

**Universidad de El Salvador  
Facultad de Ciencias Agronómicas  
Escuela de Posgrado y Educación Continua**

**Programa de Posgrado en Agronomía Tropical Sostenible**



**“Análisis de la calidad del agua marina en los muelles artesanales de los  
Puertos de Acajutla en Sonsonate y La Libertad en La Libertad,  
El Salvador 2013”**

**Presentada por:**

**Licenciada Jasmín Ercilia Gertrudis Cárdenas España**

**Tesis**

**Presentada como requisito parcial para obtener el Grado de:**

**Maestra en Gestión Integral del Agua**

**San Salvador, El Salvador, Centro América, 2015.**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR:**

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

**SECRETARIA GENERAL:**

DRA. ANA LETICIA ZA VALETA DE AMAYA

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**DECANO:**

ING. AGR. M. SC. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA

**SECRETARIO:**

ING. AGR. M. SC. LUIS FERNANDO CASTANEDA ROMERO

Esta Tesis fue realizada bajo la dirección del Tribunal Evaluador de Tesis indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para la obtención del grado de:

**Maestra en Gestión Integral del Agua**  
**San Salvador, El Salvador, Centro América, 2015**

**Tribunal Evaluador de Tesis**

---

Ing. Agr. M. Sc. Andrés Wilfredo Rivas  
Asesor de Tesis y Presidente del Tribunal Evaluador de Tesis

---

Ing. Agr. M. Sc. Rafael Antonio Menjívar Rosa  
Secretario y Miembro del Tribunal Evaluador de Tesis

---

Ing. Agr. M. Sc. Efraín Antonio Rodríguez Urrutia  
Vocal y Miembro del Tribunal Evaluador de Tesis

---

Ing. Agr. M. Sc. Efraín Antonio Rodríguez Urrutia  
Director de la Escuela de Posgrado y Educación Continua

## **DEDICATORIA**

A Dios, por colmarme de bendición y sabiduría durante la etapa de la maestría, para llegar a culminarla. A mi hija Taís Guadalupe, por darme la voluntad de seguir adelante.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios, por guiar mis pasos.

A mi hija, por quererme mucho.

A Blanquita mi comadre, por cuidar a mi hija mientras asistía a clases.

A Abel, por informarme sobre el curso de la maestría.

A mis compañeros de clases: Humberto, Yanet, Ana Luisa, Amanda, Walter, Alejandro, Franklin, Mauricio y Carlos.

A mis asesores: Efraín, Andrés y Rafael.

A Luis, por estar siempre atento y servicial durante los cursos de la maestría.

A Numa, Raúl, Cecy y Beatriz, por su apoyo.

A la Dirección General de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura (CENDEPESCA) y al Laboratorio de Biotoxinas Marinas (LAB-TOX) de la Universidad de El Salvador, especialmente a Jaime por identificar las microalgas en las muestras del agua marina.

## Índice

	Página
Resumen	1
Abstract	2
I. Introducción	3
II. Planteamiento del Problema	5
III. Objetivos	7
2.1. Objetivo General	7
2.2. Objetivos Específicos	7
IV. Hipótesis	7
V. Marco Teórico Conceptual	8
5.1. Desarrollo	8
5.2. Desarrollo humano	8
5.3. Desarrollo sostenible	9
5.4. Desarrollo económico	9
5.5. Subdesarrollo	10
5.6. Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM)	11
5.7. Desarrollo local	12
5.8. Medio ambiente	13
5.8.1. Ciclo del agua	13
5.9. Contaminación	14
5.10. Desechos sólidos y líquidos	16
5.11. Turismo	17
5.12. La pesca artesanal en su función económica	19
5.13. Aspectos socio-económicos del municipio de Acajutla	20
5.13.1. Condiciones ambientales del municipio de Acajutla	20
5.14. Aspectos socio-económicos del municipio de La Libertad	21
5.14.1. Condiciones ambientales del municipio de La Libertad	21
5.15. Legislación y Normatividad	22
5.16. Normas de análisis de agua de otros países	24
5.17. Calidad del agua	24
5.17.1. Criterios de calidad de agua	25

5.17.2.	Calidad de agua para uso de fauna y flora	26
5.17.3.	Indicadores e índices de calidad del agua marina	27
5.17.4.	Índice de calidad de agua (ICA)	27
5.17.5.	Índice ambiental	29
5.18.	Variabes físicos y químicos	32
5.19.	Variabes biológicas	36
5.19.1.	Algas asociadas a proliferaciones de microalgas	36
5.19.2.	Bioindicadores	37
VI.	Metodología	42
6.1.	Ubicación geográfica	42
6.2.	Periodo de la investigación	43
6.3.	Criterios de la calidad de agua de mar para uso de presencia de fauna y flora	43
6.4.	Criterios para la toma de muestras de agua de mar para uso de fauna o flora	43
6.5.	Bioindicadores de calidad del agua para uso de fauna o flora	44
6.6.	Diagnóstico	45
6.7.	Análisis de datos	46
6.8.	Índice de Calidad de Agua (ICA)	46
6.8.1.	Cálculo	46
6.8.2.	Parámetros	46
6.8.3.	Coficiente de ponderación por parámetro	47
6.8.4.	Ecuaciones y criterios para el cálculo	47
6.8.5.	Evaluación del ICA	48
VII.	Análisis de Resultados	49
7.1.	Índice de Calidad de Agua marina (ICA)	49
7.1.1.	Puerto de Acajutla	49
7.1.2.	Puerto de La Libertad	49
7.2.	Análisis de parámetros físicos y químicos en los muelles de los puertos de Acajutla y La Libertad	50
7.2.1.	Puerto de Acajutla	50
7.2.1.1.	Temperatura	50
7.2.1.2.	Oxígeno disuelto	52

7.2.1.3.	Salinidad	54
7.2.1.4.	Conductividad eléctrica	55
7.2.1.5.	Potencial de hidrógeno y transparencia del agua marina	56
7.2.2.	Puerto de La Libertad	57
7.2.2.1.	Temperatura	58
7.2.2.2.	Oxígeno disuelto	59
7.2.2.3.	Salinidad	61
7.2.2.4.	Conductividad eléctrica	62
7.2.2.5.	Potencial de hidrógeno y transparencia del agua marina	63
7.3.	Análisis de parámetros biológicos (bioindicadores) en los muelles de los puertos de Acajutla y La Libertad	64
7.3.1.	Identificación de microalgas marinas en el muelle del puerto de Acajutla	65
7.3.2.	Identificación de microalgas marinas en el muelle del puerto de La Libertad	66
7.3.2.1.	Diatomeas	70
7.3.2.2.	Dinoflagelados	70
7.3.3.	Análisis de la calidad del agua marina para presencia de fauna en los muelles de Acajutla y La Libertad	73
7.4.	Principales actividades antropogénicas en los muelles de los puertos de Acajutla y La Libertad	73
7.4.1.	Funcionamiento del muelle de Acajutla	73
7.4.2.	Funcionamiento del muelle de La Libertad	75
7.4.3.	Comercialización	77
7.4.3.1.	Puerto de Acajutla	77
7.4.3.2.	Puerto de La Libertad	77
7.4.4.	Resultados de las encuestas a turistas	77
7.4.4.1.	Muelle de Acajutla	77
7.4.4.2.	Muelle de La Libertad	78

7.4.5.	Resultados de las encuestas a turistas en restaurantes	79
7.4.5.1.	Puerto de Acajutla	79
7.4.5.2.	Puerto de La Libertad	79
7.4.6.	Resultados de las encuestas a Cooperativas	80
7.4.6.1.	Puerto de Acajutla	80
7.4.6.2.	Puerto de La Libertad	81
7.4.7.	Resultados de las encuestas a Alcaldías Municipales de Acajutla y La Libertad	83
7.4.7.1.	Alcaldía Municipal de Acajutla	83
7.4.7.2.	Alcaldía Municipal de La Libertad	84
7.5.	Problemática identificada que contribuyen a la contaminación del agua del mar	86
7.6.	Propuestas para los gobiernos locales para elaborar Programas de Educación Ambiental que contribuyan a mitigar la contaminación en los muelles de cada puerto	87
7.6.1.	Propuesta para el manejo de los impactos ambientales generados en los muelles de cada puerto	87
7.6.2.	Propuesta para el saneamiento en el proceso de los principales productos pesqueros en cada muelle	88
7.7.	Propuesta de indicadores físicos, químicos y biológicos como insumo para una Norma Salvadoreña de la Calidad de Agua Costero Marino	89
VIII.	Conclusiones	92
IX.	Recomendaciones	93
X.	Bibliografía	94
XI.	Anexos	108

## Índice de Cuadros

	Página
Cuadro 1. Objetivos de Desarrollo del Milenio, según la declaratoria del Milenio de la Naciones Unidas 2000.	12
Cuadro 2. Efectos de la contaminación sobre los seres acuáticos y la pesca.	17
Cuadro 3. Límites máximos permisibles para toxinas de la Norma para los moluscos bivalvos vivos y los moluscos bivalvos crudos.	23
Cuadro 4. Criterios de calidad de las aguas marinas y de estuario.	26
Cuadro 5. Escala de calificación del Índice de Calidad de Agua de acuerdo a su función.	30
Cuadro 6. Coeficiente de ponderación por parámetro del ICA.	31
Cuadro 7. Agrupación de parámetros por ICA particulares.	32
Cuadro 8. Relación entre temperatura, salinidad y profundidad, en calidad de agua de uso de fauna y flora.	36
Cuadro 9. Métodos y equipo para monitorear la calidad del agua costero-marina de uso de presencia de fauna y flora.	44
Cuadro 10. Moluscos bioindicadores de presencia de biotóxicas marinas, 2013.	44
Cuadro 11. Valor de Índice de Calidad de Agua en el muelle de Acajutla, Sonsonate, 2013.	49
Cuadro 12. Valor del Índice de Calidad de Agua en muelle artesanal de La Libertad, La Libertad, 2013.	49
Cuadro 13. Identificación de especies de microalgas presentes en el muelle de Acajutla, 2013.	65
Cuadro 14. Identificación de especies de microalgas presentes en el muelle de La Libertad, 2013.	67
Cuadro 15. Resultados de los análisis en muestras de “ostras de piedra” en playas en los municipios Acajutla y La Libertad, 2013.	73

Cuadro 16.	Rango de niveles celulares de microalgas toxicas para la calidad de aguas marinas y de estuario.	90
Cuadro 17.	Rango de límites máximos permisibles de parámetros físicos y químicos para la calidad de aguas marinas y de estuario.	91

