cl/index.php?option=com\\_content&task=view&id=320&Itemid=31](http://www.mardechile.cl/index.php?option=com_content&task=view&id=320&Itemid=31). La salinidad (03 de marzo de 2015)
37. <https://manipulaciondealimentos.files.wordpress.com/2011/09/fisicoquimic.pdf>. fisicoquímica acidez (03 de marzo de 2015)
38. <https://facultad.bayamon.inter.edu/yserrano/crecimiento%20microbiano.htm>.Crecimiento Microbiano (30 de agosto 2016)

## **GLOSARIO**

## GLOSARIO

1. **AGUA RESIDUAL:** define a un tipo de agua que está contaminada con sustancias fecales y orina, procedentes de desechos orgánicos humanos o animales.
2. **AUTODEPURACION:** es el conjunto de mecanismos y procesos que hacen disminuir la carga contaminante aportada por un vertido, se traduce en cambios físico, químico, y biológicos.
3. **CONTAMINACION ANTROPOGÉNICA:** se refiere a los efectos, procesos o materiales que son el resultado de actividades humanas a diferencia de los que tienen causas naturales sin influencia humana.
4. **CONTAMINACION NATURAL:** consiste en la presencia de determinadas sustancias en el agua sin que intervenga la acción humana, estas sustancias pueden tener procedencias muy diversas: partículas sólidas y gases atmosféricos arrastrados por las gotas de lluvia y aguas del deshielo; pólenes, esporas, hojas secas y otros residuos vegetales, y excrementos de peces y aves acuáticas.
5. **RESIDUOS ORGÁNICOS:** son biodegradables (se descomponen naturalmente). Son aquellos que tienen la característica de poder desintegrarse o degradarse rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica.

Ejemplo: los restos de comida, frutas y verduras, sus cáscaras, carne, huevos.

6. **RESIDUOS NO ORGÁNICOS (O INORGÁNICOS):** son los que por sus características químicas sufren una descomposición natural muy lenta. Muchos de ellos son de origen natural pero no son biodegradables, por ejemplo los envases de plástico. Generalmente se reciclan a través de métodos artificiales y mecánicos, como las latas, vidrios, plásticos, gomas.

**ANEXOS**

**ANEXO N° 1**

**HOJA DE CUSTODIA DE TOMA DE MUESTRAS**

HOJA DE CUSTODIA DE TOMA DE MUESTRAS

LUGAR: *Tagullo, Bocara.*

FECHA Y HORA DE LA TOMA DE MUESTRA: *19/08/12*

*11:00am.*

PERSONA QUE RECOLECTO MUESTRA: *Angel*

MUESTRA	TEMPERATURA	pH	TURBIDEZ	SALINIDAD
1	31.0°C	8.3	3.0m	32.2‰

LUGAR: *Tagullo, Centro*

FECHA Y HORA DE LA TOMA DE MUESTRA: *19/08/12*

*11:09am*

PERSONA QUE RECOLECTO MUESTRA: *Angel*

MUESTRA	TEMPERATURA	pH	TURBIDEZ	SALINIDAD
1	30.5°C	7.9	3.0m	31.6‰

LUGAR: *Perla, Bocara*

FECHA Y HORA DE LA TOMA DE MUESTRA: *19/08/12*

*11:15am.*

PERSONA QUE RECOLECTO MUESTRA: *Angel*

MUESTRA	TEMPERATURA	pH	TURBIDEZ	SALINIDAD
1	30.5°C	7.6	1.3m	31.3‰

LUGAR: *Perol*

FECHA Y HORA DE LA TOMA DE MUESTRA: *19/08/12*

*11:50am*

PERSONA QUE RECOLECTO MUESTRA: *Angel*

MUESTRA	TEMPERATURA	pH	TURBIDEZ	SALINIDAD
1	31.0°C	7.9	1.9m	31.9‰

HOJA DE CUSTODIA DE TOMA DE MUESTRAS

LUGAR: Mizate Boca

FECHA Y HORA DE LA TOMA DE MUESTRA: 19/08/12

11:55 am

PERSONA QUE RECOLECTO MUESTRA: Angel

MUESTRA	TEMPERATURA	pH	TURBIDEZ	SALINIDAD
1	31.5 °C	7.9	3.3 m	31.3 ‰

LUGAR: Mizate, Centro

FECHA Y HORA DE LA TOMA DE MUESTRA: 19/08/12

11:57 am

PERSONA QUE RECOLECTO MUESTRA: Angel

MUESTRA	TEMPERATURA	pH	TURBIDEZ	SALINIDAD
1	31.5 °C	7.9	3.3 m	28.6 ‰

HOJA DE CUSTODIA DE TOMA DE MUESTRAS

LUGAR: Taquillo Bocana

FECHA Y HORA DE LA TOMA DE MUESTRA: 14/9/2012 9:25am

PERSONA QUE RECOLECTO MUESTRA: Rosendo Henriquez

MUESTRA	TEMPERATURA	pH	TURBIDEZ	SALINIDAD
1	31°	6.52	3	28.8

LUGAR: Taquillo Bocana

FECHA Y HORA DE LA TOMA DE MUESTRA: 16/9/2012 9:30am

PERSONA QUE RECOLECTO MUESTRA: Rosendo Henriquez

MUESTRA	TEMPERATURA	pH	TURBIDEZ	SALINIDAD
1	31°	6.52	3	28.8

LUGAR: Taquillo Centro

FECHA Y HORA DE LA TOMA DE MUESTRA: 16/9/12 9:53am

PERSONA QUE RECOLECTO MUESTRA: Rosendo Henriquez

MUESTRA	TEMPERATURA	pH	TURBIDEZ	SALINIDAD
1	30.5°	6.49	3	29.2

LUGAR: Taquillo Centro

FECHA Y HORA DE LA TOMA DE MUESTRA: 16/9/12 10:00am

PERSONA QUE RECOLECTO MUESTRA: Rosendo Henriquez

MUESTRA	TEMPERATURA	pH	TURBIDEZ	SALINIDAD
1	30.5°	6.49	3	29.2

HOJA DE CUSTODIA DE TOMA DE MUESTRAS

LUGAR: *Perla Bocana*

FECHA Y HORA DE LA TOMA DE MUESTRA: *16/9/12*

*10:10a*

PERSONA QUE RECOLECTO MUESTRA: *Rosendo Henríquez*

MUESTRA	TEMPERATURA	pH	TURBIDEZ	SALINIDAD
1	30°	6.52	1.3	28.1

LUGAR: *Perla Bocana*

FECHA Y HORA DE LA TOMA DE MUESTRA: *16/9/12*

*10:15a*

PERSONA QUE RECOLECTO MUESTRA: *Rosendo Henríquez*

MUESTRA	TEMPERATURA	pH	TURBIDEZ	SALINIDAD
1	30°	6.52	1.3	28.1

LUGAR: *Perla Centro*

FECHA Y HORA DE LA TOMA DE MUESTRA: *16/9/12*

*10:20a*

PERSONA QUE RECOLECTO MUESTRA: *Rosendo Henríquez*

MUESTRA	TEMPERATURA	pH	TURBIDEZ	SALINIDAD
1	30.5°	6.58	1.3	30.2

LUGAR: *Perla Centro*

FECHA Y HORA DE LA TOMA DE MUESTRA: *16/9/12*

*10:22a*

PERSONA QUE RECOLECTO MUESTRA: *Rosendo Henríquez*

MUESTRA	TEMPERATURA	pH	TURBIDEZ	SALINIDAD
1	30.5°	6.58	1.3	30.2

HOJA DE CUSTODIA DE TOMA DE MUESTRAS

LUGAR: *Perol*

FECHA Y HORA DE LA TOMA DE MUESTRA: *16/9/12 10:30a*

PERSONA QUE RECOLECTO MUESTRA: *Roxendo Henriquez*

MUESTRA	TEMPERATURA	pH	TURBIDEZ	SALINIDAD
1	30.5°	6.45	1.9	29.5

LUGAR: *Perol*

FECHA Y HORA DE LA TOMA DE MUESTRA: *16/9/12 10:33a*

PERSONA QUE RECOLECTO MUESTRA: *Roxendo Henriquez*

MUESTRA	TEMPERATURA	pH	TURBIDEZ	SALINIDAD
1	30.5°	6.45	1.9	29.5

LUGAR: *Mizata Bocana*

FECHA Y HORA DE LA TOMA DE MUESTRA: *16/9/12 10:40a*

PERSONA QUE RECOLECTO MUESTRA: *Roxendo Henriquez*

MUESTRA	TEMPERATURA	pH	TURBIDEZ	SALINIDAD
1	30.5°	6.64	3.3	29.3

LUGAR: *Mizata Bocana*

FECHA Y HORA DE LA TOMA DE MUESTRA: *16/9/12 10:43a*

PERSONA QUE RECOLECTO MUESTRA: *Roxendo Henriquez*

MUESTRA	TEMPERATURA	pH	TURBIDEZ	SALINIDAD
1	30.5°	6.64	3.3	29.3

HOJA DE CUSTODIA DE TOMA DE MUESTRAS

LUGAR: Miraflo Centro

FECHA Y HORA DE LA TOMA DE MUESTRA: 16/9/12 10:50am

PERSONA QUE RECOLECTO MUESTRA: Rosendo Henriquez

MUESTRA	TEMPERATURA	pH	TURBIDEZ	SALINIDAD
1	31.0	6.58	3.3	29.4

LUGAR: Miraflo Centro

FECHA Y HORA DE LA TOMA DE MUESTRA: 16/9/12 10:53am

PERSONA QUE RECOLECTO MUESTRA: Rosendo Henriquez

MUESTRA	TEMPERATURA	pH	TURBIDEZ	SALINIDAD
1	31.0	6.58	3.3	29.4

HOJA DE CUSTODIA DE TOMA DE MUESTRAS

LUGAR: Taquillo Bocana

FECHA Y HORA DE LA TOMA DE MUESTRA: 21/10/12 8:50a.

PERSONA QUE RECOLECTO MUESTRA: Francisco Menjivar

MUESTRA	TEMPERATURA	pH	TURBIDEZ	SALINIDAD
1	28.0	8	3.2	28.5

LUGAR: Taquillo Bocana

FECHA Y HORA DE LA TOMA DE MUESTRA: 21/10/12 8:51a

PERSONA QUE RECOLECTO MUESTRA: Francisco Menjivar

MUESTRA	TEMPERATURA	pH	TURBIDEZ	SALINIDAD
1	28.0	8.1	3.2	28.5

LUGAR: Taquillo Centro

FECHA Y HORA DE LA TOMA DE MUESTRA: 21/10/12 9:00a.

PERSONA QUE RECOLECTO MUESTRA: Francisco Menjivar

MUESTRA	TEMPERATURA	pH	TURBIDEZ	SALINIDAD
1	28.0	8	4.6	26.9

LUGAR: Taquillo Centro

FECHA Y HORA DE LA TOMA DE MUESTRA: 21/10/12 9:05a

PERSONA QUE RECOLECTO MUESTRA: Francisco Menjivar

MUESTRA	TEMPERATURA	pH	TURBIDEZ	SALINIDAD
1	28.0	8	4.8	26.9

HOJA DE CUSTODIA DE TOMA DE MUESTRAS

LUGAR: Perla Bocana

FECHA Y HORA DE LA TOMA DE MUESTRA: 21/10/12 9:22a

PERSONA QUE RECOLECTO MUESTRA: Francisco Menjivar

MUESTRA	TEMPERATURA	pH	TURBIDEZ	SALINIDAD
1	28°	7.8	1.25	29.6

LUGAR: Perla Bocana

FECHA Y HORA DE LA TOMA DE MUESTRA: 21/10/12 9:23a

PERSONA QUE RECOLECTO MUESTRA: Francisco Menjivar

MUESTRA	TEMPERATURA	pH	TURBIDEZ	SALINIDAD
1	28°	7.8	1.25	29.6

LUGAR: Perla Centro

FECHA Y HORA DE LA TOMA DE MUESTRA: 21/10/12 9:36a

PERSONA QUE RECOLECTO MUESTRA: Francisco Menjivar.