**Índice de Figuras**

	Página
Figura 1. Ubicación de los muelles de los puertos de Acajutla, en Sonsonate y La Libertad en La Libertad.	42
Figura 2. Parámetro de temperatura del agua marina (flechas rojas termoclina) en el muelle de Acajutla, 2013.	52
Figura 3. Parámetro del oxígeno disuelto en el muelle de Acajutla, 2013.	53
Figura 4. Parámetro de salinidad del agua marina (flechas rojas haloclina) en el muelle de Acajutla, 2013.	55
Figura 5. Parámetro de conductividad eléctrica del agua marina en el muelle de Acajutla, 2013.	56
Figura 6. Parámetros de pH y transparencia del agua marina en el muelle de Acajutla, 2013.	57
Figura 7. Parámetro de temperatura del agua marina en el muelle de La Libertad, 2013.	59
Figura 8. Parámetro del oxígeno disuelto del agua marina en el muelle de La Libertad, 2013.	60
Figura 9. Parámetro de salinidad (flechas rojas haloclina) en el muelle de La Libertad, 2013.	62
Figura 10. Parámetro de conductividad eléctrica del agua marina en el muelle de La Libertad, 2013.	63
Figura 11. Parámetros de pH y transparencia del agua en el muelle de La Libertad, 2013.	64

## Índice de Anexos

		Página
Anexo 1.	Norma para los moluscos bivalvos vivos y los moluscos bivalvos crudos. CODEX STAN 292-2008	108
Anexo 2.	Formulario de registro para la toma de parámetros físicos y químicos para calidad de agua.	117
Anexo 3.	Conteo y porcentaje celular de microalgas en muestras de agua marina (cel.ml <sup>-1</sup> ) identificadas el muelle de Acajutla, 2013.	118
Anexo 4.	Conteo y porcentaje celular de microalgas en muestras de agua marina (cel.ml <sup>-1</sup> ) identificadas el muelle de La Libertad, 2013.	120
Anexo 5.	Zonificación del área perimetral de 50 metros cerca del muelle de Acajutla, Sonsonate.	122
Anexo 6.	Zonificación del área perimetral de 50 metros cerca del muelle de La Libertad, La Libertad.	122
Anexo 7.	Zona peatonal aledaña al Malecón y Alcaldía municipal de La Libertad.	123
Anexo 8.	Área de procesamiento de productos pesqueros en el muelle de La Libertad.	123
Anexo 9.	Resultados de las encuestas a turistas en el muelle de La Libertad, La Libertad, 2013.	124
Anexo 10.	Resultados de las encuestas a turistas en restaurantes aledaños en el muelle de La Libertad, La Libertad, 2013.	124
Anexo 11.	Resultados de las encuestas de la Asociación Cooperativa Pesquera Renderos de Acajutla de R. L., presente en el muelle de Acajutla, Sonsonate, 2013.	125
Anexo 12.	Resultados de las encuestas a tres Asociaciones de Cooperativas Pesqueras: El Mero de R. L., ACOOPAL de R. L. y ACOPPSEMDI de R. L. presente en el muelle de La Libertad, La Libertad, 2013.	126
Anexo 13.	Resultados de las encuestas a la Alcaldía Municipal de Acajutla, Sonsonate, y la Alcaldía Municipal de La Libertad, La Libertad, 2013.	128

## Resumen

Cárdenas España, JEG. 2015. Análisis de la calidad del agua marina en los muelles artesanales de los Puertos de Acajutla en Sonsonate y La Libertad en La Libertad, El Salvador 2013. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. El Salvador, C. A. 142 p.

El estudio de análisis de la calidad del agua marina en los muelles artesanales de los puertos de Acajutla y La Libertad, fue ejecutado en los meses de febrero a septiembre de 2013. Se utilizó el Índice de Calidad de Agua (ICA), el cual proporcionó un resultado del 73% en ambos muelles, clasificándolos en el límite de Aceptable para todos los organismos. Se realizaron monitoreos de toma de parámetros físico-químicos, los cuales mostraron pequeñas variaciones a diferentes profundidades. La temperatura del agua marina en la superficie en el muelle de Acajutla osciló en rango entre 28° a 30.5° C; la salinidad en 31.4 a 34.0 PSS; la conductividad eléctrica en 53,200 a 56,900  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ; el pH entre 7.4 a 8.6; y el oxígeno disuelto entre 4.7 a 9.4  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ . Para el caso del muelle de La Libertad el rango de temperatura del agua marina en la superficie osciló entre 27.8° a 30.6° C; la salinidad entre 31.4 a 33.8 PSS; el oxígeno disuelto el rango fue de 4.8 a 6.7  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ; la conductividad eléctrica osciló entre 52,000 a 56,800  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ; y el pH entre 8.1 a 8.7. Como indicador biológico de la fauna se utilizaron a moluscos bivalvos como la “ostras de piedra” (*Crassostrea iridescens*), para identificar presencia de saxitoxinas, dando como resultados un rango entre 166.25 a 389.76 UR/100 g, concluyendo que se encontraba dentro de la norma de CODEXSTAN 292-2008 de 400 UR/100 g. Como indicador biológico de flora se analizó la presencia de microalgas, de las cuales se identificaron diez géneros asociadas a proliferación, entre ellas: *Alexandrium spp*, *Akashiwo spp*, *Gymnodinium spp*, *Gonyaulax spp*, *Prorocentrum spp*, *Cochlodinium sp*, *Thalassionema spp*, *Pseudon-Nitzschia spp*, *Ceratium spp* y *Pyrodinium spp*. Se encontró a *Cochlodinium polykrikoides*, con mayor frecuencia en ambos muelles, distribuyéndose en condiciones bajo la norma.

**Palabras claves:** Calidad, agua marina, ICA, parámetros físico-químicos, microalgas, saxitoxinas, Acajutla, La Libertad, muelle.

## Abstract

Cárdenas España, JEG. 2015. Análisis de la calidad del agua marina en los muelles artesanales de los Puertos de Acajutla en Sonsonate y La Libertad en La Libertad, El Salvador 2013. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. El Salvador, CA. 142 p.

The study analyzes the quality of seawater in the craft docks of the ports of Acajutla and La Libertad, he was executed in february to september the 2013. The Water Quality Index (ICA), which was used, provided a score of 73% in both spring, classifying borderline acceptable to all agencies. It is making monitoring physico-chemical parameters were performed, which showed small variations at different depths. The temperature of sea water on the surface in the spring of Acajutla ranged in rank from 28° to 30.5° C; salinity 31.4 to 34.0 PSS; electrical conductivity in 53,200 to 56, 900  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ; the pH between 7.4 to 8.6; and dissolved oxygen between 4.7 to 9.4  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . In the case of La Libertad pier range sea water temperatures in the area ranged from 27.8° to 30.6° C; salinity between 31.4 to 33.8 PSS; dissolved oxygen range was 4.8 to 6.7  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ; electrical conductivity ranged from 52,00 to 56,800  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ; pH between 8.1 and 8.7. As a biological indicator of fauna bivalve molluscs as the “oyster stone” (*Crassostrea iridescens*) they were used to identify the presence of saxitoxin, giving as a result a range between 166.25 to 389.76 UR/100 g; it concluded, was within the norm of CODEXSTAN 292-2008 de 400 UR/100 g. As a biological indicator of the presence of microalgae plant was analyzed, of which ten genera associated with proliferation, including identified: *Alexandrium spp*, *Akashiwo spp*, *Gymnodinium spp*, *Gonyaulax spp*, *Prorocentrum spp*, *Cochlodinium sp*, *Thalassionema spp*, *Pseudon-Nitzschia spp*, *Ceratium spp* y *Pyrodinium spp*. He found *Cochlodinium poykrikoides*, most often in both spring, distributed under the standard conditions.

**Key words:** Marine water, quality, ICA, physicochemical parameter, biology, Acajutla, La Libertad, dock.

## I. Introducción

El Salvador es el país más pequeño y más densamente poblado de la región de Centro América, su área cubre 20,608 km<sup>2</sup>, se encuentra delimitado al Sur por el Océano Pacífico, su población alcanza los 5,744,113 habitantes (DIGESTYC 2008).

La actividad portuaria de El Salvador, se caracteriza por la presencia de importantes puertos, entre los más mencionados: Puerto de Acajutla, Puerto de la Libertad, Puerto El Triunfo, Puerto Parada y Puerto de La Unión. La construcción de los diferentes puertos fue una estrategia de intercambio de productos, de importación comercial y de exportación, acercando las líneas fronterizas ante un mercado que cada día se muestra en una competencia dinámica ante el desarrollo sostenible.

Sin embargo, los puertos debido a sus actividades como la pesca, recreación, comercio, entre otras, son receptores de descargas de los sistemas de tratamiento de aguas residuales de efluentes domésticos, industriales, agrícolas, pecuarios o agua de escorrentías, debido al uso de espacios costeros, las cuales están alterando las condiciones naturales de la calidad del agua, sedimentos y suelos, trayendo consigo enfermedades cardiovasculares, cutáneas y gastrointestinales, adquiriéndose éstas por medio de la ingesta directa del agua, el consumo de peces o mariscos, principalmente bivalvos, extraídos de aguas contaminadas o irrigadas, lavadas o preparadas con ellas.

La presente investigación tuvo por objetivo realizar análisis de la calidad del agua marina, para confirmar o no la presencia de fauna y flora, a través de la aplicación del Índice de Calidad de Agua (ICA), y su principal impacto en el ser humano. En dicho índice se utilizaron parámetros simplificados como indicadores del deterioro en la calidad del agua costera, que permitió reflejar un valor representativo e indicativo del nivel de contaminación.

Los parámetros para identificar la calidad del agua fueron: parámetros microalgales tóxicos (*Alexandrium spp*, *Gymnodinium spp*, *Gonyaulax spp*, *Pyrodinium spp*, *Procetrum spp*, y *Ceratium spp*), parámetros físicos (temperatura, transparencia, color y olor); y parámetros

químicos (oxígeno disuelto, potencial de Hidrógeno, conductividad eléctrica, salinidad y turbidez), como indicadores de contaminación de uso y de presencia de fauna y flora, tanto en el muelle artesanal de Acajutla como en el de La Libertad.

Además de la toma de muestras de agua mensual, se obtuvieron muestras bimensuales de bivalvos, es decir, “ostras” (*Crassostrea iridiscens*), como bioindicadores para el análisis de presencia de biotóxicas marinas: paralizantes, diarreicas y amnésicas, que son perjudiciales a la salud humana. El proceso para cuantificar dichos parámetros incluyó el uso del monitoreo como principal herramienta para definir la condición del recurso hídrico.

De igual manera, se realizaron encuestas dirigidas a las cooperativas pesqueras, turistas, restaurantes y a cada alcaldía de los municipios de La Libertad y Acajutla, con el propósito de conocer que tan conscientes están las personas e instituciones sobre el funcionamiento y desarrollo de los muelles artesanales en los dos puertos, el cual se llevó a cabo en los meses de febrero a octubre del año 2013.