MUESTRA	TEMPERATURA	pH	TURBIDEZ	SALINIDAD
1	28.2°	8	3.4	31.4

LUGAR: Perla Centro

FECHA Y HORA DE LA TOMA DE MUESTRA: 21/10/12 9:37a

PERSONA QUE RECOLECTO MUESTRA: Francisco Menjivar

MUESTRA	TEMPERATURA	pH	TURBIDEZ	SALINIDAD
1	28.2°	8	3.2	31.4

HOJA DE CUSTODIA DE TOMA DE MUESTRAS

LUGAR: Perol

FECHA Y HORA DE LA TOMA DE MUESTRA: 21/10/12 9:58a

PERSONA QUE RECOLECTO MUESTRA: Francisco Mejivar

MUESTRA	TEMPERATURA	pH	TURBIDEZ	SALINIDAD
1	29°	8.2	3.3	31.

LUGAR: Perol

FECHA Y HORA DE LA TOMA DE MUESTRA: 21/10/12 9:59a

PERSONA QUE RECOLECTO MUESTRA: Francisco Mejivar

MUESTRA	TEMPERATURA	pH	TURBIDEZ	SALINIDAD
1	29°	8	3.1	31

LUGAR: Mizata Bocana

FECHA Y HORA DE LA TOMA DE MUESTRA: 21/10/12 10:15a

PERSONA QUE RECOLECTO MUESTRA: Francisco Mejivar

MUESTRA	TEMPERATURA	pH	TURBIDEZ	SALINIDAD
1	29°	8	4.5	30.9

LUGAR: Mizata Bocana

FECHA Y HORA DE LA TOMA DE MUESTRA: 21/10/12 10:16a

PERSONA QUE RECOLECTO MUESTRA: Francisco Mejivar

MUESTRA	TEMPERATURA	pH	TURBIDEZ	SALINIDAD
1	29°	8	4.2	30.9

HOJA DE CUSTODIA DE TOMA DE MUESTRAS

LUGAR: Mizata Centro

FECHA Y HORA DE LA TOMA DE MUESTRA: 21/10/12 10:20

PERSONA QUE RECOLECTO MUESTRA: Francisco Mejivar

MUESTRA	TEMPERATURA	pH	TURBIDEZ	SALINIDAD
1	28°	8.1	4.8	30.2

LUGAR: Mizata Centro

FECHA Y HORA DE LA TOMA DE MUESTRA: 21/10/12 10:20

PERSONA QUE RECOLECTO MUESTRA: Francisco Mejivar

MUESTRA	TEMPERATURA	pH	TURBIDEZ	SALINIDAD
1	28°	8.1	5	30.2

**ANEXO N° 2**  
**HOJA DE RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS OBTENIDOS EN**  
**LOS 7 SITIOS DE MUESTREO**

HOJA DE RESULTADOS TAQUILLO BOCANA

PARAMETROS	RESULTADOS			MÉTODO	REFERENCIA
	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE		
Coliformes totales	< 1.1 NMP/100 mL	40 NMP/100 mL	6 NMP/100 mL	Tubos múltiples	APHA 1995
Coliformes fecales	< 1.1 NMP/100 mL	< 1.1 NMP/100 mL	6 NMP/100 mL	Tubos múltiples	APHA 1995
<i>Escherichia coli</i>	< 1.1 NMP/100 mL	< 1.1 NMP/100 mL	6 NMP/100 mL	Tubos múltiples	APHA 1995
<i>Enterococos faecalis</i>	< 1.1 NMP/100 mL	< 1.1 NMP/100 mL	< 1.1 NMP/100 mL	Tubos múltiples	APHA 1995
Bacterias heterótrofas	103 UFC/mL	1513 UFC/mL	38 UFC/mL	Placa vertida	APHA 1995
pH	8.3	6.52	8.05	in situ	-----
Temperatura	31 °C	31 °C	28 °C	in situ	-----
Salinidad	32.2 %	28.8 %	28.5 %	in situ	-----
Turbidez	3 m	3 m	3.2 m	in situ	-----

HOJA DE RESULTADOS TAQUILLO CENTRO

PARAMETROS	RESULTADOS			MÉTODO	REFERENCIA
	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE		
Coliformes totales	29 NMP/100 mL	6 NMP/100 mL	36 NMP/100 mL	Tubos múltiples	APHA 1995
Coliformes fecales	29 NMP/100 mL	< 1.1 NMP/100 mL	26 NMP/100 mL	Tubos múltiples	APHA 1995
<i>Escherichia coli</i>	6 NMP/100 mL	< 1.1 NMP/100 mL	6 NMP/100 mL	Tubos múltiples	APHA 1995
<i>Enterococos faecalis</i>	< 1.1 NMP/100 mL	< 1.1 NMP/100 mL	< 1.1 NMP/100 mL	Tubos múltiples	APHA 1995
Bacterias heterótrofas	425 UFC/ mL	243 UFC/mL	243 UFC/mL	Placa vertida	APHA 1995
pH	7.9	6.49	8	in situ	-----
Temperatura	30.5 °C	30.5 °C	28 °C	in situ	-----
Salinidad	31.6 %	29.2 %	26.9 %	in situ	-----
Turbidez	3 m	3 m	4.7 m	in situ	-----

HOJA DE RESULTADOS PERLA BOCANA

PARAMETROS	RESULTADOS			MÉTODO	REFERENCIA
	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE		
Coliformes totales	11 NMP/100 mL	63 NMP/100 mL	80 NMP/100 mL	Tubos múltiples	APHA 1995
Coliformes fecales	11 NMP/100 mL	13 NMP/100 mL	80 NMP/100 mL	Tubos múltiples	APHA 1995
<i>Escherichia coli</i>	6 NMP/100 mL	19 NMP/100 mL	80 NMP/100 mL	Tubos múltiples	APHA 1995
<i>Enterococos faecalis</i>	< 1.1 NMP/100 mL	< 1.1 NMP/100 mL	< 1.1 NMP/100 mL	Tubos múltiples	APHA 1995
Bacterias heterótrofas	173 UFC/ mL	3683 UFC/mL	103 UFC/ mL	Placa vertida	APHA 1995
pH	7.6	6.52	7.8	in situ	-----
Temperatura	30.5 °C	30 °C	28 °C	in situ	-----
Salinidad	31.3 %	28.1 %	29.6 %	in situ	-----
Turbidez	1.3 m	1.3 m	1.25 m	in situ	-----

HOJA DE RESULTADOS PERLA CENTRO

PARAMETROS	RESULTADOS			MÉTODO	REFERENCIA
	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE		
Coliformes totales	< 1.1 NMP/100 mL	13 NMP/100 mL	< 1.1 NMP/100 mL	Tubos Múltiples	APHA 1995
Coliformes fecales	< 1.1 NMP/100 mL	< 1.1 NMP/100 mL	< 1.1 NMP/100 mL	Tubos múltiples	APHA 1995
<i>Escherichia coli</i>	< 1.1 NMP/100 mL	< 1.1 NMP/100 mL	< 1.1 NMP/100 mL	Tubos múltiples	APHA 1995
<i>Enterococos faecalis</i>	< 1.1 NMP/100 mL	< 1.1 NMP/100 mL	< 1.1 NMP/100 mL	Tubos múltiples	APHA 1995
Bacterias heterótrofas	< 10 UFC/mL	5905 UFC/mL	180 UFC/ mL	Placa vertida	APHA 1995
pH	7.6	6.58	8	in situ	-----
Temperatura	30 °C	30.5 °C	28.2 °C	in situ	-----
Salinidad	0	30.2 %	31.4 %	in situ	-----
Turbidez	1.3 m	1.3 m	3.3 m	in situ	-----

HOJA DE RESULTADOS PEROL

PARAMETROS	RESULTADOS			MÉTODO	REFERENCIA
	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE		
Coliformes totales	6 NMP/100 mL	26 NMP/100 mL	< 1.1 NMP/100 mL	Tubos múltiples	APHA 1995
Coliformes fecales	6 NMP/100 mL	< 1.1 NMP/100 mL	< 1.1 NMP/100 mL	Tubos múltiples	APHA 1995
<i>Escherichia coli</i>	6 NMP/100 mL	6 NMP/100 mL	< 1.1 NMP/100 mL	Tubos múltiples	APHA 1995
<i>Enterococos faecalis</i>	< 1.1 NMP/100 mL	< 1.1 NMP/100 mL	< 1.1 NMP/100 mL	Tubos múltiples	APHA 1995
Bacterias heterótrofas	503 UFC/ mL	1260 UFC/ mL	55 UFC/ mL	Placa vertida	APHA 1995
pH	7.9	6.45	8.1	in situ	-----
Temperatura	31 °C	30.5 °C	29 °C	in situ	-----
Salinidad	31.9 %	29.5 %	31 %	in situ	-----
Turbidez	1.9 m	1.9 m	3.2 m	in situ	-----

HOJA DE RESULTADOS MIZATA BOCANA

PARAMETROS	RESULTADOS			MÉTODO	REFERENCIA
	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE		
Coliformes totales	6 NMP/100 mL	80 NMP/100 mL	26 NMP/100 mL	Tubos Múltiples	APHA 1995
Coliformes fecales	6 NMP/100 mL	6 NMP/100 mL	11 NMP/100 mL	Tubos múltiples	APHA 1995
<i>Escherichia coli</i>	< 1.1 NMP/100 mL	46 NMP/100 mL	< 1.1 NMP/100 mL	Tubos múltiples	APHA 1995
<i>Enterococos faecalis</i>	< 1.1 NMP/100 mL	< 1.1 NMP/100 mL	< 1.1 NMP/100 mL	Tubos múltiples	APHA 1995
Bacterias heterótrofas	233 UFC/mL	953 UFC/mL	172 UFC/mL	Placa vertida	APHA 1995
pH	7.9	6.64	8	in situ	-----
Temperatura	31.5 °C	30.5 °C	29 °C	in situ	-----
Salinidad	31.3 %	29.3 %	30.9 %	in situ	-----
Turbidez	3.3 m	3.3 m	4.3 m	in situ	-----

HOJA DE RESULTADOS MIZATA CENTRO

PARAMETROS	RESULTADOS			MÉTODO	REFERENCIA
	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE		
Coliformes totales	< 1.1 NMP/100 mL	29 NMP/100 mL	53 NMP/100 mL	Tubos múltiples	APHA 1995
Coliformes fecales	< 1.1 NMP/100 mL	6 NMP/100 mL	53 NMP/100 mL	Tubos múltiples	APHA 1995
<i>Escherichia coli</i>	< 1.1 NMP/100 mL	< 1.1 NMP/100 mL	6 NMP/100 mL	Tubos múltiples	APHA 1995
<i>Enterococos faecalis</i>	< 1.1 NMP/100 mL	< 1.1 NMP/100 mL	< 1.1 NMP/100 mL	Tubos múltiples	APHA 1995
Bacterias heterótrofas	885 UFC/mL	798 UFC/mL	80 UFC/mL	Placa vertida	APHA 1995
pH	7.9	6.58	8.1	in situ	-----
Temperatura	31.5 °C	31 °C	28 °C	in situ	-----
Salinidad	28.6 %	29.4 %	30.2 %	in situ	-----
Turbidez	3.3 m	3.3 m	4.9 m	in situ	-----