## II. Planteamiento del Problema

El desarrollo sostenible se enfoca desde una perspectiva local, con énfasis en el manejo y gestión de los recursos hídricos, que pueda satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer las posibilidades de las futuras, para atender sus propias necesidades. En él se plantea el reto de incluir líneas de investigación enfocadas en la prevención y control de la degradación ambiental urbana y rural, como es: la contaminación del agua, aire y la contaminación visual y auditiva; conservación escénica que afecta la flora y la fauna, y sobre todo la calidad de vida de las comunidades.

El sector portuario se ve incluido en el cuestionamiento crítico sobre la sostenibilidad futura de los ecosistemas costeros marinos, debido a la deficiente gestión en la operación de los puertos, siendo receptores de residuos sólidos y líquidos, orgánicos e inorgánicos, de tipo industrial, doméstico u otro, que directamente son descargados al mar o que llegan por corrientes fluviales.

Los principales efectos del manejo inadecuado de los residuos se centran en cambios en las características físico-químicos y microbiológicos del recurso hídrico, que ponen en riesgo la existencia de organismos importantes en el equilibrio ecológico. Debido al deterioro progresivo de la calidad sanitaria de las aguas marinas, los efectos trascienden sobre la población directamente y causan problemas en la salud de las personas, muchas veces con impacto significativo sobre actividades económicas de importancia fundamental como el turismo y las actividades pesqueras.

Nuestro país no cuenta con una norma y estándares que determinen la calidad del agua marina, sobre niveles permisibles de tóxicos químicos y contaminantes sanitarios en el medio marino. Tal situación, conlleva a realizar la búsqueda en obtener una herramienta, a través del uso del Índice de Calidad de Agua (ICA), que proporcione una base para estimar la calidad, utilizando indicadores como medidas simples de factores o especies biológicas que sean indicativas del sistema biofísico o socioeconómico.

El presente estudio de investigación permitió realizar una caracterización de la calidad del agua marina en los muelles de los puertos de Acajutla y La libertad, para uso de presencia de fauna y flora, a través del análisis de parámetros físicos (temperatura, color y olor), químicos (oxígeno disuelto, potencial de hidróxido –pH-, salinidad y turbidez), y ambientales como las microalgas (*Alexandrium spp*, *Gymnodinium spp*, *Gonyaulax spp*, *Pyrodinium spp*, *Prorocentrum spp*, *Ceratium spp* y *Ceratium spp*) y los moluscos bivalvos (*Crassostrea iridescens*).

Para la clasificación de la calidad del agua se realizó una comparación con base a los parámetros físico-químicos regulados por la Norma Salvadoreña NSO 13.49.01:09 y la Norma para moluscos bivalvos vivos y moluscos bivalvos crudos (CODEX STAN 292-2008).

### **III. Objetivos**

#### **3.1. Objetivo General**

Analizar la calidad del agua marina en los muelles artesanales de los puertos de Acajutla y de La Libertad.

#### **3.2. Objetivos Específicos**

- Analizar la calidad del agua marina, utilizando parámetros ambientales como indicadores de la calidad biológica, física y química.
- Caracterizar las principales actividades antropogénicas que contribuyen a la contaminación socio-sanitaria de las aguas marinas.
- Proporcionar insumos que sirvan a los gobiernos locales para elaborar programas de educación ambiental, que contribuyan a mitigar la contaminación en los puertos.

### **IV. Hipótesis**

La calidad del agua marina en los muelles de los puertos de Acajutla y La Libertad se encuentra en el límite de Aceptable, para la vida acuática de la fauna y flora.

## **V. Marco Teórico Conceptual**

### **5.1. Desarrollo**

El concepto de desarrollo tiene varias acepciones que puede estar relacionado como el proceso de evolución, crecimiento y cambio de un objeto, persona o situación específica en determinadas condiciones. Según el PNUD (1996) la verdadera riqueza de una nación está en su gente.

El desarrollo está en crear un ambiente propicio para que los seres humanos disfruten de una vida prolongada, saludable y creativa. Es decir, mayor acceso al conocimiento, mejores servicios de nutrición y salud, medios de vida más seguros, protección contra el crimen y la violencia física, una adecuada cantidad de tiempo libre, libertades políticas y culturales; y un sentido de participación en las actividades comunitarias (PNUD 1996).

### **5.2. Desarrollo Humano**

Existen varios tipos de desarrollo, entre ellos el llamado desarrollo humano, que es el proceso mediante el cual se busca la ampliación de las oportunidades para las personas, aumentando sus derechos y capacidades como: la participación, equidad de género, seguridad, sostenibilidad, las garantías de los derechos humanos y otros necesarios para ser creativos y vivir en paz.

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) menciona los siguientes derechos:

- 1) Una vida longeva y sana, medida por la esperanza de vida al nacer: 25 años y 85 años.
- 2) El conocimiento, medido por la tasa de alfabetización adulta (con una ponderación de dos tercios y la tasa de matrícula total combinada de primaria, secundaria y terciaria): 15 años o más de edad; 0% y 100%.
- 3) Nivel de vida decente, medido por el Producto Interno Bruto (PIB) per cápita (PNUD 1996).

El índice de desarrollo humano es un promedio simple del índice de esperanza de vida, el índice de nivel educacional y el índice del ingreso per cápita ajustado, por lo que se calcula dividiendo entre 3 la suma de los tres índices. De esta manera, el índice muestra la posición de un país dentro de la escala entre cero y uno, en donde un valor lejano al uno denota carencias en su desarrollo humano. Por lo tanto, las áreas de política que deben ser prioritarias (PNUD 1996).

### **5.3. Desarrollo sostenible**

Se relaciona con la mejoría de las condiciones de vida presente, sin poner en riesgo los recursos de las generaciones futuras, es decir, aprovechamiento adecuado de los recursos que se tienen, satisfaciendo las necesidades de los pobladores pero sin exprimir al máximo los bienes naturales. En el desarrollo sostenible se necesita de tres elementos fundamentales, como son: sociedad, medio ambiente y una economía, conviviéndose de forma armoniosa y absoluta entre la humanidad y la naturaleza (Kaufmann *et al.* 2004, PNUD 1996).

El concepto de desarrollo está asociado al aumento de bienestar individual y colectivo, medido a través de indicadores económicos y políticos ligados al proceso de mayor o menor crecimiento económico y redistribución de la riqueza. Así mismo, ha sido vinculado con el nivel de industrialización, lo que ha determinado una categorización en países "desarrollados" o "en vías de desarrollo". A fines de los setenta se integró la dimensión social del desarrollo, aunque siempre privilegiando lo económico. Sin embargo, en la década del ochenta se presenció el estancamiento y retroceso del bienestar en gran parte de la humanidad (Bifani 1994).

### **5.4. Desarrollo económico**

El desarrollo económico es el proceso donde las condiciones de bienes y servicios se encuentran en estado creciente y alcanzan todos los grupos sociales que conforman la comunidad. Los conceptos que están íntimamente relacionados con el desarrollo económico son: aumento en el ingreso real per cápita y aumento de la productividad per cápita real en todas las ramas económicas que se encuentran afectadas (Kaufmann *et al.* 2004).

La ONU (2007) continua siendo la única institución dedicada a buscar formas de asegurar que la expansión económica y la mundialización se guíen por políticas que garanticen el bienestar del ser humano, el desarrollo sostenible, la erradicación de la pobreza, principios comerciales justos y la reducción de la abrumadora deuda externa.

Las grandes ventajas que tiene la ONU para poder trabajar en favor del desarrollo en todo el mundo son las siguientes:

- Es universal, puesto que todos los países tienen voz cuando se toman decisiones de política.
- Es imparcial, ya que no representan a ningún interés nacional o comercial en particular y pueden desarrollar relaciones especiales de confianza con los países y sus poblaciones para suministrar asistencia sin condición alguna.
- Tienen presencia mundial, gracias a que cuentan con la mayor red de oficinas para el suministro de asistencia para el desarrollo.
- Con mandato amplio, que incluye el desarrollo, la seguridad, la asistencia humanitaria, los derechos humanos y el medio ambiente.

### **5.5. Subdesarrollo**

El concepto de subdesarrollo se relaciona a la falta de desarrollo en cualquier área o creatividad. La misma esta referida al proceso de desarrollo de determinadas regiones del mundo, en las cuales la economía se encuentra aún en una etapa preindustrial, es decir, que sus fuerzas productivas están siendo muy poco aprovechadas para lograr el desarrollo que haga despegar a la región (Kaufmann *et al.* 2004).

El concepto de subdesarrollo registra sus orígenes aproximadamente hacia finales del siglo XIX y principios del siglo XX, a instancias de la segunda revolución industrial, cuando una región o nación presentaba un estancamiento en el desarrollo de un sector como la agricultura, pesca, ganadería, otros. A estos países que no han logrado un desarrollo se les clasifica como subdesarrollados o en vías de desarrollo, en el significado que remarca la presencia de barreras que impiden su avance.

Un país subdesarrollado se caracteriza por su alto índice de desocupación, alto índice de corrupción, abismales desigualdades económicas entre los habitantes, pocos aportes del estado al desarrollo de la ciencia y tecnología, baja renta per cápita, elevada deuda externa, el desarrollo tecnológico depende de un tercero, dependencia cultural, alta tasa de mortalidad infantil, enorme crecimiento urbano, entre otros (Kaufmann *et al.* 2004).

El subdesarrollo puede ser tratado de dos maneras diferentes:

1. Desde una condición de completo atraso, por una ineficiente utilización a nivel potencial de los recursos de producción con los que cuenta la economía de un país, es decir, materias primas con las cuales participa en el comercio internacional, luego no genera productos de alto valor agregado.
2. Bajo una condición necesaria para que se dé el desarrollo en una etapa de consolidación del mercado y la economía, hasta que esta sea competitiva, participativa y organizada, de acuerdo a la integración e independencia de las economías a nivel mundial, mejoras en el nivel de ingreso, tasa de ahorro y consumo agregado.

### **5.6. Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM)**

Durante la Declaración del Milenio de las Naciones Unidas, firmada en septiembre de 2000 y celebrada en Nueva York, representados en ese tiempo por 189 miembros de Estado (hoy en día 191 países), se reunieron para reflexionar acerca del destino común de la humanidad, del cual surgen los Objetivos de Desarrollo del Milenio. También conocidos como Objetivos del Milenio (cuadro 1), que son ocho propósitos de desarrollo humano acordados conseguirlos hasta en el año 2015, en ellos tratan problemas de la vida cotidiana que son graves y radicales.

Esta declaratoria del Milenio de la Naciones Unidas compromete de una u otra medida a los dirigentes mundiales a luchar contra aspectos como: la pobreza, el hambre, la enfermedad, el analfabetismo, la degradación del medio ambiente y la discriminación contra la mujer. En los Objetivos del Milenio de esa Declaración se tienen metas e indicadores específicos (ONU 2007).