### ANEXO N° 3

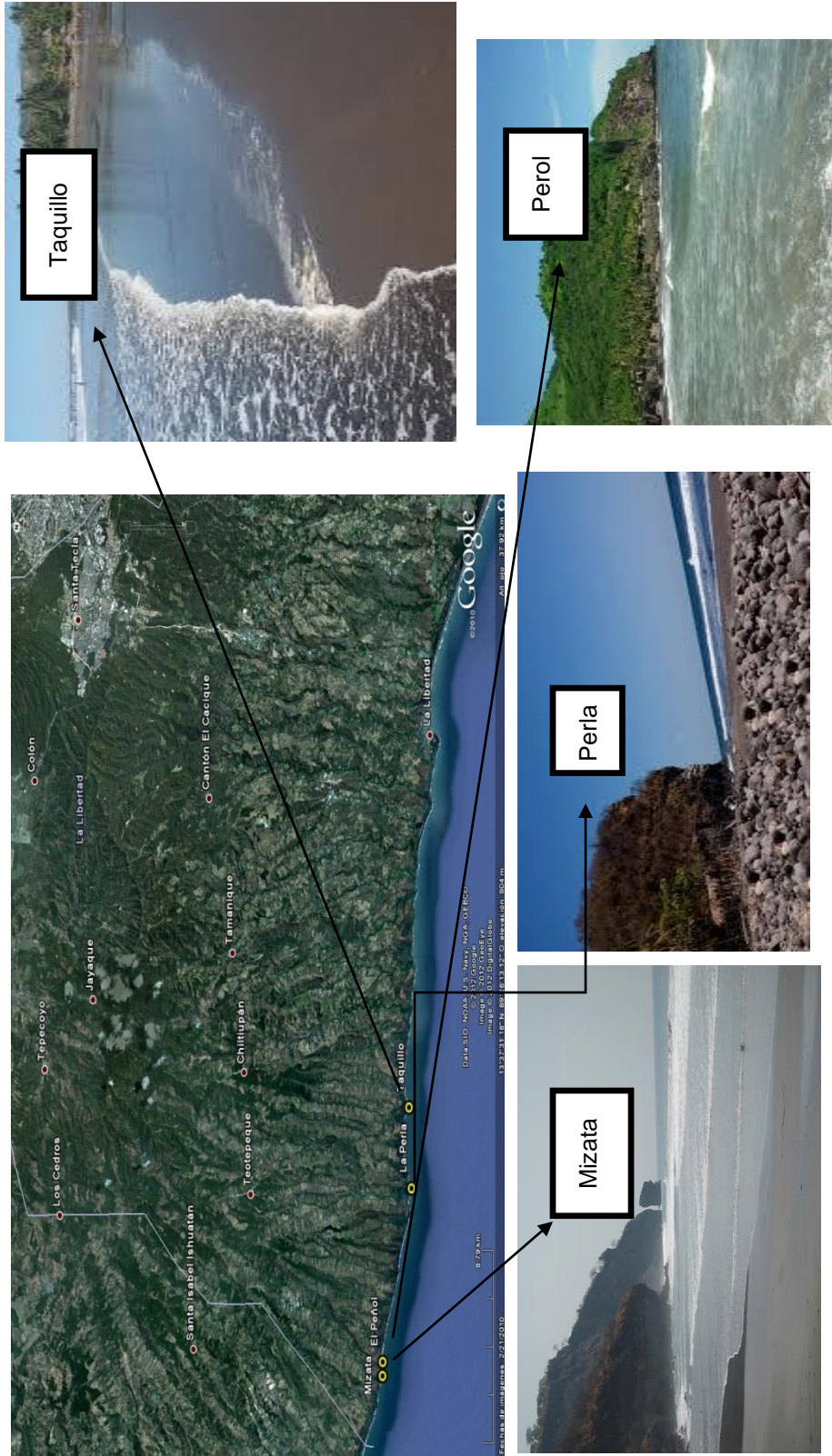


Figura N° 14: Mapa del Litoral Costero del Departamento de La Libertad y Ubicación de los sitios de muestreo.

FUENTE: <http://podaac-tool.ipl.nasa.gov/soto/>

## ANEXO N° 4

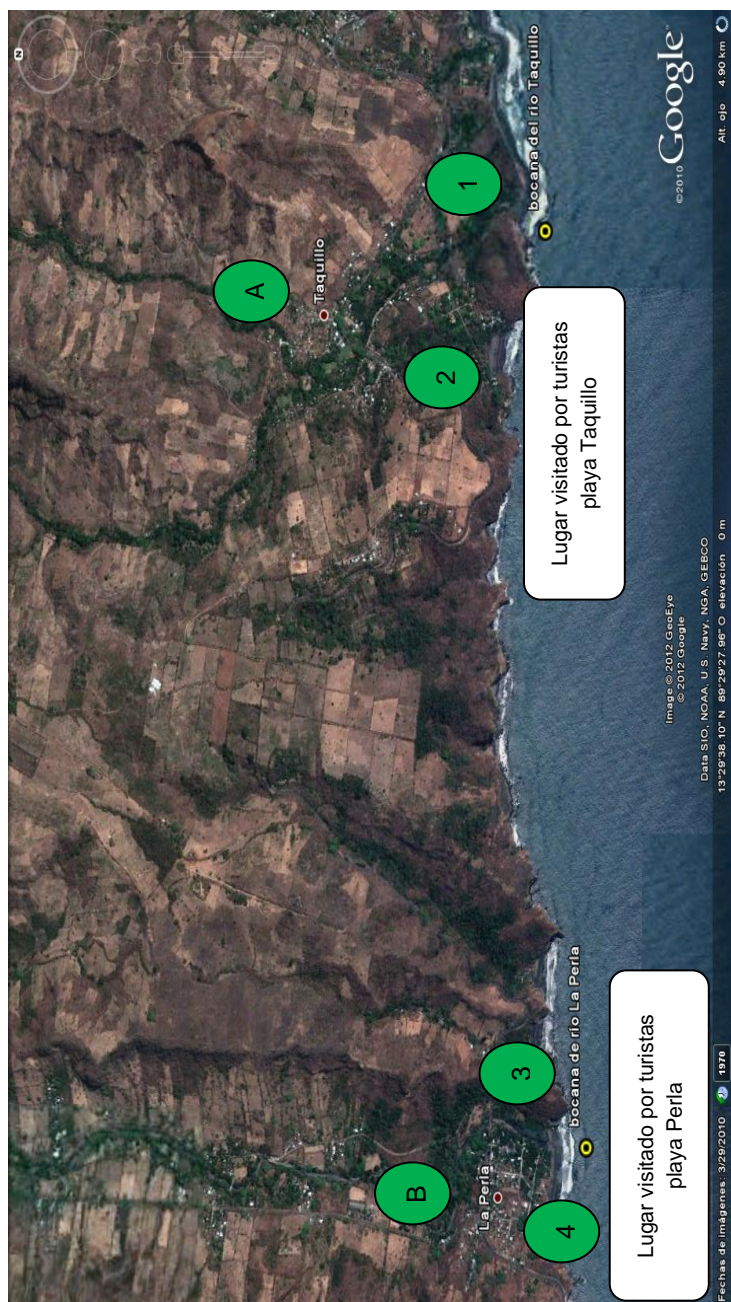


Fig. N° 15: Ubicación Geográfica de los sitios de muestreo de las playas Taquillo y Perla.

FUENTE: <http://podaac-tool.jpl.nasa.gov/soto/>

A (Taquillo), B (Perla), 1 (Taquillo bocana), 2 (Lugar visitado por turista), 3 (Perla bocana), 4 (Lugar visitado por turistas)

## ANEXO N° 5

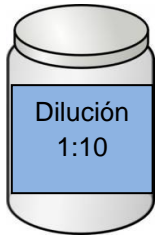


Figura N° 16: Ubicación Geográfica de los sitios de muestreo de las playas Perol y Mizata. FUENTE: <http://podaac-tool.jp1.nasa.gov/soto/>  
C (Perol), D (Mizata), 5 (Lugar visitado por turistas), 6 (Mizata bocana), 7 (Lugar visitado por turistas)