Cuadro 1. Objetivos de Desarrollo del Milenio, según la declaratoria del Milenio de las Naciones Unidas 2000.

Objetivos	Objetivos de Desarrollo del Milenio
1°	Erradicar la pobreza extrema y el hambre.
2°	Lograr la enseñanza primaria universal.
3°	Promover la igualdad entre los géneros y la autonomía de la mujer.
4°	Reducir la mortalidad infantil.
5°	Mejorar la salud materna.
6°	Combatir el VIH/SIDA, el paludismo y otras enfermedades.
7°	Garantizar el sustento del medio ambiente.
8°	Fomentar una asociación mundial para el desarrollo.

Fuente: Declaración del Milenio de las Naciones Unidas 2000.

### 5.7. Desarrollo local

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), sugiere que el desarrollo local puede ser visto como un proceso por medio del cual un cierto número de instituciones o personas locales se movilizan en una localidad determinada con el fin de crear, reforzar y estabilizar actividades, utilizando de la mejor manera posible los recursos del territorio.

En otros términos, sigue esta definición como un intento de abajo hacia arriba, de actores locales por mejorar los ingresos, oportunidades de empleo y la calidad de vida en sus localidades, como respuesta a fallas de los mercados y a las políticas del gobierno nacional en proveer lo que se necesita, particularmente en zonas subdesarrolladas o que atraviesan por una etapa de ajustes estructurales (OCDE 2007, Castillo 2006).

Así mismo, el Centro Latinoamericano de Capacitación y Desarrollo de los Gobiernos Locales concibe el desarrollo local a partir de la definición genérica de desarrollo económico (IULA/CELCADEL 2006, Castillo 2006).

Por lo tanto, el desarrollo local es el proceso de crear riqueza a través de la movilización de recursos humanos, financieros, de capitales físicos y naturales, para generar bienes y servicios transables. Es una estrategia al servicio del individuo y su promoción la realizan las autoridades locales, el sector privado y la comunidad en general (FAO 2001).

## **5.8. Medio ambiente**

El MARN/FORGAES/UE (2004) define el medio ambiente como un sistema formado por elementos naturales y artificiales que están interrelacionados y que son modificados por la acción humana. Este sistema, no se trata solo del espacio en el que se desarrolla la vida, sino también, lo conforman los seres vivos, suelo, agua, aire, los objetos físicos fabricados por las personas, los elementos simbólicos como las tradiciones y las relaciones entre ellas.

### **5.8.1. Ciclo del agua**

El agua es el líquido vital para la presencia de todos los seres vivos, sin ella no existiera vida. El agua en su forma natural realiza principalmente cinco procesos, los cuales son: la evaporación del agua, condensación, precipitación, escorrentía y filtración, conformando así el ciclo vital del agua.

La evaporación de agua se da tanto en el mar como en los continentes, luego las nubes por efecto de la condensación del aire húmedo al enfriarse en su ascenso son transportadas por el viento hasta que se precipitan y caen en forma de lluvia. Una parte de esta lluvia cae en los cuerpos acuíferos: lagos, lagunas, represas y ríos, otra parte es filtrada en forma subterránea; luego el agua que queda en la superficie es llevada por escorrentías que finalmente llegan al mar por la circulación. De allí que se dan otros procesos con circulación subterránea, la fusión, solidificación, otros (Cienfuegos *et al.* 1990).

Chang (2010) menciona que una vez que llega el agua al mar, se dan una serie de dinamismos en organismos que habitan en ella, estableciendo así el llamado Ciclo Vital en los océanos, debido a una serie de factores llamadas cadenas alimenticias o nivel trófico, ellas utilizan la energía, que son fijados por pequeños vegetales verdes que están presentes en el fitoplancton. Así como, la presencia de vegetales macroscópicos que se distribuyen en agua poco profundas en el mar, con esa energía elaboran el alimento, es decir, materia orgánica (azúcares, lípidos y proteínas) (Cienfuegos *et al.* 1990).

En el ciclo, la alimentación de los organismos en el mar, se observa que durante el metabolismo de los organismos tanto animales como vegetales eliminan sustancias de

desechos, que son procesados por microorganismos llamados descomponedores como las baterías, que a su vez elaboran sustancias inorgánicas como nutrientes, las cuales quedan nuevamente disponibles en la naturaleza para ser usadas por los vegetales verdes.

En el ciclo de alimentación en el mar, la producción que es realizada por los vegetales verdes, que a su vez es aprovechada por organismos llamados consumidores (primarios, secundarios y terciarios) y que constituyen los siguientes eslabones de la cadena alimenticia en la cual, se da una serie de transferencia de energía que va desde las plantas verdes, consumidores primarios herbívoros hasta los consumidores carnívoros, cerrándose así el ciclo biológico en los océanos (Cienfuegos *et al.* 1990).

Se considera que las propiedades físicas y químicas del agua son las responsables de que la Tierra sea tal como se conoce, y que la vida misma sea a consecuencia de las propiedades como la molécula de agua, ya que se cree que las primeras formas primitivas de vida comenzaron en una solución acuosa. A su vez contribuye a mantener el clima, disuelve una gran cantidad de sustancias que pueden llegar a ser contaminantes, y es esencial para las formas de vida conocidas.

La distribución del agua en el globo terráqueo la mayor parte es salobre en un 97.5% y una parte muy pequeña es agua dulce (2.7%), de este porcentaje se distribuye en la atmósfera un equivalente a 0.001%; en la biósfera un 0.00004%; el agua congelada es un 1.8%; en ríos y lagos subterráneos su equivalente es de un 0.7%. La calidad del agua es en función tanto de la fuente de agua propiamente dicha, como la de su potencial uso, tales como: agua de uso doméstico, industrial, agrícola, pecuario, aguas servidas, recreativas, transporte, escénicas, pesca y de vida acuática, entre otros usos que se le pueda asignar (Chang 2010).

## **5.9. Contaminación**

El concepto de contaminación está definido como la alteración nociva del estado natural de un medio como consecuencia de la introducción de un agente totalmente ajeno a ese medio (contaminante), causando inestabilidad, desorden, daño o malestar en un ecosistema, en un medio físico o en un ser vivo (Echarri 2007).

Otros ejemplos de definición de contaminación es la expresada por expertos europeos en Ginebra en el año 1961, en él se consideró como el curso de agua que esta sometida a una contaminación cuando la composición o el estado de sus aguas están directa o indirectamente modificado por la acción de las personas, en tal medida que éstas se prestan menos fácilmente a toda o algunas de las utilizaciones para las que podrían servir en su estado natural.

La Organización de las Naciones Unidas define la contaminación como la introducción por las personas en el medio marino de sustancias o energías que pueden ocasionar consecuencias nefastas, tales como: daño a los recursos biológicos y por consiguiente a la salud humana, trabas a las actividades marítimas incluyendo la pesca, disminución en la calidad del agua del mar desde el punto de vista de su utilización, y reducción de las posibilidades ofrecidas para el descanso.

En los últimos años, la principal preocupación la constituían los problemas de protección en salud y conservación de las características estéticas del medio. En la actualidad, lo que más preocupa a los técnicos es la llamada “eutroficación de las aguas”, pues cuando llegan los desechos domésticos y agrícolas al medio acuático, son tomados por las algas y otros vegetales, produciéndose un incremento excesivo de las poblaciones, ocasionando serios problemas, ya que son consumidoras de oxígeno, limitando extensiones de agua como: lagos, esteros y bahías, donde la circulación del agua es restringida (Cienfuegos *et al.* 1990, Echarri 2007).

La eutroficación constituye ya un problema grave en los países desarrollados y en algunos cuerpos de agua de los que están en vías de desarrollo, y amenaza con extenderse a los estuarios y a la faja costera. Las aguas residuales de las poblaciones costeras llevan gran cantidad de bacterias, algunas de ellas patógenas para las personas, como las bacterias coliformes que producen enfermedades intestinales cuando se ingieren los productos acuáticos. Este tipo de contaminación es común en los moluscos como el ostión y la almeja, que viven en los estuarios (Cienfuegos *et al.* 1990).

En los últimos decenios se han puesto en operación diversos procesos para el tratamiento de las aguas residuales, suprimiendo el contenido bacterial y los nutrientes nitrogenados para preservar la salud, mantener la belleza de estas áreas acuáticas y evitar la eutroficación.

La contaminación puede darse sobre y contra el medio ambiente, que tanto los seres humanos como los animales y plantas utilizamos para vivir y desarrollarnos, siendo de tipo de agente físico, químico o biológico, o la combinación de alguno de estos, el cual puede producir un desequilibrio en el ambiente, siendo nocivo para la salud, seguridad o bienestar de los habitantes de cualquier nación y el resto de los seres vivos (Echarri 2007, Samboni *et al.* 2007).

La contaminación puede darse en el suelo, aire o el agua, o simultáneamente en estos tres ámbitos (Alonso *et al.* 2003, Bowen y Riley 2004).

#### **5.10. Desechos sólidos y líquidos**

La eliminación en el mar de los desechos sólidos, que son desperdicios comerciales y domésticos tales como papel, botellas, latas, otras, se ha convertido en uno de los problemas más urgentes y difíciles de los centros urbanos congestionados. Los automóviles constituyen una de las fuentes de desechos sólidos más considerables, ya que sus neumáticos y partes se desechan varias veces y en un momento dado, también el vehículo es desechado (Ellis y Pattisina 1990).

Tales desechos causan destrucción en los ecosistemas, pues afectan la dinámica del océano y sus recursos (cuadro 2), producen cambios en la pesca, la cual puede disminuir tanto en las aguas continentales como en las marinas, disminuyendo posibilidades de conseguir alimento (Jameson *et al.* 1998, Bowen *et al.* 2004).

Cuadro 2. Efectos de la contaminación sobre los seres acuáticos y la pesca.

<b>Efectos biológicos</b>	<b>Ejemplos</b>
Cambios en las migraciones y comportamiento.	Peces anádromos: salmón y peces catádrocos: anguila.
Incidencia de enfermedades.	Reacciones por la alimentación y la reproducción.
Cambios en el ciclo vital.	Aumento de virus, bacterias, protozoos y otros parásitos.
Alteraciones en los procesos fisiológicos.	Larvas/adultos.
Desequilibrio en las cadenas de alimentación.	Fotosíntesis, respiración, reproducción.
<b>Efecto genético</b>	<b>Ejemplos</b>
Cambios en la morfología por concentración de sustancias tóxicas.	Mutaciones: mutagénesis, carcinogénesis.
<b>Efecto ecológico</b>	<b>Ejemplos</b>
Modificación de los ecosistemas.	Esteros, región intermareal, arrecife.
<b>Posibles efectos benéficos.</b>	<b>Ejemplos</b>
Piscicultura.	Aprovechamiento de desechos orgánicos. Aprovechamiento de efluentes termales.