ANEXO N° 6



Muestra



10 mL de mx + 90 mL  
de agua bufferada



10 mL de dilución 1:10 +  
90 mL agua bufferada

Figura N° 17: Esquema de dilución de muestras

## ANEXO N° 7

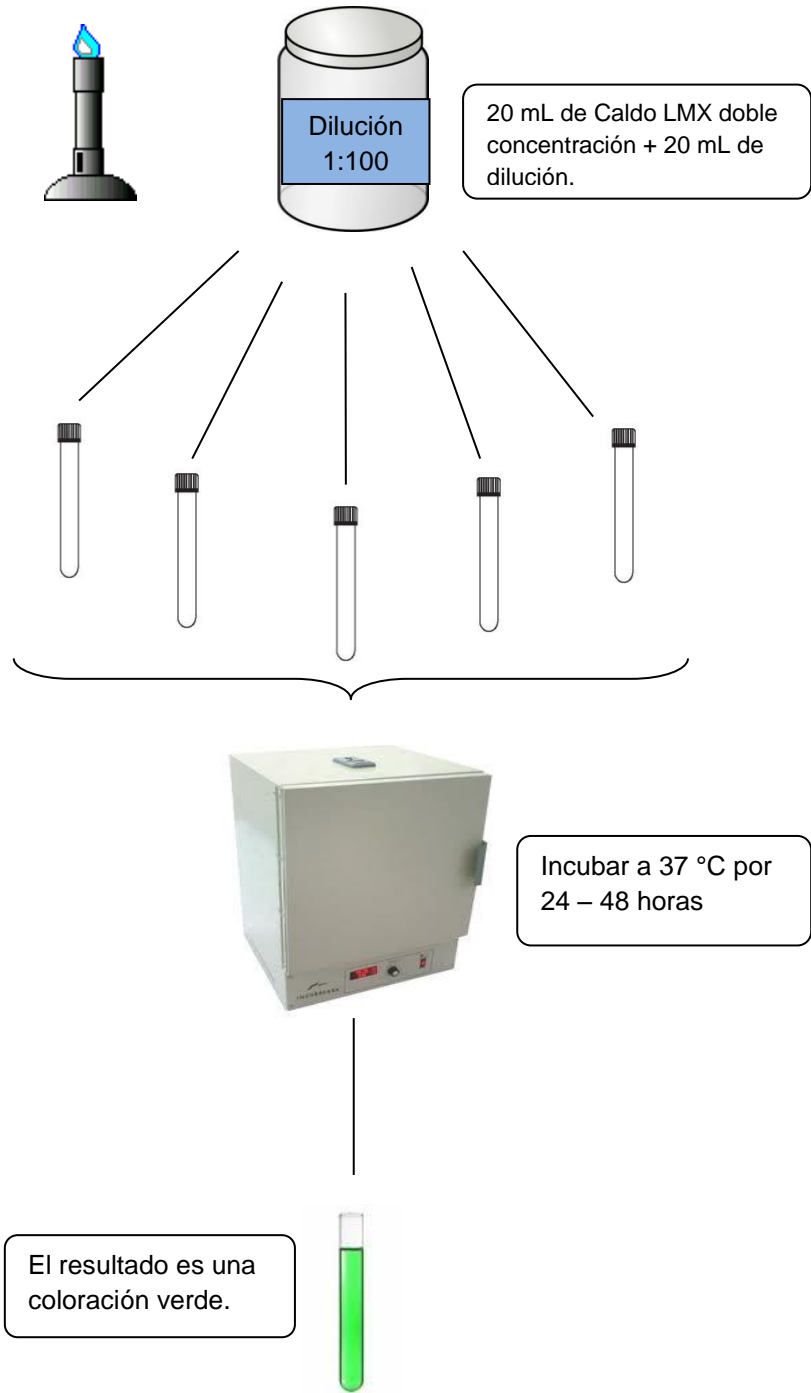


Figura N° 18: Esquema para conteo de Coliformes totales

## ANEXO Nº 8

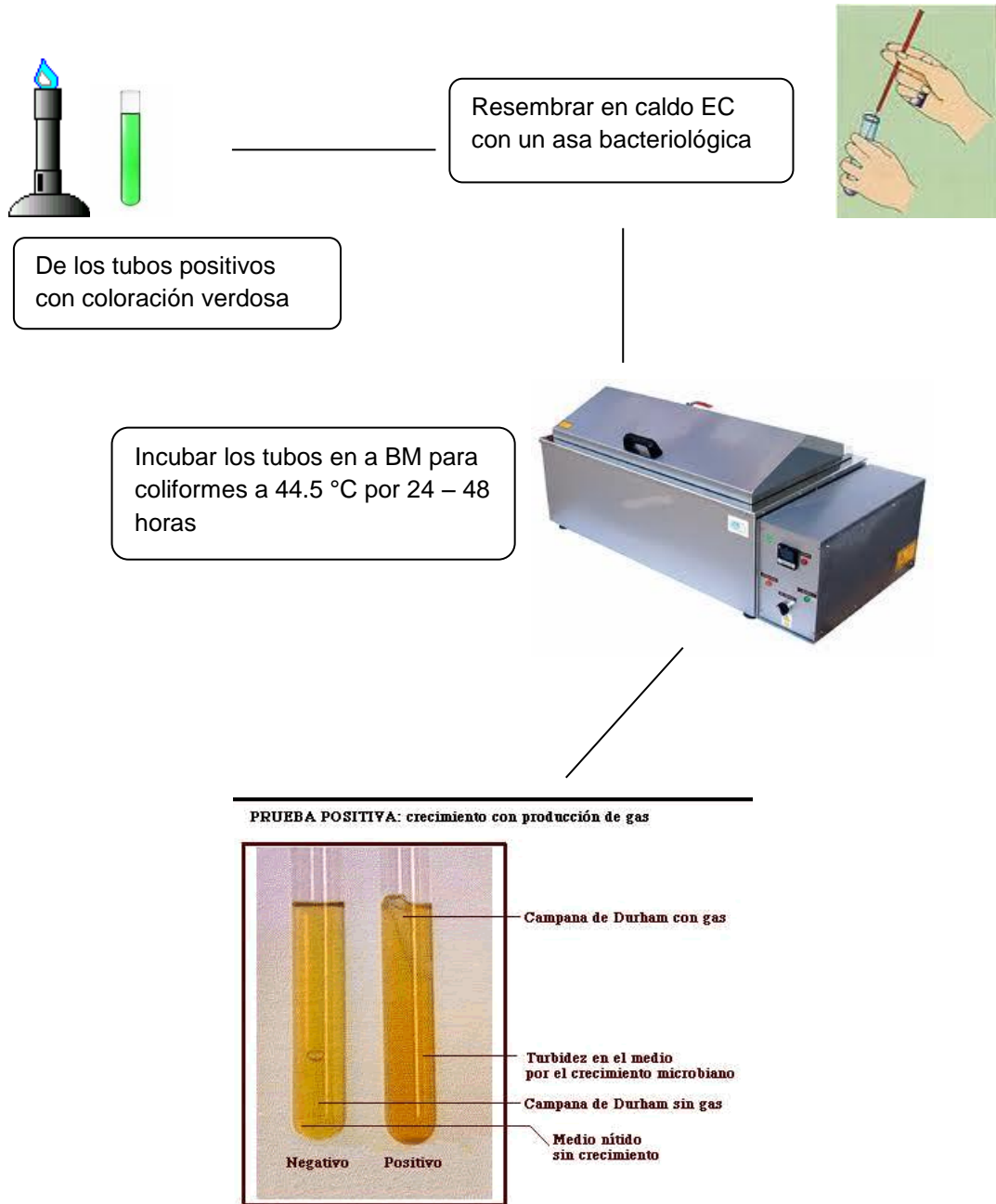


Figura Nº 19: Esquema de conteo de Coliformes fecales

## ANEXO N° 9

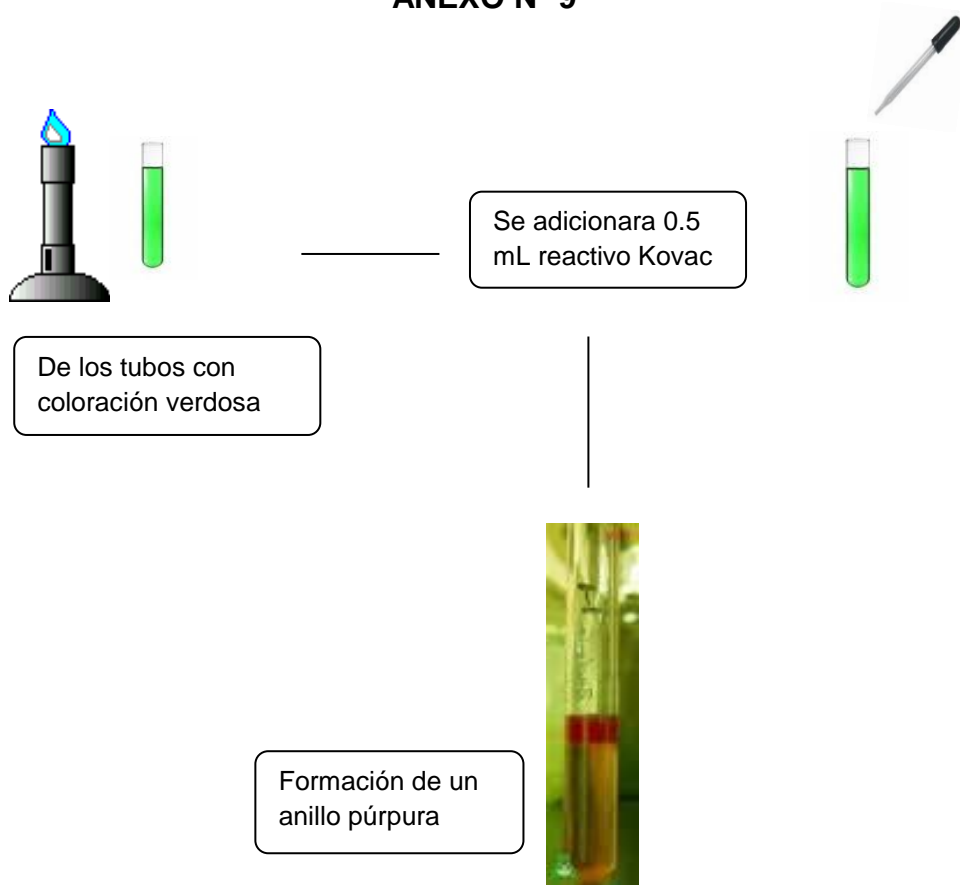


Figura N° 20: Esquema para conteo de *Escherichia coli*

## ANEXO N° 10

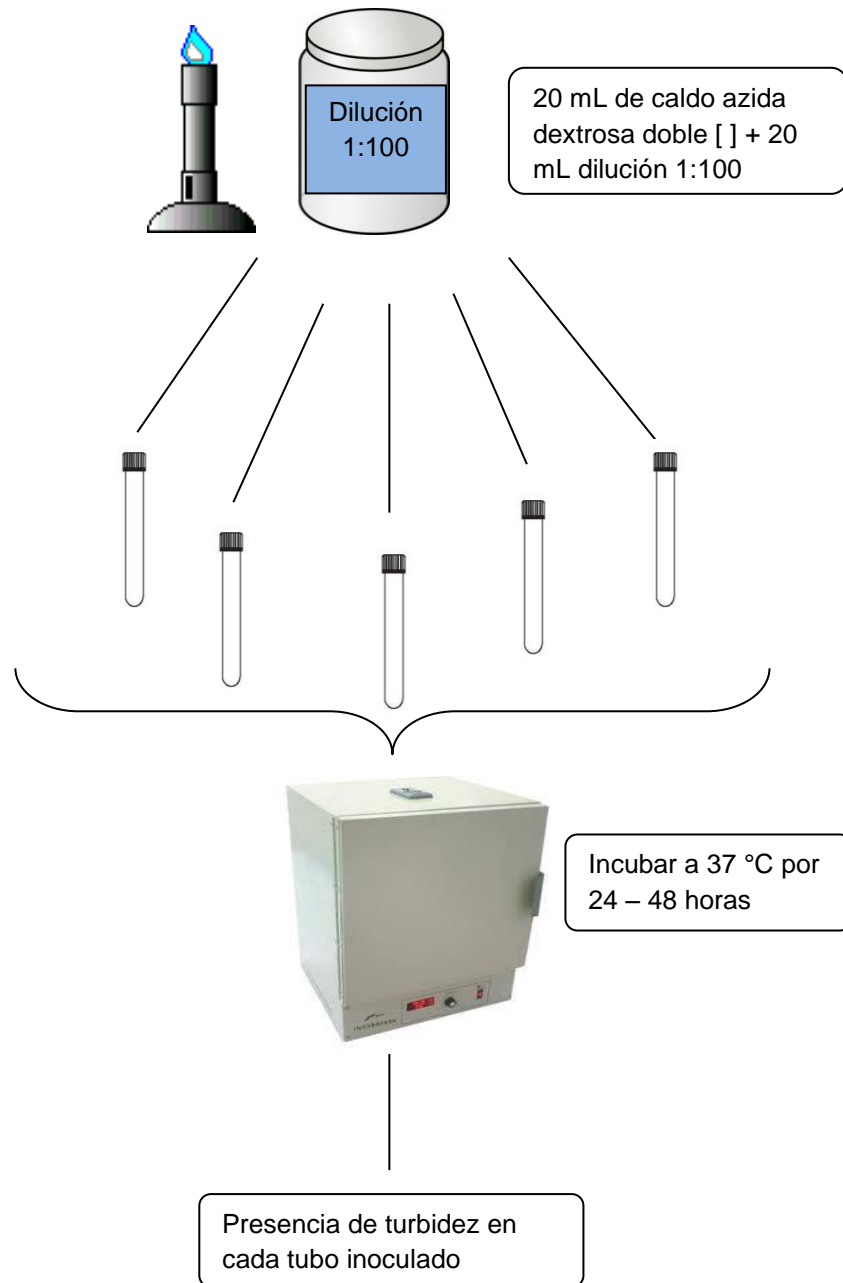


Figura N° 21: Esquema para prueba presuntiva de *Enterococos faecalis*

## ANEXO N° 11

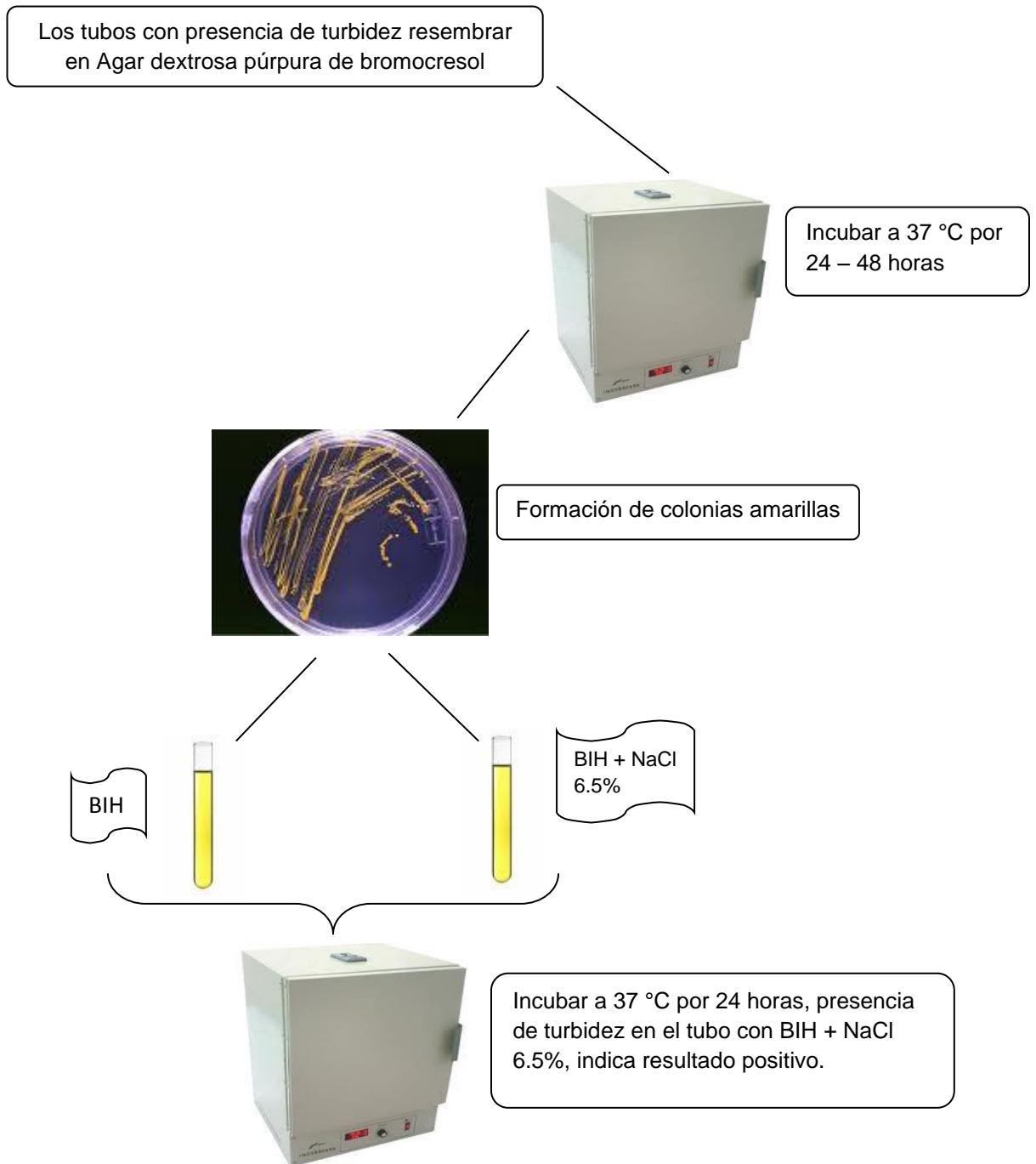


Figura N° 22: Esquema para prueba confirmatoria de *Enterococcus faecalis*

## ANEXO N° 12

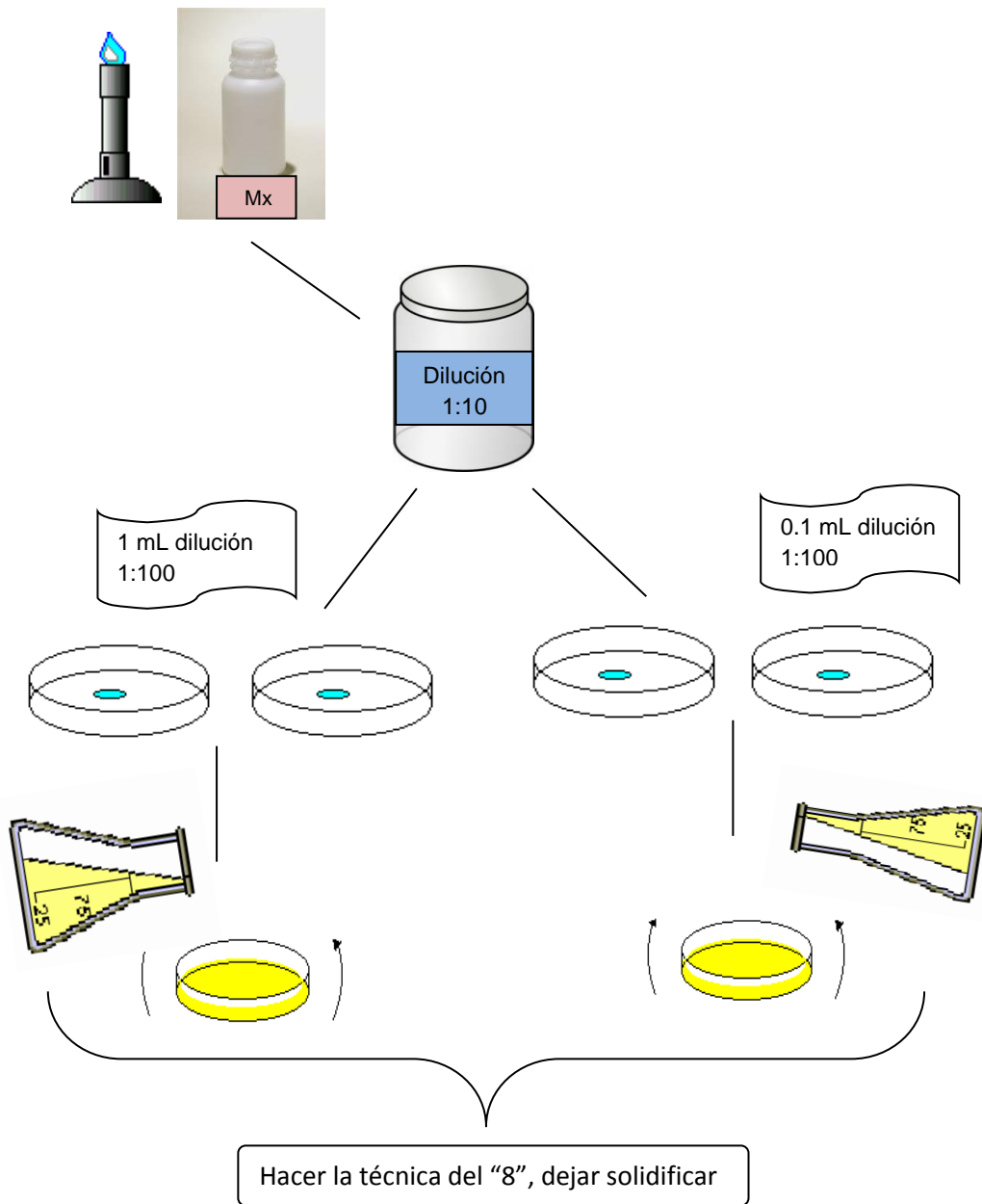


Figura N° 23: Esquema de recuento de bacterias heterotrofas

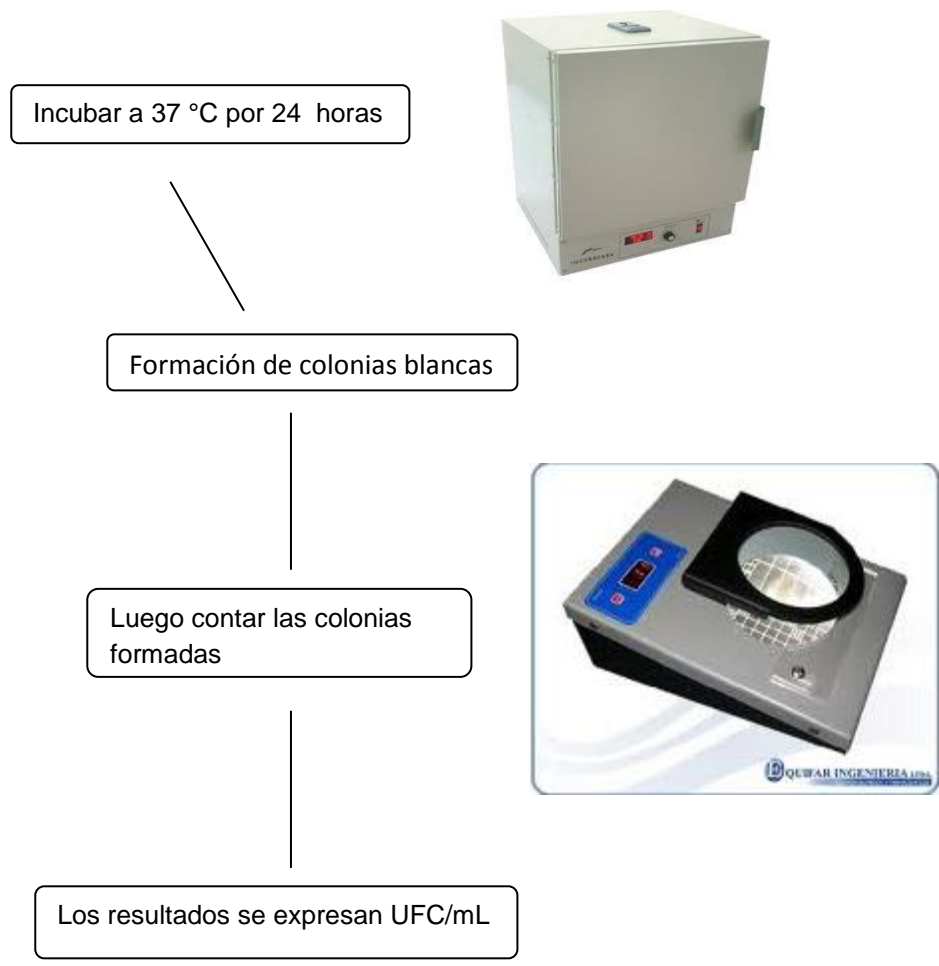


Figura N° 23 cont. Recuento de bacterias heterotrofas

**ANEXO N° 13**  
**FOTOGRAFIAS DE LA TOMA DE MUESTRAS Y MEDICION DE**  
**PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS IN SITU**



Figura N° 24: Toma de muestra de agua de mar.



Figura N° 25: Toma de temperatura de agua de mar.

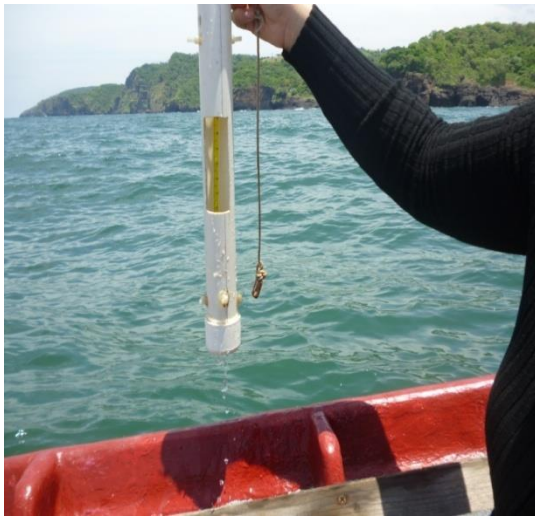


Figura N° 26: Lectura de temperatura de agua de mar.



Figura N°27: Toma de salinidad de agua de mar con el salinometro marca atago



Figura N° 28: Toma de la turbidez con el disco secchi.

**ANEXO N° 14**  
**FOTOGRAFIAS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO**



Figura N°29: Realizacion de la  $10^{-2}$  en agar azida



Figura N° 30: Siembra de la dilucion dextrosa para la determinacion de Enterococos faecalis.



Figura N° 31: Siembra de la dilucion  $10^{-2}$  en agar LMX determinacion de Colifomes totales



Figura N° 32: Incubacion a  $35^{\circ}\text{C} \pm 2$  por 24-48 horas los tubos con azida dextrosa y LMX.