Fuente: Cienfuegos *et al.* 1990.

Los desechos líquidos, son sustancias que por sus características físicas, químicas o biológicas pueden causar daño al ser humano, al medio ambiente y a los bienes. Los desechos líquidos provienen de actividades humanas, tales como: aguas residuales o aguas servidas domésticas, industriales, que son materiales corrosivos, reactivos, tóxicos, inflamables o biológicos infecciosos. Tales residuos que quedan expuestos en el ambiente, son fuentes de contaminación y deterioro de los paisajes escénicos y de la vida natural en sí, causando desánimo para fomentar el desarrollo local, entre ellos el turismo, ya que el componente agua es el indicador universal en el desarrollo económico y social de una Nación desarrollada o en desarrollo (Ellis y Pattisina 1990).

### 5.11. Turismo

El puerto de Acajutla, en el departamento de Sonsonate, ubicado a 130 km de San Salvador, se clasifica como uno de los puertos más modernos de la región, por su dinamismo en comercialización e industria; es el punto de embarques y desembarques para destinos como Estados Unidos, Europa, Asia y otros países.

El puerto ofrece al turismo diversos atractivos para sus visitantes en esta zona costera, entre ellas la playa Costa Azul, que es una playa de origen volcánico, áreas de desove de tortugas marinas, playas de Acajutla, Los Cóbano, Metalío y la zona de Salinitas. Así mismo, ofertas gastronómicas, artesanías elaboradas con elementos del mar, caminatas por la playa, prácticas de pesca deportiva y embarques mar adentro, entre otros (CORSATUR 2010).

Además del puerto de Acajutla se encuentra el puerto de La Libertad, que está ubicado a 34 km de la capital San Salvador. Unos de sus principales atractivos turísticos es el muelle artesanal, construido en 1579, originalmente era de madera y utilizado para actividades de embarques y desembarques de mercaderías y pasajeros. En 1869 se inauguró el muelle de hierro, que se mantuvo para uso del comercio hasta la mitad del siglo XX. Así mismo, se caracterizó por presentar la primera comunicación telegráfica de la historia de El Salvador (CORSATUR 2010).

Actualmente presenta atractivos turísticos como el Malecón en La Libertad, sus playas son muy visitadas y en ellas se puede practicar el surf, siendo una de las playas más reconocidas por la calidad de sus olas. Entre las principales playas que presenta el departamento de La Libertad están: Conchalío, San Blas, El Cocal, El Majahual, El Tunco, El Sunzal (segunda playa para la práctica del surf).

También, presenta otras actividades turísticas como los cinco túneles construidos en las rocosas montañas costeras, así mismo, las prácticas de pesca deportiva, artesanal e industrial. Posee la Costa del Bálsamo, porción del territorio a orillas del Océano Pacífico, compartida con los puertos de Acajutla y La Libertad. Entre su gastronomía, el puerto de La Libertad ofrece una gama de platillos típicos como: cocteles de camarones, conchas, ostras frescas, caracol, también se realiza el Festival Anual Gastronómico. Así mismo, la elaboración artesanal de bisutería elaborada de conchitas, hueso de pescado de tiburón, algas, otros (CORSATUR 2010).

## 5. 12. La pesca artesanal en su función económica

La pesca artesanal se define como la extracción y captura de especies hidrobiológicas en su medio natural, que son de interés comercial, ya sea grupo de peces, crustáceos, moluscos u otros organismos, utilizando arte de pesca como instrumentos para realizar tal faena (Hernández y Cárdenas 2011).

La pesca artesanal aporta un 50% de la producción pesquera total y se estima que el país tiene 13,000 pescadores marinos con 5,700 embarcaciones, más de 35 cooperativas pesqueras y cuatro federaciones que aglutinan las cooperativas pesqueras (FAO 2001).

CENDEPESCA/MAG (2013) reporta más de 26,000 pescadores entre asociados y no asociados presentes en la costa marina, siendo El Salvador uno de los países latinoamericanos donde los pescadores tienen mayor sentido de asociatividad, pese a algunas debilidades que aún persisten (FAO 2001).

La actividad pesquera se desarrolla en zonas estuarinas y de mar abierto, en un área de 8,000 km<sup>2</sup> desde la costa, con embarcaciones de 18 a 25 pies de eslora y motor fuera de borda; los aparejos utilizados son redes de enmalle, atarrayas y palangres. Los mariscos que más demandan son: camarones costeros del grupo de los Peneidos y su fauna acompañante, “pargo” (*Lutjanus spp*), “róbalo” (*Centropomus spp*), “corvina” (*Cynosciun spp*), “macarela” (*Scamberomorus sierra*), “tiburón” (*Sphyrna spp*) (cuya captura ha aumentado desde 1999), “conchas” (*Spondylus sp*) y “curiles” (*Anadara spp*), que extraen manualmente las mujeres, niñas y niños (JICA 2002).

En el muelle de La Libertad se dan dos flujos de costo: uno corto en donde el pescador vende el producto directamente al consumidor final (turistas, compradores de restaurantes, otros). Un segundo flujo, que es el largo, en donde el pescador entrega el producto a los intermediarios, quienes establecen el precio, pues ya han absorbido los gastos en cada faena de pesca (Hernández y Cárdenas 2011).

### **5.13. Aspectos socio-económicos del municipio de Acajutla**

El Puerto de Acajutla posee una extensión territorial de 166.6 km<sup>2</sup> (PNUD 2006). La población total del municipio de Acajutla es de 47,678 habitantes, los ingresos promedio mensual per cápita según la rama de la actividad económica del municipio son de \$248.00 dólares. Entre ellas se destacan las actividades de agricultura y ganadería, pesca, comercio, construcción, industrias manufacturera, otros (DIGESTYC 2004).

El comercio de la zona es variado y se localiza en el mercado central de la ciudad, sin ningún tipo de especialidad, además, está el comercio informal ubicado en forma dispersa alrededor del mercado. Existe una gran variedad de comercios que van desde tiendas hasta Night Club, bares, cantinas, restaurantes y farmacias, lugares con servicios de alojamiento y comida, algunos no cumplen con las normas de higiene y salubridad, con sistemas constructivos obsoletos.

#### **5.13.1. Condiciones ambientales del municipio de Acajutla**

El clima es cálido, pertenece a los tipos de tierra caliente y tierra templada. La precipitación pluvial anual oscila entre 1,600 y 2,000 mm. La precipitación media anual de la región es de 1,889 mm, con valores extremos de 2,554 y 1,224 mm. La temperatura promedio es entre 27° a 40° C. La flora constituye un Bosque Húmedo Subtropical, las especies arbóreas más notables son “mangle colorado” (*Rhizophora mangle*), “mangle negro” (*Rhizophora sp*), “conacaste” (*Enterolobium sp*), “ceiba” (*Ceiba occidentales*), “ojushte” (*Brosimum alicastrum*), entre otras. Mucha de esta vegetación se encuentra en proceso de desaparición, como es el caso de los bosques de “mangle colorado” y “mangle negro” (PNUD 2006).

Los principales ríos que se encuentran en el municipio de Acajutla son: Las Marías, San Felipe, El Venado, Sensunapán o Grande de Sonsonate, El Coyol, Sunzucuapa, El Suncita, Copinula, Toncontín, Agua Caliente, Moscúa, Madre Vieja, Chalata, EL Muerto, San Pedro, El Rosario, Cauta, Matal o Metalío. Además, le riegan algunas quebradas, entre ellas: El Peñón, Costa Azul, La Presa, El Garrobo, Copatacho, El Panal, La Quesera, El Almendro (PNUD 2006, Hernández *et al.* 2003).

#### **5.14. Aspectos socio-económicos del municipio de La Libertad**

La población total del municipio de La Libertad según el censo realizado en el año 2007, es de 72,024 habitantes, la cual se encuentra concentrada a lo largo de la costa, que la hace altamente vulnerable a tsunamis. El casco urbano es grande, depende de la zona portuaria, cuenta con todos los servicios básicos de: agua, energía eléctrica, aguas negras, tren de aseo, teléfono, internet, correo, tres puestos de policía, Juzgado de Paz. Su acceso es por carretera pavimentada proveniente de San Salvador y por la carretera del Litoral (DIGESTYC 2011).

En lo relativo a la industria, se cuenta con la industria azucarera, pesca y pequeñas artesanías. La mayor parte de las personas trabajan en la industria portuaria. El sector servicios (turismo) es el que presenta mayor perspectiva de crecimiento, propiciando el comercio local y el desarrollo de almacenes, restaurantes, otros.

En el mapa de pobreza elaborado por el Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local (FISDL) en el año 2007, el municipio de La Libertad está categorizado como uno de los 50 municipios con menor nivel de extrema pobreza. Aún así, el 41.7% de los hogares están clasificados como pobres, ya que sus ingresos son menores a dos veces la canasta básica alimentaria, y el 13.2% de los hogares son clasificados como pobres extremos, con ingresos menores a la canasta básica alimentaria (0.54% de los hogares totales del país).

##### **5.14.1. Condiciones ambientales del municipio de La Libertad**

El clima es cálido, pertenece a los tipos de tierra caliente y tierra templada. La precipitación por año varía aproximadamente desde 1,400 mm hasta más de 2,000 mm; los niveles promedios mensuales de lluvias pueden oscilar entre 0.5 mm en el mes de febrero y 326 mm en el mes de septiembre (SNET 2009).

La vegetación es del tipo Bosque Húmedo Subtropical, encontrándose árboles como: “ceiba” (*Ceiba occidentales*), “mangle colorado” (*Rhizophora mangle*), “mangle negro” (*Rhizophora sp*), “ojushte” (*Brosimum alicastrum*), “conacaste” (*Enterolobium sp*), otras. Los principales ríos que se encuentran en el municipio de La Libertad son: San Diego, Cangrejera, Comalapa,

Grande, Majahual, Comasagua, Conchalío, Chilama, El Jute, San Antonio, Amayo, Aquisquillo, Huiza, El Muerto y Tihuapa (Fernández 2010).

La temperatura promedio en el municipio de La Libertad varía entre 25.7° C y 28.2° C, siendo los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero, los de temperatura más baja; abril y mayo los de temperatura más alta. La temperatura mínima registrada en el año es de 11° C en diciembre y la máxima es de 44.5° C en abril. La humedad relativa se refiere a las cantidades de agua que transportan las masas de aire, y los tres factores que inciden en ésta son los vientos, la vegetación y temperatura. Los niveles promedios mensuales de humedad relativa oscilan entre 68% en febrero y 85% en septiembre (SNET 2009).

### **5.15. Legislación y Normatividad**

El Salvador cuenta con un marco legal para la protección de los recursos naturales, entre ellas están: la Constitución Política de la República, la cual en el Artículo 101 dice: El Estado promoverá el desarrollo económico y social mediante el incremento de la producción, la productividad y la racional utilización de los recursos. El Artículo 117 menciona que la protección, conservación y mejoramiento de los recursos y el medio serán objeto de leyes especiales. Entre estas leyes especiales se cuenta con:

- 1) Ley de Medio Ambiente, del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN/FORGAES/UE 2004), manda a supervisar la disponibilidad y calidad del agua, y garantizar que todos los vertidos contaminantes sean tratados antes por los emisores, además de esta ley se encuentran los siguiente Reglamentos:
  - i) Reglamento Especial para la Compensación Ambiental;
  - ii) Reglamento Especial de aguas residuales;
  - iii) Reglamento Especial en Materia de Desechos Sólidos;
  - iv) Reglamento Especial de Normas Técnicas de Calidad Ambiental (PNUMA 1999).
  
- 2) Ley de Riego y Avenamiento, que obliga al Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), a impedir que se contaminen los cuerpos receptores de agua. Así mismo, ésta misma ley establece la protección de los océanos por la contaminación; y en el artículo

101 dice que es facultad del MAG dictar medidas necesarias para impedir que se contamine el agua en general, que incluya a las marítimas (PNUMA 1999).

- 3) Código de Salud, dicta al Ministerio de Salud (MINSAL) a velar por el saneamiento con la disponibilidad adecuada de excretas y aguas servidas, igualmente este Código en su artículo 67 menciona que se deben prohibir descargas de residuos de cualquier naturaleza, aguas servidas a acequias, quebradas, ríos, lagos, esteros, otros. De igual manera, el MINSAL presenta la Norma Salvadoreña Obligatoria para la calidad de agua potable de 1999.
- 4) Normas Técnicas de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), que datan desde 1997. Entre ellas se mencionan:
  - i) Norma Técnica para Proyectos de Abastecimiento de Agua Potable,
  - ii) Norma Técnica para Proyectos de Alcantarillado,
  - iii) Norma Presentación y Aprobación de Nuevos Proyectos.

El Salvador no dispone de normas y estándares nacionales sobre niveles permisibles de tóxicos químicos y contaminantes sanitarios en el medio marino, en la zona costera. Sin embargo, desde el año 2008 se cuenta con la Norma para Moluscos Bivalvos Vivos y Moluscos Bivalvos Crudos (CODEX STAN 292-2008), se aplica a productos como pescados y mariscos que cumplan con los niveles máximos de la norma del Codex para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos (cuadro 3) (CODEX STAN 193-1995) (anexo 1).

Cuadro 3. Límites máximos permisibles para toxinas de la Norma para los moluscos bivalvos vivos y los moluscos bivalvos crudos.

<b>Parámetro</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
Toxinas diarreicas	12 UR/100 g de carne de marisco
Toxinas paralizantes	400 UR/ 100 g
Toxinas amnésicas	20 UR/100 g
Toxinas neurotóxicas	20 UR/100 g

\*UR= Unidades de ratón.

Fuente: CODEX STAN 292-2008.

### **5.16. Normas de análisis de agua de otros países**

Las Normas de Calidad del Agua son valores de referencia admisibles para algunas características presentes en el agua, que proporcionan una base para estimar la calidad del agua, se refieren a medidas simples de factores o especies biológicas las cuales son indicativas del sistema biofísico o socioeconómico (INVERMAR 2002).

Los límites permisibles o tolerables de las diversas sustancias contenidas en el agua son normadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y por los gobiernos nacionales, pudiendo variar ligeramente de uno a otro, siendo valores referenciales de cada gobierno, (Bowen y Riley 2004). Entre algunas de las Normas Internacionales se encuentran:

#### **a. Colombia**

- Norma Técnica Colombiana, Calidad de agua para diferentes usos (INVERMAR 2002).

#### **b. Chile**

- Norma Chilena 1.333, Calidad de Agua para distintos usos.
- Norma Chilena 409, Calidad de Agua Potable.
- Norma 2280, Norma Técnica Relativa a Descargas de Residuos Industriales.

#### **c. México**

- Norma Oficial Mexicana, NOM-179-SSA1-1998, Vigilancia y Evaluación del Control de Calidad del Agua para Uso y Consumo Humano, distribuida por sistemas de abastecimiento público.

#### **d. Perú**

Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua.

### **5.17. Calidad del agua**

El término calidad del agua se refiere a las propiedades físicas, químicas, biológicas y organolépticas del agua, para satisfacer los requerimientos de un determinado uso, de ahí que el término monitoreo de calidad de agua se refiere a la verificación de dichas características en el tiempo y el espacio, ya sea para evaluar el cumplimiento de normas, analizar tendencias o caracterizar la situación en un determinado momento, tramo o sección del curso de agua (MARN 2010).

Chang (2010) define la calidad de agua como los atributos que presenta el agua, de manera tal que reúna criterios de aceptabilidad para diversos usos. Incluye todos los factores que influyen en el uso beneficioso del agua.

#### **5.17.1. Criterios de calidad de agua**

Corresponde a un valor determinado por personas expertas en relación a los posibles usos que se le pueda dar al agua, por lo tanto, reflejará el conocimiento científico vigente hasta la fecha de elaboración del mismo (Chang 2010).

Los procedimientos para la captación de muestras varían según los análisis que se van a efectuar y de las condiciones del cuerpo de agua, independientemente de los fines para los cuales han sido tomadas esas muestras, ellas deben ser representativas del cuerpo de agua en estudio (Guevara 1996, Quintero y Agudelo 2010).

Según la OMS (2005) y la OPS/CEPIS (1996) entre las características que se deben de tomar en cuenta para que una muestra sea representativa son:

- 1) Homogeneidad del cuerpo de agua a muestrear.
- 2) Número de sitios a muestrear.
- 3) Frecuencia del muestreo.
- 4) Tamaño de las muestras individuales.
- 5) Las técnicas de captación.

Los criterios de calidad del agua por usos según Chang (2010) son:

- a. Criterios de calidad para aguas destinadas al consumo humano y uso doméstico, previo a su potabilización.
- b. Criterios de calidad para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios.
- c. Criterios de calidad para aguas subterráneas.
- d. Criterios de calidad para aguas de uso agrícola o de riego.
- e. Criterios de calidad para aguas de uso pecuario.
- f. Criterios de calidad para aguas con fines recreativos.

- g. Criterios de calidad para aguas de uso estético.
- h. Criterios de calidad para aguas utilizadas para transporte.
- i. Criterios de calidad para aguas de uso industrial.

### 5.17.2. Calidad de agua para uso de fauna y flora

Para garantizar la calidad del agua para preservar la fauna y la flora se utilizan los siguientes criterios admisibles para la conservación de las mismas en agua dulce, fría o calidad, en este caso para aguas marinas. En el uso de agua para preservación de flora y fauna se emplea en actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas asociados, sin causar alteraciones en ellos o para actividades que permitan la reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies hidrobiológicas como es el caso de la pesca y acuicultura, como fuente alimentaria al ser humano.

En el cuadro 4 se presentan los criterios para conocer la calidad de las aguas marinas y de estuario, así también, las metodologías y equipos para monitorear variables relacionadas con la calidad de esas aguas (MARN 2010).

Cuadro 4. Criterios de calidad de las aguas marinas y de estuario.

Parámetro	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible Agua marina y de estuario
Oxígeno Disuelto	O. D.	mg.l <sup>-1</sup>	No menor al 60% y no menor a 5 mg.l <sup>-1</sup>
Potencial de Hidrógeno	pH	pH	6.5 - 9.5
Temperatura	°C	°C	Condiciones naturales Máxima 32°
Salinidad	NaCl	0/00	33-37
Turbiedad	UNT*	UNT	10-15
Cloro residual	Cl	ml	0.01

\*UNT (Unidad de Turbidez Nefelométrico).

Fuente: Norma de agua marina. Presidencia de la República de Colombia 2007; Ministerio de medio Ambiente y Recursos Naturales de la República de El Salvador 2010.

### **5.17.3. Indicadores e índices de calidad del agua marina**

Un indicador puede definirse como la capacidad de un elemento para informar acerca de las condiciones o características del sistema al que pertenece. Los indicadores se refieren a medidas simples de factores o especies biológicas bajo la hipótesis de que estas medidas son indicativas del sistema biofísico o socioeconómico (Evans *et al.* 1995).

Los indicadores que se implementan actualmente para el muestreo de la calidad del agua en los puertos mexicanos, han sido diseñados e implementados por la Comisión Nacional del Agua, por lo tanto, se consideran pertinentes para ser incorporados en el sistema de muestreo que se propone en el componente de calidad de agua en playas y en la zona costera de El Salvador (Evans *et al.* 1995).

### **5.17.4. Índice de calidad de agua (ICA)**

El índice general de calidad del agua fue desarrollado por Brown *et al.* (1970) y mejorado por Deininger, para la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos en 1975 (Carrillo y Villalobos 2011).

En 1970, los trabajos se basaron en la metodología Delphi, como el NSF (The National Sanitation Foundation), realizando el índice de calidad de agua (WQI), que en español es conocido como ICA, con base en nueve parámetros:

1. DBO<sub>5</sub> (Demanda Bioquímica de Oxígeno)
2. OD (Oxígeno Disuelto)
3. Parámetros organolépticos
4. NO<sub>3</sub>-N (Nitratos)
5. pH (potencial de Hidrógeno)
6. Variación de temperatura
7. Sólidos disueltos
8. Fósforo total
9. Turbidez.

Carrillo y Villalobos (2011) mencionan que este índice es uno de los más utilizados por agencias e instituciones en los Estados Unidos. Entre los años de 1995 y 1996 se desarrollaron indicadores especiales para una cuenca o región: en 1995 con la estrategia de evaluación ambiental de Florida (The Strategic Assessment of Florida's Environment-SAFE), se formuló un índice especial para la Florida; y en 1996 el Índice de British Columbia (BCWQI) de Canadá. La Comunidad Europea desarrolló el índice universal de la calidad del agua (UWQI), utilizado para evaluar la calidad del agua superficial como fuente de agua potable. Este indicador se basa en doce variables: cadmio, cianuro, mercurio, selenio, arsénico, fluoruro, nitratos, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno ( $DBO_5$ ), fósforo total, pH y coliformes totales.

Según Fernández y Solano (2005) en el mundo hay por lo menos 30 índices de calidad de agua que son de uso común, y consideran un número de variables que van de 3 a 72. Prácticamente todos estos índices incluyen al menos 3 de los siguientes parámetros: oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno ( $DBO_5$ ) o Demanda Química de Oxígeno (DQO), nitrógeno en forma amoniacal y de nitratos ( $NH_4-N$  y  $NO_3-N$ ), fósforo en forma de ortofósforo ( $PO_4-P$ ), pH y Sólidos Totales (ST).