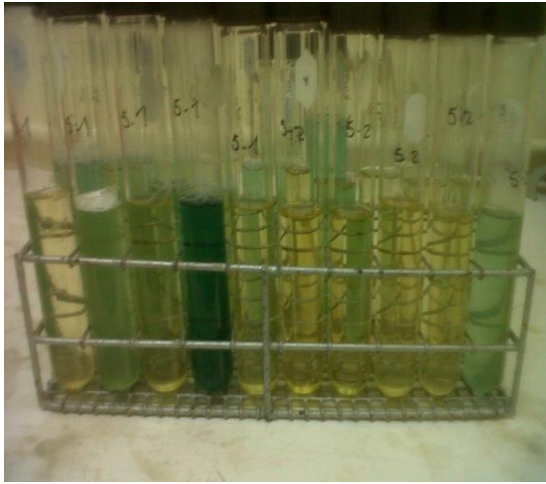


Figura N° 33: Tubos con coloración verdosa indican la presencia de Coliformes totales.



Figura N° 34: Inoculando la muestra que dio positiva en la prueba de coliformes totales.



Figura N° 35: Incubación en baño maría a 45 °C en un tiempo de 24-48 horas



Figura N° 36: Prueba positiva para Coliformes totales en la campana de Durham.



Figura N° 37: Tubo positivo con reactivo de Kovac para Coliformes totales.



Figura N° 38: Adición de agar estándar método para el recuento de bacterias heterótrofas



Figura N° 39: Incubacion a 35°C por 24 horas



Figura N° 40: Conteo de las colonias

**ANEXO Nº 15**

**INFORMES DE ANALISIS EN LOS 7 SITIOS DE MUESTREO QUE  
FUERON ENTREGADOS A COOPERATIVISTAS DE MIZATA**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**



**“CLASIFICACION DE LAS PLAYAS TAQUILLO, PERLA, PEROL Y  
MIZATA UBICADAS EN 12.36 KM DE LA LINEA LITORAL DEL  
DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, EL SAL VADOR DE ACUERDO A  
SU USO RECREATIVO”**

**ENTREGA DE RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS A LOS  
COOPERATIVISTAS DE MIZATA**

**PRESENTADO POR:**

**ROXANA YAMILETH MOLINA CALDERON  
PAULA EMERITA RODRIGUEZ GARCIA**

**SAN SALVADOR, 27 DE NOVIEMBRE DE 2012.**

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

1. Entregar un informe de resultados de calidad microbiológico de las playas Taquillo, Perla, Perol, y Mizata, ubicadas a 12.36 kilómetros de la línea litoral del departamento de La Libertad, de El Salvador a los cooperativista Mizata.
2. Dar charla y recomendaciones a los cooperativista de Mizata para evitar la contaminación a las playas y que no sean un riesgo para la salud de los turistas y lugareños



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA  
LABORATORIO DE CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE AGUAS




INFORME DE ANALISIS

MUESTRA: AGUA DE MAR CONTROL: 1012  
LUGAR DE RECOLECCION: TAQUILLO, LA LIBERTAD FECHA DE INGRESO 19-08-2012  
PERSONA RECOLECTO MUESTRA: ANGEL FECHA DE ANALISIS 20-08-2012  
HORA DE RECOLECCION: 11:00 AM FECHA DE EMISION 27-08-2012


RESULTADOS


DETERMINACION	RESULTADO		ESPECIFICACIONES	METODO Y REFERENCIA
	P1=Bocana	P2=Centro		
Conteo de Coliformes Totales	Menor de 1.1 NMP/100 mL	29 NMP/100 mL	5,000 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983
Conteo de Coliformes Fecales	Menor de 1.1 NMP/100 mL	29 NMP/100 mL	1,000 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983
Conteo de <i>Escherichia coli</i>	Menor de 1.1 NMP/100 mL	6 NMP/100 mL	100 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983
Conteo de bacterias Heterótrofas, Mesofilas Aerobias	103 UFC/mL	425 UFC/mL	500 UFC/mL	Placa vertida Referencia: Norma Uruguay UNT 833:2008
Conteo de <i>Enterococos faecalis</i>	Menor de 1.1 NMP/100 mL	Menor de 1.1 NMP/100 mL	35 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983

**OBSERVACIONES:** Los resultados obtenidos indican que las aguas analizadas esta dentro de los límites establecidos por la Normativa Peruana Decreto Supremo año 1983 para Aguas Recreativas en los parámetros: Conteo de Coliformes totales, Coliformes Fecales, *Enterococos faecalis*, y *Escherichia coli*; sin embargo para el conteo de **Bacterias heterótrofas** NO CUMPLE; indicando que el agua está contaminada con materia orgánica a través de la desembocaduras de los ríos y orillas de la playa; representando un peligro para la salud de los usuarios.

F.   
Br. Paula Emérita Rodríguez  
ANALISTA



F.   
Br. Roxana Yamileth Molina C  
ANALISTA

F.   
MSc. Norma Esthela Molina Velásquez  
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA  
LABORATORIO DE CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE AGUAS



INFORME DE ANALISIS

MUESTRA: AGUA DE MAR CONTROL: 1112  
LUGAR DE RECOLECCION: TAQUILLO, LA LIBERTAD FECHA DE INGRESO 16-09-2012  
PERSONA RECOLECTO MUESTRA: ROSENDO HENRIQUEZ FECHA DE ANALISIS 17-09-2012  
HORA DE RECOLECCION: 9:25 AM FECHA DE EMISION 24-09-2012


RESULTADOS

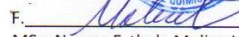
DETERMINACION	RESULTADO		ESPECIFICACIONES	METODO Y REFERENCIA
	P1=Bocana	P2=Centro		
Conteo de Coliformes Totales	40 NMP/100 mL	6 NMP/100 mL	5,000 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983
Conteo de Coliformes Fecales	Menor de 1.1 NMP/100 mL	Menor de 1.1 NMP/100 mL	1,000 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983
Conteo de <i>Escherichia coli</i>	Menor de 1.1 NMP/100 mL	Menor de 1.1 NMP/100 mL	100 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983
Conteo de bacterias Heterótrofas, Mesófilas Aerobias	1513 UFC/mL	243 UFC/mL	500 UFC/mL	Placa vertida Referencia: Norma Uruguay UNT 833:2008
Conteo de Enterococos faecalis	Menor de 1.1 NMP/100 mL	Menor de 1.1 NMP/100 mL	35 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983

**OBSERVACIONES:** Los resultados obtenidos indican que las aguas analizadas esta dentro de los límites establecidos por la Normativa Peruana Decreto Supremo año 1983 para Aguas Recreativas en los parámetros: Conteo de Coliformes totales, Coliformes Fecales, *Enterococos faecalis*, y *Escherichia coli*, sin embargo para el conteo de Bacterias heterótrofas NO CUMPLE; indicando que el agua está contaminada con microorganismos que son arrastrados al agua de mar en la materia orgánica a través de la desembocaduras de los ríos y orillas de la playa; representando un peligro para la salud de los usuarios.

F.   
Br. Paula Emérita Rodríguez  
ANALISTA



F.   
Br. Roxana Yamileth Molina C  
ANALISTA

F.   
MSc. Norma Esthela Molina Velásquez  
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA  
LABORATORIO DE CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE AGUAS




INFORME DE ANALISIS

MUESTRA: AGUA DE MAR CONTROL: 1212  
LUGAR DE RECOLECCION: TAQUILLO, LA LIBERTAD FECHA DE INGRESO 21-10-2012  
PERSONA RECOLECTO MUESTRA: FRANCISCO MENJIVAR FECHA DE ANALISIS 22-10-2012  
HORA DE RECOLECCION: 8:50 AM FECHA DE EMISION 29-10-2012

RESULTADOS


DETERMINACION	RESULTADO		ESPECIFICACIONES	METODO Y REFERENCIA
	P1=Bocana	P2=Centro		
Conteo de Coliformes Totales	6 NMP/100 mL	36 NMP/100 mL	5,000 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983
Conteo de Coliformes Fecales	6 NMP/100 mL	26 NMP/100 mL	1,000 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983
Conteo de <i>Escherichia coli</i>	6 NMP/100 mL	6 NMP/100 mL	100 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983
Conteo de bacterias Heterótrofas, Mesofilas Aerobias	38 UFC/mL	243 UFC/mL	500 UFC/mL	Placa vertida Referencia: Norma Uruguay UNT 833:2008
Conteo de Enterococos faecalis	Menor de 1.1 NMP/100 mL	Menor de 1.1 NMP/100 mL	35 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983

OBSERVACIONES: Los resultados obtenidos indican que las aguas analizadas esta dentro de los límites establecidos por la Normativa Peruana Decreto Supremo año 1983 para Aguas Recreativas en los parámetros: Conteo de Coliformes totales, Coliformes Fecales, *Escherichia coli* y *Enterococos faecalis*; y para las Bacterias heterótrofas están dentro de los límites establecidos por la Normativa Uruguay UNT 833:2008; siendo aptas para uso recreativo.

F.   
Br. Paula Emérita Rodríguez  
ANALISTA

F.   
Br. Roxana Yamileth Molina C  
ANALISTA



F.   
MSc. Norma Esthela Molina Velásquez  
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA  
 LABORATORIO DE CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE AGUAS



INFORME DE ANALISIS

MUESTRA: AGUA DE MAR CONTROL: 0712  
 LUGAR DE RECOLECCION: PERLA, LA LIBERTAD FECHA DE INGRESO 19-08-2012  
 PERSONA RECOLECTO MUESTRA: ANGEL FECHA DE ANALISIS 20-08-2012  
 HORA DE RECOLECCION: 11:09 AM FECHA DE EMISION 27-08-2012

RESULTADOS

DETERMINACION	RESULTADO		ESPECIFICACIONES	METODO Y REFERENCIA
	P1=Bocana	P2=Centro		
Conteo de Coliformes Totales	11 NMP/100 mL	Menor de 1.1 NMP/100 mL	5,000 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983
Conteo de Coliformes Fecales	11 NMP/100 mL	Menor de 1.1 NMP/100 mL	1,000 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983
Conteo de <i>Escherichia coli</i>	6 NMP/100 mL	Menor de 1.1 NMP/100 mL	100 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983
Conteo de bacterias Heterótrofas, Mesofilas Aerobias	173 UFC/mL	Menor de 500 UFC/mL	500 UFC/mL	Placa vertida Referencia: Norma Uruguay UNT 833:2008
Conteo de Enterococos faecalis	Menor de 1.1 NMP/100 mL	Menor de 1.1 NMP/100 mL	35 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983

OBSERVACIONES: Los resultados obtenidos indican que las aguas analizadas esta dentro de los límites establecidos por la Normativa Peruana Decreto Supremo año 1983 para Aguas Recreativas en los parámetros: Conteo de Coliformes totales, Coliformes Fecales, *Enterococos faecalis*, y *Escherichia coli*; y para las Bacterias heterótrofas están dentro de los límites establecidos por la Normativa Uruguay UNT 833:2008, esta apta para uso recreativo.

F.   
 Br. Paula Emérita Rodríguez  
 ANALISTA

F.   
 Br. Roxana Yamileth Molina C  
 ANALISTA

F.   
 MSc. Norma Esthela Molina Velásquez  
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA  
LABORATORIO DE CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE AGUAS




INFORME DE ANALISIS


MUESTRA: AGUA DE MAR CONTROL: 0812  
LUGAR DE RECOLECCION: PERLA, LA LIBERTAD FECHA DE INGRESO 16-09-2012  
PERSONA RECOLECTO MUESTRA: ROSENDO HENRIQUEZ FECHA DE ANALISIS 17-09-2012  
HORA DE RECOLECCION: 10:10 AM FECHA DE EMISION 24-09-2012


RESULTADOS

DETERMINACION	RESULTADO		ESPECIFICACIONES	METODO Y REFERENCIA
	P1=Bocana	P2=Centro		
Conteo de Coliformes Totales	63 NMP/100 mL	13 NMP/100 mL	5,000 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983
Conteo de Coliformes Fecales	13 NMP/100 mL	Menor de 1.1 NMP/100 mL	1,000 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983
Conteo de <i>Escherichia coli</i>	19 NMP/100 mL	Menor de 1.1 NMP/100 mL	100 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983
Conteo de bacterias Heterótrofas, Mesofilas Aerobias	3683 UFC/mL	2953 UFC/mL	500 UFC/mL	Placa vertida Referencia: Norma Uruguay UNT 833:2008
Conteo de <i>Enterococos faecalis</i>	Menor de 1.1 NMP/100 mL	Menor de 1.1 NMP/100 mL	35 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983

OBSERVACIONES: Los resultados obtenidos indican que las agua analizadas esta dentro de los límites establecidos por la Normativa Peruana Decreto Supremo año 1983 para Aguas Recreativas en los parámetros: Conteo de Coliformes totales, Coliformes Fecales, *Escherichia coli*, y *Enterococos faecalis*, sin embargo para el conteo de Bacterias heterótrofas NO CUMPLE; indicando que el agua está contaminada con materia orgánica a través de la desembocaduras de los ríos y orillas de la playa; representando un peligro para la salud de los usuarios.

F.   
Br. Paula Emérita Rodríguez  
ANALISTA

F.   
Br. Roxana Yamileth Molina C  
ANALISTA

F.   
MSc. Norma Esthela Molina Velásquez  
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA





UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA  
LABORATORIO DE CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE AGUAS




INFORME DE ANALISIS


MUESTRA: AGUA DE MAR CONTROL: 0912  
LUGAR DE RECOLECCION: PERLA, LA LIBERTAD FECHA DE INGRESO 21-10-2012  
PERSONA RECOLECTO MUESTRA: FRANCISCO MENJIVAR FECHA DE ANALISIS 22-10-2012  
HORA DE RECOLECCION: 9:22 AM FECHA DE EMISION 29-10-2012

RESULTADOS

DETERMINACION	RESULTADO		ESPECIFICACIONES	METODO Y REFERENCIA
	P1=Bocana	P2=Centro		
Conteo de Coliformes Totales	80 NMP/100 mL	Menor de 1.1 NMP/100 mL	5,000 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983
Conteo de Coliformes Fecales	80 NMP/100 mL	Menor de 1.1 NMP/100 mL	1,000 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983
Conteo de <i>Escherichia coli</i>	80 NMP/100 mL	Menor de 1.1 NMP/100 mL	100 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983
Conteo de bacterias Heterótrofas, Mesofilas Aerobias	103 UFC/mL	90 UFC/mL	500 UFC/mL	Placa vertida Referencia: Norma Uruguay UNT 833:2008
Conteo de Enterococos faecalis	Menor de 1.1 NMP/100 mL	Menor de 1.1 NMP/100 mL	35 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983

OBSERVACIONES: Los resultados obtenidos indican que las agua analizadas esta dentro de los límites establecidos por la Normativa Peruana Decreto Supremo año 1983 para Aguas Recreativas en los parámetros: Conteo de Coliformes totales, Coliformes Fecales, *Escherichia coli* y *Enterococos faecalis*; y para el conteo de Bacterias heterótrofas esta dentro del límites establecido por la Normativa Uruguay UNT 833:2008, son aptas para uso recreativo.

F.   
Br. Paula Emérita Rodríguez  
ANALISTA

F.   
Br. Roxana Yamileth Molina C  
ANALISTA

F.   
MSc. Norma Esthela Molina Velásquez  
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA





UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA  
LABORATORIO DE CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE AGUAS



INFORME DE ANALISIS


MUESTRA: AGUA DE MAR CONTROL: 0412  
LUGAR DE RECOLECCION: PEROL, LA LIBERTAD FECHA DE INGRESO 19-08-2012  
PERSONA RECOLECTO MUESTRA: ANGEL FECHA DE ANALISIS 20-08-2012  
HORA DE RECOLECCION: 11:50 AM FECHA DE EMISION 27-08-2012

RESULTADOS

DETERMINACION	RESULTADO	ESPECIFICACIONES	METODO Y REFERENCIA
Conteo de Coliformes Totales	6 NMP/100 mL	5,000 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983
Conteo de Coliformes Fecales	6 NMP/100 mL	1,000 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983
Conteo de <i>Escherichia coli</i>	6 NMP/100 mL	100 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983
Conteo de bacterias Heterótrofas, Mesofilas Aerobias	503 UFC/mL	500 UFC/mL	Placa vertida Referencia: Norma Uruguay UNT 833:2008
Conteo de Enterococos faecalis	Menor de 1.1 NMP/100 mL	35 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983

OBSERVACIONES: Los resultados obtenidos indican que las aguas analizadas esta dentro de los límites establecidos por la Normativa Peruana Decreto Supremo año 1983 para Aguas Recreativas en los parámetros: Conteo de Coliformes totales, Coliformes Fecales, *Enterococos faecalis*, y *Escherichia coli*, sin embargo para el conteo de Bacterias heterótrofas NO CUMPLE; indicando que el agua está contaminada con microorganismos que son arrastrados al agua de mar en la materia orgánica a través de la desembocaduras de los ríos y orillas de la playa; representando un peligro para la salud de los usuarios.

F.   
Br. Paula Emérita Rodríguez  
ANALISTA

F.   
Br. Roxana Yamileth Molina C  
ANALISTA

F.   
MSc. Norma Esthela Molina Velásquez  
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA  
LABORATORIO DE CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE AGUAS



INFORME DE ANALISIS


MUESTRA: AGUA DE MAR CONTROL: 0512  
LUGAR DE RECOLECCION: PEROL, LA LIBERTAD FECHA DE INGRESO 16-09-2012  
PERSONA RECOLECTO MUESTRA: ROSENDO HENRIQUEZ FECHA DE ANALISIS 17-09-2012  
HORA DE RECOLECCION: 10:30 AM FECHA DE EMISION 24-09-2012

RESULTADOS

DETERMINACION	RESULTADO	ESPECIFICACIONES	METODO Y REFERENCIA
Conteo de Coliformes Totales	26 NMP/100 mL	5,000 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983
Conteo de Coliformes Fecales	Menor de 1.1 NMP/100 mL	1,000 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983
Conteo de <i>Escherichia coli</i>	6 NMP/100 mL	100 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983
Conteo de bacterias Heterótrofas, Mesofilas Aerobias	1260 UFC/mL	500 UFC /mL	Placa vertida Referencia: Norma Uruguay UNT 833:2008
Conteo de Enterococos faecalis	Menor de 1.1 NMP/100 mL	35 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983

**OBSERVACIONES:** Los resultados obtenidos indican que las aguas analizadas esta dentro de los límites establecidos por la Normativa Peruana Decreto Supremo año 1983 para Aguas Recreativas en los parámetros: Conteo de Coliformes totales, Coliformes Fecales, *Enterococos faecalis*, y *Escherichia coli*, sin embargo para el conteo de Bacterias heterótrofas NO CUMPLE; indicando que el agua esta contaminada con microorganismos que son arrastrados al agua de mar en la materia orgánica a través de la desembocaduras de los ríos y orillas de la playa; representando un peligro para la salud de los usuarios.

F.   
Br. Paula Emérita Rodríguez  
ANALISTA

F.   
Br. Roxana Yamileth Molina C  
ANALISTA

  
F.   
MSc. Norma Esthela Molina Velásquez  
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA  
LABORATORIO DE CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE AGUAS




INFORME DE ANALISIS


MUESTRA: AGUA DE MAR CONTROL: 0612  
LUGAR DE RECOLECCION: PEROL, LA LIBERTAD FECHA DE INGRESO 21-10-2012  
PERSONA RECOLECTO MUESTRA: FRANCISCO MENJIVAR FECHA DE ANALISIS 22-10-2012  
HORA DE RECOLECCION: 9:58 AM FECHA DE EMISION 29-10-2012

RESULTADOS

DETERMINACION	RESULTADO	ESPECIFICACIONES	METODO Y REFERENCIA
Conteo de Coliformes Totales	Menor de 1.1 NMP/100 mL	5,000 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983
Conteo de Coliformes Fecales	Menor de 1.1 NMP/100 mL	1,000 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983
Conteo de <i>Escherichia coli</i>	Menor de 1.1 NMP/100 mL	100 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983
Conteo de bacterias Heterótrofas, Mesofilas Aerobias	55 UFC/mL	500 UFC/mL	Placa vertida Referencia: Norma Uruguay UNT 833:2008
Conteo de Enterococos faecalis	Menor de 1.1 NMP/100 mL	35 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983

**OBSERVACIONES:** Los resultados obtenidos indican que las aguas analizadas esta dentro de los límites establecidos por la Normativa Peruana Decreto Supremo año 1983 para Aguas Recreativas en los parámetros: Conteo de Coliformes totales, Coliformes Fecales, *Enterococos faecalis*, y *Escherichia coli*; y para las Bacterias heterótrofas están dentro de los límites establecidos por la Normativa Uruguay UNT 833:2008, esta apta para uso recreativo.

F.   
Br. Paula Emérita Rodríguez  
ANALISTA

F.   
Br. Roxana Yamileth Molina C  
ANALISTA

F.   
MSc. Norma Esthela Molina Velásquez  
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA





UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA  
LABORATORIO DE CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE AGUAS



INFORME DE ANALISIS

MUESTRA: AGUA DE MAR CONTROL: 0112  
LUGAR DE RECOLECCION: MIZATA, LA LIBERTAD FECHA DE INGRESO 19-08-2012  
PERSONA RECOLECTO MUESTRA: ANGEL FECHA DE ANALISIS 20-08-2012  
HORA DE RECOLECCION: 11:55 AM FECHA DE EMISION 27-08-2012

RESULTADOS

DETERMINACION	RESULTADO		ESPECIFICACIONES	METODO Y REFERENCIA
	P1=Bocana	P2=Centro		
Conteo de Coliformes Totales	6 NMP/100 mL	Menor de 1.1 NMP/100 mL	5,000 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983
Conteo de Coliformes Fecales	6 NMP/100 mL	Menor de 1.1 NMP/100 mL	1,000 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983
Conteo de <i>Escherichia coli</i>	Menor de 1.1 NMP/100 mL	Menor de 1.1 NMP/100 mL	100 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983
Conteo de bacterias Heterótrofas, Mesofilas Aerobias	233 UFC/mL	885 UFC/mL	500 UFC/ mL	Placa vertida Referencia: Norma Uruguay UNT 833:2008
Conteo de <i>Enterococos faecalis</i>	Menor de 1.1 NMP/100 mL	Menor de 1.1 NMP/100 mL	35 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983

**OBSERVACIONES:** Los resultados obtenidos indican que las aguas analizadas esta dentro de los límites establecidos por la Normativa Peruana Decreto Supremo año 1983 para Aguas Recreativas en los parámetros: Conteo de Coliformes totales, Coliformes Fecales, *Enterococos faecalis*, y *Escherichia coli*, sin embargo para el conteo de Bacterias heterótrofas NO CUMPLE; indicando que el agua está contaminada con microorganismos que son arrastrados al agua de mar en la materia orgánica a través de la desembocaduras de los ríos y orillas de la playa; representando un peligro para la salud de los usuarios.