Para el caso latinoamericano, el desarrollo y aplicación de estos índices se ha dado con más auge en México, desarrollando diversos ICA. El índice INDICSEDUE fue el primero en aplicarse en Jalisco, México, y tuvo un uso común en la antigua Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, en el Departamento de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental de la Subdelegación de Ecología, de la Delegación SEDUE Jalisco (Fernández y Solano 2005).

En Perú, en forma general se han aplicado dos indicadores: el ICA-NSF y un modelo desarrollado en Cuba, en el cual se considera además de los parámetros del ICA-NSF, la conductividad eléctrica, cloruros y el nitrógeno amoniacal.

Chile en 1999 inició un programa de "Monitoreo, educación sanitaria y ambiental", para la recuperación y protección de los cuerpos de agua, considerando el ISQA. En el año 2000, con

el monitoreo del río Chile en 18 estaciones, se elaboraron dos ICA para esta corriente (ICA-extendido e ICA-simplificado), su construcción tuvo en cuenta los parámetros representativos a los usos del agua y a la minimización de los costos de análisis.

Brasil utiliza el ICA desarrollado por la Compañía de Tecnología de Saneamiento Ambiental de Brasil, que modificó el ICA-NSF a condiciones propias del trópico, para la evaluación de la calidad del agua de ríos con destinación del recurso para uso doméstico (Fernández y Solano 2005).

En Colombia, de acuerdo con el Estudio Nacional del Agua la medición de parámetros físico-químicos es una actividad rutinaria. Diferentes entidades que conforman el Sistema de Información Ambiental Colombiano, incursionaron sobre la base de los índices, en los que se han desarrollado catorce indicadores ambientales, de los cuales tres corresponden a la oferta hídrica, dos a la sostenibilidad del recurso, seis a la calidad del agua dulce y tres ICA adicionales para las aguas marinas y costeras (INVERMAR 2002).

Es importante resaltar el trabajo realizado por la Corporación Regional del Valle del Cauca (CVC) y la Universidad del Valle, quienes en el proyecto de caracterización y modelación matemática del río Cauca (PMC), desarrollaron el índice de calidad para el río Cauca denominado ICAUACA, en el que se consideran diez variables que son: pH, OD, color, turbiedad, Demanda Bioquímica Oxígeno, nitrógeno total, fósforo total, sólidos totales, sólidos disueltos totales y coliformes fecales. Finalmente, en el año 2005, el grupo de Investigación de Ciencias Naturales en la línea de investigación, valoración y monitoreo de la calidad ambiental de la Universidad de Pamplona, trabajo el software ICAtes V1.0 (INVERMAR 2002).

#### **5.17.5. Índice ambiental**

Un índice ambiental es un número o clasificación descriptiva de una gran cantidad de datos o información ambiental, cuyo propósito principal es simplificar la información para que pueda ser útil a los tomadores de decisión y al público. De esta forma, un "índice" es una jerarquización o, en general, una ordenación de "indicadores" bajo la finalidad de cuantificar

una o un conjunto de características del sistema en estudio, sin necesidad de abordarlo en su totalidad (Chang 2010, Brown *et al.* 1970).

En este caso, el Índice de Calidad del Agua indica el grado de contaminación del agua a la fecha del muestreo y está expresado como porcentaje del agua pura, es decir, aguas contaminadas dependiendo de su grado estarían cercanas a 0%; y agua menos contaminada o no contaminada el valor de sus porcentajes estarían cercanos a 100%. El ICA fue desarrollado de acuerdo con las siguientes etapas: La primera etapa consistió en crear una escala de calificación de acuerdo con los diferentes usos del agua (cuadro 5). La segunda involucró el desarrollo de una escala de calificación para cada indicador, de tal forma que se estableciera una correlación entre los diferentes parámetros y su influencia en el grado de contaminación (CONAGUA 1999).

Cuadro 5. Escala de calificación del Índice de Calidad de Agua de acuerdo a su función.

ICA	Criterio general	Abastecimiento público	Recreación	Pesca y Vida Acuática	Industrial y Agrícola
100	No contaminado	No requiere purificación	Aceptable para cualquier deporte acuático	Aceptable para todos los organismos	No requiere purificación
95					
90					
85	Aceptable	Ligera purificación			Ligera purificación para algunos procesos
80					
75					
70	Poco contaminado	Mayor necesidad de tratamiento	Aceptable pero no recomendable	Aceptable excepto para especies sensibles	Sin tratamiento para la industria normal
65					
60					
55	Contaminado	Dudoso	Dudoso para el contacto directo	Solo organismos resistentes	Tratamiento en la mayor parte de la industria
50					
45					
40	Altamente contaminado	No Aceptable	Sin contacto con el agua	No Aceptable	No Aceptable
35					
30					
25			Contaminado		Uso restringido
20					
15					
10			No Aceptable		No Aceptable
5					
0					

Fuente: Montoya *et al.* 1997.

Después de que fueron preparadas estas escalas se formularon los modelos matemáticos para cada parámetro, los cuales convierten los datos físicos en correspondientes índices de calidad por parámetro. La fórmula del Índice de Calidad de Agua (ICA) utilizada es:

$$ICA = \frac{\sum_{i=1}^n I_i W_i}{\sum_{i=1}^n W_i}$$

Dónde:

El subíndice  $I_i$  = identifica cada uno de los parámetros (1, 2,3.....n)

$W_i$  = peso de cada uno de los parámetros

Debido a que ciertos parámetros son más significativos que otros en su influencia en la calidad del agua, este hecho se modeló introduciendo pesos o factores de ponderación ( $W_i$ ), según su orden de importancia respectivo (cuadro 6). Finalmente, los índices por parámetro son promediados a fin de obtener el ICA de la muestra de agua (Alonso *et al.* 2003, CONAGUA 1999, Montoya *et al.* 1997).

Cuadro 6. Coeficiente de ponderación por parámetro de ICA.

Parámetros	Peso ( $W_i$ )	Parámetros	Peso ( $W_i$ )
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	5	Nitrógeno en nitratos ( $\text{NO}_3^{-1}$ )	2
Oxígeno disuelto	5	Alcalinidad	1
Coliformes fecales	4	Color	1
Coliformes totales	3	Dureza total	1
Sustancias activas al azul de metileno (detergentes)	3	Potencial de Hidrógeno (pH)	1
Conductibilidad eléctrica	2	Sólidos suspendidos	1
Fosfatos totales $\text{PO}_4^{-3}$	2	Cloruros ( $\text{Cl}^{-1}$ )	0.5
Grasas y aceites	2	Sólidos disueltos	0.5
Nitrógeno amoniacal ( $\text{NH}_3$ )	2	Turbiedad	0.5

Fuente: Alonso *et al.* 2003, CONAGUA 1999, Montoya *et al.* 1997.

En cuanto a calidad del agua, los diversos grupos que han sido elegidos como indicadores comprenden bacterias, protozoos, algas, macroinvertebrados, macrófitos y peces. Para la obtención de estos índices se utiliza la misma fórmula del ICA general (promedios ponderados), y los coeficientes correspondientes para cada parámetro. Además del ICA general, es posible calcular los valores del ICA para las categorías siguientes (cuadro 7):

Cuadro 7. Agrupación de parámetros por ICA particulares.

<b>Parámetro/ variables</b>	<b>Material iónico</b>	<b>Material suspendido</b>	<b>Nutriente s</b>	<b>Materia Orgánica</b>	<b>Bacteriológica</b>
pH	x				
Color		x			
Turbiedad		x			
Grasas y aceites		x			
Sólidos suspendidos	x	x			
Conductibilidad eléctrica	x				
Alcalinidad	x				
Dureza Total	x				
Nitrógeno de nitratos			x		
Fosfatos totales			x		
Cloruros	x		x		
Oxígeno disuelto				x	
DBO				x	
Coliformes Totales					x
Coliformes fecales					x
SAAM			x		

Fuente: Alonso *et al.* 2003, CONAGUA 1999, Montoya *et al.* 1997.

### 5.18. Variables físicos y químicos

Las aguas marinas, costeras, superficiales y los sedimentos, son potencialmente receptoras de residuos sólidos y líquidos producidos en el área de influencia de puertos y playas, estos residuos pueden ser orgánicos e inorgánicos, de tipo industrial y doméstico, que directamente podrían ser descargados al mar o llegar a través de las corrientes fluviales. Tal efecto de

manejo inadecuado de los desechos sólidos y líquidos trae consecuencias de riesgo para la fauna y flora marina, así como para la población en general (Manteiga 2000, CCME 2001).

Según la OMS (2005) y la OPS/CEPIS (1996) definen las variables físico-químicos para realizar estudios de muestreo del componente calidad del agua marina en:

- a. Color. Algunos contaminantes presentan color y su medida es un indicativo indirecto de la turbiedad de la calidad del agua. El agua contaminada suele tener ligeros colores rojizos, pardos, amarillentos o verdosos, debido principalmente a compuestos húmicos, férricos o a los pigmentos verdes de las algas que contienen (SPA 2007).
- b. Parámetros Organolépticos (Olor y Sabor). Son compuestos químicos presentes en el agua como los fenoles, diversos hidrocarburos, cloro, materias orgánicas en descomposición o esencias liberadas por diferentes algas u hongos, que pueden dar olores y sabores muy fuertes al agua, aunque estén en muy pequeñas concentraciones. Las sales o los minerales dan sabores salados o metálicos, en ocasiones sin ningún olor, (Alonso *et al.* 2003).

La identificación de olores y la cuantificación del nivel son muy difíciles. Las personas tienen mucha sensibilidad a los olores, pero la continua exposición a los olores tiende a disminuir la sensibilidad (SPA 2007).

- c. Temperatura. Un valor superior a 40° C tiene efectos directos perjudiciales para la vida acuática sensible a los cambios de temperatura. También varía la densidad del agua, afectando los procesos de sedimentación natural. El aumento de temperatura disminuye la solubilidad de gases (oxígeno) y aumenta en general las sales.
- d. Potencial de Hidrógeno (pH). Los valores altos y bajos afectan el hábitat acuático, el cambio puede causar alteraciones en la solubilidad de metales pesados y sus concentraciones. La toxicidad de un metal soluble para los procesos biológicos puede ser intensificada por una condición ácida o básica del pH, tanto en agua como en el sedimento (SPA 2007).