F.   
Br. Paula Emérita Rodríguez  
ANALISTA

F.   
Br. Roxana Yamileth Molina C  
ANALISTA

F.   
MSc. Norma Esthela Molina Velásquez  
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA





UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA  
LABORATORIO DE CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE AGUAS



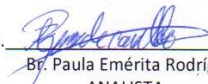
INFORME DE ANALISIS

MUESTRA: AGUA DE MAR CONTROL: 0212  
LUGAR DE RECOLECCION: MIZATA, LA LIBERTAD FECHA DE INGRESO 16-09-2012  
PERSONA RECOLECTO MUESTRA: ROSENDO HENRIQUEZ FECHA DE ANALISIS 17-09-2012  
HORA DE RECOLECCION: 10:40 AM FECHA DE EMISION 24-09-2012

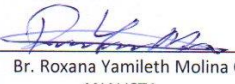
RESULTADOS

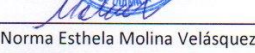
DETERMINACION	RESULTADO		ESPECIFICACIONES	METODO Y REFERENCIA
	P1=Bocana	P2=Centro		
Conteo de Coliformes Totales	80 NMP/100 mL	29 NMP/100 mL	5,000 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983
Conteo de Coliformes Fecales	6 NMP/100 mL	6 NMP/100 mL	1,000 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983
Conteo de <i>Escherichia coli</i>	46 NMP/100 mL	Menor de 1.1 NMP/100 mL	100 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983
Conteo de bacterias Heterótrofas, Mesofilas Aerobias	933 UFC/mL	798 UFC/mL	500 UFC/mL	Placa vertida Referencia: Norma Uruguay UNT 833:2008
Conteo de Enterococos faecalis	Menor de 1.1 NMP/100 mL	Menor de 1.1 NMP/100 mL	35 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983

OBSERVACIONES: Los resultados obtenidos indican que las agua analizadas esta dentro de los límites establecidos por la Normativa Peruana Decreto Supremo año 1983 para Aguas Recreativas en los parámetros: Conteo de Coliformes totales, Coliformes Fecales, *Escherichia coli*, *Enterococos faecalis*, sin embargo para el conteo de Bacterias heterótrofas NO CUMPLE; indicando que el agua está contaminada con materia orgánica a través de la desembocaduras de los ríos y orillas de la playa; representando un peligro para la salud de los usuarios.

F.   
Br. Paula Emérita Rodríguez  
ANALISTA



F.   
Br. Roxana Yamileth Molina C  
ANALISTA

F.   
MSc. Norma Esthela Molina Velásquez  
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA  
LABORATORIO DE CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE AGUAS



INFORME DE ANALISIS

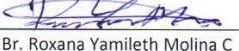
MUESTRA: AGUA DE MAR CONTROL: 0312  
LUGAR DE RECOLECCION: MIZATA, LA LIBERTAD FECHA DE INGRESO 21-10-2012  
PERSONA RECOLECTO MUESTRA: FRANCISCO MENJIVAR FECHA DE ANALISIS 22-10-2012  
HORA DE RECOLECCION: 10:15 AM FECHA DE EMISION 29-10-2012

RESULTADOS

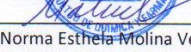
DETERMINACION	RESULTADO		ESPECIFICACIONES	METODO Y REFERENCIA
	P1=Bocana	P2=Centro		
Conteo de Coliformes Totales	26 NMP/100 mL	53 NMP/100 mL	5,000 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983
Conteo de Coliformes Fecales	11 NMP/100 mL	53 NMP/100 mL	1,000 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983
Conteo de <i>Escherichia coli</i>	Menor de 100 NMP/100 mL	6 NMP/100 mL	100 NMP/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983
Conteo de bacterias Heterótrofas, Mesofilas Aerobias	172 UFC/mL	80 UFC/MI	500 UFC /mL	Placa vertida Referencia: Norma Uruguay UNT 833:2008
Conteo de Enterococos faecalis	Menor de 1.1 NMP/100 mL	Menor de 1.1 NMP/100 mL	35 NMP1/100 mL	Tubos Múltiples Referencia: Norma Peruana Decreto Supremo año 1983

**OBSERVACIONES:** Los resultados obtenidos indican que las agua analizadas esta dentro de los límites establecidos por la Normativa Peruana Decreto Supremo año 1983 para Aguas Recreativas en los parámetros: Conteo de Coliformes totales, Coliformes Fecales, *Escherichia coli* y *Enterococos faecalis* y el conteo de Bacterias heterótrofas esta dentro de la Normativa Uruguaya UNT 833:2008, son aptas para uso recreativo.

F.   
Br. Paula Emérita Rodríguez  
ANALISTA

F.   
Br. Roxana Yamileth Molina C  
ANALISTA



F.   
MSc. Norma Esthela Molina Velásquez  
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA

**ANEXO Nº 16**

**FIRMA DE HOJA DE RECIBIDO DE LOS INFORMES A  
COOPERATIVISTAS DE MIZATA.**



FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR



Ciudad Universitaria, 27 de noviembre de 2014.

Licenciado  
Federico Mejía  
Presidente  
FUTECMA  
Presente.

Estimado Lic. Mejía:


A través de la presente reciba un cordial saludo y deseos de éxito personal y profesional.

En esta oportunidad tenemos el agrado de entregar los resultados obtenidos en la investigación denominada "Clasificación de las Playas Taquillo, Perla, Perol y Mizata, ubicadas en 12.36 kilómetros de la línea litoral del Departamento de La Libertad, El Salvador, de acuerdo a su uso recreativo", esto en atención al apoyo brindado por FUTECMA para llevar a cabo la investigación y a manera que los resultados puedan ser utilizados en beneficio de las playas muestreadas.

Sin más por el particular, nos suscribimos de ustedes con toda consideración y estima.

Muy atentamente,

"HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA"

  
MSc. Norma Esthela Molina Velásquez  
Coordinadora de la Sección de Microbiología





  
Br. Paula Emérita Rodríguez

  
Br. Roxana Yamileth Molina

## RECOMENDACIONE

1. No verter agua contaminada directamente a los ríos o mares.
2. A los restaurantes y lugareños clasificar la basura colocando basureros debidamente identificados.

## CONCLUSION

Según los resultados microbiológicos coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli*, *Enterococos faecales*, cumplen con la Normativa Peruana Decreto Supremo año 1983, indicando que las aguas marinas no presentan un riesgo para la salud, el conteo de las bacterias heterótrofas no cumplen con la Normativa Uruguaya UNIT833:2008, en los meses de agosto y septiembre indicando que el agua está contaminada con materia orgánica a traves de la desembocaduras de ríos y orillas de la playa representando un peligro para la salud de los turista y lugareños.

## ANEXO Nº 17

Tabla Nº 1: Índice del NMP con 95 % de límite de confianza cuando se usa 5 tubos con 20 mL muestra de agua (19)

No. de Tubos positivos	NMP/100 MI	95% de Limite de Confianza (aproximado)	
		Inferior	Superior
0	< 1,1	0	3,0
1	1,1	0,05	6,3
2	2,6	0,3	9,6
3	4,6	0,8	14,7
4	8,0	1,7	26,4
5	> 8,0	4,0	Infinito

## ANEXO Nº 18

Cuadro Nº 7: Diseño de etiqueta de frasco de recolección de muestra de agua

LUGAR DE RECOLECCION:
PERSONA QUE RECOLECTO LA MUESTRA:
FECHA Y HORA DE RECOLECCION DE LA MUESTRA:
FECHA DE ANALISIS:

## ANEXO N° 19

Tabla N° 2: Norma Peruana Decreto Supremo 007-83-SA 1983 sobre calidad microbiana para agua de mar. (23)

MICROORGANISMOS	NMP/100 mL
COLIFORMES TOTALES	5,000
COLIFORMES FECALES	1,000
ESCHERICHIA COLI	100
ENTEROCOCOS	35

## ANEXO Nº 20

Tabla Nº 3: Norma Uruguaya UNIT833:2008 sobre calidad microbiana para agua de mar. (24)

MICROORGANISMO	UFC/mL
BACTERIAS HETEROTROFAS	500

## ANEXO Nº 21

Tabla Nº 4: Normativa Cubana ISBN 959-7136-35. (25)

PARAMETROS	RANGO
Salinidad	24 – 36 %
T (°C)	23 – 28 °C
pH	7.2 – 8.3

**ANEXO Nº 22**

**PREPARACION DE LOS MEDIOS DE CULTIVOS**

## **Preparación de los medios de cultivo utilizados en análisis microbiológico**

- Preparación del caldo LMX de doble concentración
  1. Pesar 44.8 g de caldo LMX, agregar a un erlenmeyer con capacidad de 2,000 mL
  2. Llevar con agua desmineralizada a 1,400 mL, agitar hasta disolver completamente el caldo
  3. Medir con ayuda de una pipeta volumetrica 20 mL de caldo previamente preparado, y colocar en un tubo.
  4. Realizar el mismo procedimiento hasta completar los 20 tubos con el caldo.
  5. Esterilizar a una temperatura de  $37^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
  
- Preparación de caldo Azida Dextrosa de doble concentración
  1. Pesar 12.6 g de extracto de carne, 21 g de cloruro de sodio, 21 g de glucosa, 42 g de triptona y 0.56 g de azida de sodio, agregar todo en un erlenmeyer con capacidad de 2,000 mL.
  2. Llevar con agua desmineralizada a 1,400 mL, agitar hasta disolver completamente el caldo.
  3. Medir con ayuda de una pipeta volumétrica 20 mL de caldo previamente preparado, y colocar en cada tubo.
  4. Realizar el mismo procedimiento hasta completar los 20 tubos con el caldo para el respectivo análisis.
  5. Esterilizar a una temperatura de  $37^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}$ .

- Preparación de Caldo EC

1. Pesar 22.6 g de caldo EC, agregar en un erlenmeyer de 1,000 mL.
2. Llevar con agua desmineralizada 600 mL, agitar hasta disolver completamente el caldo.
3. Medir con ayuda de una pipeta volumétrica 10 mL el caldo EC, y colocar en cada tubo.
4. Realizar el mismo procedimiento hasta completar los 60 tubos para el análisis.
5. Esterilizar a una temperatura de  $37^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

- Preparación de Agar Estándar Método

1. Pesar 31.5 g de agar estándar método, agregar en un erlenmeyer de 2,000 mL
2. Llevar con agua desmineralizada a 1,400 mL, agitar hasta disolver completamente el agar.
3. Esterilizar a una temperatura de  $37^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

- Preparación del agar dextrosa purpura bromocresol

1. Pesar 30 g de agar , 5 g de D-glucosa, 10 g de extracto de levadura, 2.7 g de fosfato dipotásico, 2.7 g de fosfato potásico, 5 g de cloruro de sodio, 10 g de peptona de caseína y 0.032 g de purpura bromocresol, agregar en un erlenmeyer de 1,000 mL
2. Disolver con agua desmineralizada a 630 mL.
3. Agregar el agar en placas de petri esteriles
4. Esterilizar a una temperatura de  $37^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , para el análisis.

- Preparación de las soluciones stock "A" y "B" para la preparación de agua Bufferada
  
- Preparación de la Solución Stock "A"
  1. Pesar 17 g de fosfato monopotásico y disolver en 250 mL de agua destilada.
  2. Ajustar el pH a  $7.2 \pm 0.5$ .
  3. Completar el volumen a 500 mL con agua destilada.
  
- Preparación de la Solución Stock "B"
  1. Pesar 40.5 g de cloruro de magnesio y disolver en 500 mL de agua destilada.
  
- Preparación de agua bufferada
  1. Medir 5.6 mL de la solución Stock "A"
  2. Medir 22.5 ml de la solución Stock "B"
  3. Llevar a un volumen de 4.5 litros con agua destilada en un erlenmeyer con capacidad de 2,000 mL y de 500 mL.
  4. Distribuir en los respectivos frascos (90 mL, 180 mL) y en tubos (9 mL) para el respectivo análisis microbiológico.
  5. Rotular cada frasco e identificarlos.
  6. Esterilizar a una temperatura de  $37^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$