INVERMAR (2002) menciona que el rango de pH para aguas naturales oscila entre 4 y 9 y la mayoría son ligeramente básicas debido a la presencia de bicarbonatos y carbonatos de metales alcalinos y alcalinotérreos. El pH del agua pura a 25° C es de 7, neutro. En ecosistemas marinos la mayoría necesitan de un pH entre 6.5 y 8, cuando existen variaciones de pH se debe por diversas causas entre ellas a la lluvia ácida, descargas de materiales pesados (Nuñez y López 2001).

- e. Oxígeno Disuelto (OD). Su determinación es muy importante en ingeniería ambiental, porque es el factor que determina la existencia de condiciones aeróbicas o anaeróbicas en un medio particular.

A partir del OD se puede cuantificar la DBO, su contenido depende de la concentración y estabilidad del material orgánico presente, y por ello es un factor muy importante en la autopurificación de los ríos (CCME 1999). Los valores del OD disminuyen con la temperatura. Concentraciones consideradas típicas para agua superficial están influenciadas por la temperatura, pero normalmente están entre 5 a 8 mg.L<sup>-1</sup> (CCREM 1993).

La mayoría de animales acuáticos necesitan una concentración mayor de 1 mg.L<sup>-1</sup> para sobrevivir. La ausencia de oxígeno limita la población de especies resistentes a bajos niveles de oxígeno ocasionando mortandad. Dependiendo del tipo y condiciones de cultivo, necesitan de 4 a 5 mg.L<sup>-1</sup> para evitar el stress. Varía significativamente en aguas superficiales, y generalmente es muy bajo, o está ausente en aguas subterráneas. A nivel del mar, a una temperatura de 25° C, el agua pura contiene alrededor de 8 mg.L<sup>-1</sup> de OD cuando está 100% saturada (SPA 2007).

- f. Transparencia y Turbiedad. La turbidez se define como una mezcla de material particulado disuelto, que oscurece o disminuye la claridad natural o transparencia del agua. El agua turbia es resultado de materias como barro, sedimentos, materia orgánica e inorgánica, y organismos microscópicos. Es importante no confundir la turbidez con el

color, ya que el agua puede ser oscura (color), pero limpia y sin ser turbia (Manteiga 2000, Núñez y López 2011).

Es causada por materia suspendida y coloidal, que puede ser materia orgánica e inorgánica, plancton y otros microorganismos. Éste parámetro es importante para asegurar la claridad del agua (Tchobanoglous y Schroeder 1985).

- g. Salinidad. Es la cantidad total en gramos de las sustancias sólidas contenidas en un kilogramo de agua del mar. Se representa en partes por mil y se encuentra en los océanos como salinidad media en 35 partes por mil, o sea que, un kilogramo de agua de mar contiene 35 gramos de sales disueltas (Cienfuegos *et al.* 1990).

El conocimiento de la salinidad es fundamental en estudios oceanográficos, pues es necesario para la determinación de corrientes y la identificación de masas de agua. En estudios ambientales es un factor importante porque puede significar la presencia o no de organismos y peces (Alonso *et al.* 2003).

Existen métodos para determinar la salinidad de los mares, que dan valores aproximados apoyados en las propiedades físicas del agua del mar como: densidad, índice de refracción, conductividad eléctrica y la temperatura de congelación, cada uno de ellos ofrece sus ventajas y sus inconvenientes (Cienfuegos *et al.* 1990).

La salinidad varía en dirección tanto horizontal como vertical, y aún en un mismo punto puede sufrir variaciones en las diferentes estaciones del año. Los factores que hacen cambiar la salinidad son, en primer lugar, la temperatura, ya que si es elevada provoca una evaporación intensa y por lo tanto un incremento de salinidad resultante de la concentración de sales; en segundo lugar los aportes de agua dulce, que por dilución disminuye la salinidad (cuadro 8) (Cienfuegos *et al.* 1990).

Cuadro 8. Relación entre temperatura, salinidad y profundidad, en la calidad del agua marina de uso de fauna y flora.

<b>Profundidad</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Salinidad</b>
0 m	26.44° C	37.45 ppm
50 m	18.21° C	36.02 ppm
100 m	13.44° C	35.34 ppm

Fuente: Cienfuegos *et al.* 1990.

- h. Conductividad eléctrica. Es la capacidad de que una sustancia pueda conducir la corriente eléctrica, por tanto, es lo contrario de la resistencia eléctrica. El agua pura es un buen conductor de electricidad. El agua destilada ordinaria en equilibrio con dióxido de carbono en el aire tiene una conductividad aproximadamente de  $10 \times 10^{-6} \text{ W}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$  (20 dS.m<sup>-1</sup>) (OPS/CEPIS 1996).

Debido a que la corriente eléctrica se transporta por medio de iones en solución, la conductividad aumenta cuando aumenta la concentración de iones. En el agua de mar el valor permisible admitido de conductibilidad es de 5 mS.cm<sup>-1</sup> (miliSiemens.centímetros). Se emplea a menudo  $\mu\text{S.cm}^{-1}$  (micro Siemens.cm) que equivale a  $1 \text{ mS.cm}^{-1} = 1,000 \mu\text{S.cm}^{-1}$  (OPS/CEPIS 1996).

## 5.19. Variables biológicas

### 5.19.1. Algas asociadas a proliferaciones de microalgas

El concepto de Floración Algal Nociva (FAN) está dado al incremento en la abundancia numérica de algún microorganismo fitoplanctónico pudiendo estar asociado a una descoloración del agua. (Morales 2012). Ochoa y Sierra (1999) citado Ochoa *et al.* (2003) se refieren a un evento caracterizado por un incremento poblacional de microorganismos fitoplanctónicos. Existen diferentes términos al respecto, sin embargo el término correcto de acuerdo a la lengua española es el de Proliferación ya que describe el crecimiento y distribución de una población de organismos que en nuestro caso de componentes de fitoplancton marino (Ochoa *et al.* 2003).

En todo caso los mismos autores mencionan que el término apropiado para referirse a los desarrollo súbitos poblacionales de organismos tanto planctónicos como bentónicos que pueden ser nocivos, dañinas o tóxicas es el de “Proliferación de Microalgas”. Estas microalgas marinas están distribuidas alrededor del mundo, siendo los trópicos los que tienen mayor presencia de estas que se dividen en cianobacterias y diatomeas. Dentro de las diatomeas se encuentran los dinoflagelados que como su nombre lo dice poseen flagelos; uno transversal le da propulsión, y el flagelo longitudinal le da dirección, por ejemplo del género *Gymnodinium* y *Pyrodinium* (Morales 2012).

Entre los organismos de moluscos bivalvos que son afectados por microalgas tóxicas que se acumulan en sus órganos se encuentran: los “conchas”, “ostras”, “almejas” y otros moluscos bivalvos. Estas toxinas pueden ser transmitidas al ser humano a través del consumo de productos del mar (Espinoza *et al.* 2013, FAO 2005, Vargas y Bustamante 2004, Leal *et al.* 2001).

### **5.19.2. Bioindicadores**

Los indicadores biológicos son atributos de los sistemas biológicos que se emplean para descifrar factores de su ambiente en estudios de contaminación. Las especies indicadoras son aquellos organismos o restos de los mismos que ayudan a descifrar cualquier fenómeno o acontecimiento actual o pasado relacionado con el estudio de un ambiente. Las especies tienen requerimientos físicos, químicos, de estructura del hábitat y de relaciones con otras especies (Boltovskoy 1967).

A cada especie o población le corresponden determinados límites de estas condiciones ambientales entre las cuales los organismos pueden sobrevivir (límites máximos), crecer (intermedios) y reproducirse (límites más estrechos). El uso de organismos indicadores de contaminación requiere conocer las tolerancias ecológicas y los requerimientos de las especies, así como sus adaptaciones para resistir contaminantes agudos y crónicos (Branco 1984).

Las investigaciones sobre organismos indicadores comprenden el estudio autoecológico en el laboratorio, para establecer los límites de tolerancia de una especie a una sustancia o a una mezcla de ellas mediante ensayos de toxicidad, basándose en la observación y análisis de las características ambientales de los sitios en los cuales se detectan con más frecuencia poblaciones de organismos de cierta especie. Estos organismos pueden ser: las algas, bacterias, protozoos, macroinvertebrados y peces, siendo los más usados como indicadores de contaminación acuática (Boltovskoy 1967).

En el muestreo de calidad de agua se encuentran los siguientes parámetros:

- a. Clorofila Fitoplanctónica. El fitoplancton forma la etapa inicial del proceso de producción de materia orgánica en el mar y ocupa el lugar base de la cadena trófica tradicional. Su importancia radica en que comprende la mayor porción de organismos productores primarios del océano y es el alimento básico para los consumidores, llegando a determinar la riqueza específica de los niveles tróficos superiores (Platt y Sathyebdranath 1992, Ramírez *et al.* 2006).
  
- b. Molusco Gasterópodo. El Community Referente Laboratory for the Control of Marine Biotoxins (CRLMB), es el Laboratorio de Referencia del Control de Biotóxicas Marinas en la Unión Europea (UE). Como tal, coordina los NRL (Laboratorios Nacionales de Referencia) de cada estado miembro de la UE para garantizar un sistema de control eficaz en la detección de biotóxicas marinas. La primera de las biotóxicas estudiadas por la UE ha sido el ácido ocadaico (OA) y las toxinas relacionadas que conforman el grupo de toxinas OA (ECODES 2009).

Está científicamente demostrado que algunas biotóxicas marinas como las del grupo de la intoxicación diarreica (DSP), entre las que se encuentran el ácido ocadaico y toxinas relacionadas, constituyen un peligro grave para la salud humana cuando están presentes por encima de determinados límites en moluscos bivalvos, equinodermos, tunicados o gasterópodos marinos (ECODES 2009).

En El Salvador existen pocos laboratorios de análisis de Biotóxicas Marinas del Área de Salud, entre ellos: Laboratorio Nacional de Referencia del Ministerio de Salud; Laboratorio de Toxinas de la Universidad de El Salvador LabTox-UES. El control de biotóxicas marinas resulta ser un proceso nada sencillo. La principal medida preventiva es la inspección y muestreo basado en planes correctamente diseñados de las zonas de pesca y de los bancos de moluscos bivalvos o poblaciones de gasterópodos, y el posterior análisis de las toxinas a través de métodos eficaces.

El bioensayo en ratones se utiliza a menudo para este propósito y se realiza una determinación confirmatoria por la técnica HPLC (Cromatografía Líquida de Alta Resolución), este método consiste en inyectar intraperitonealmente 1 ml del sobrenadante de un extracto ácido de moluscos bivalvos a cada 3 ratones de la cepa del factor de conversión<sup>1</sup> CF-1 de 19 a 21 gramos de peso y la determinación del tiempo se convierte a unidad ratón (UR) empleando la tabla de Sommer. Si dos de tres ratones inyectados mueren en el lapso de 1 hora con los síntomas característicos de la intoxicación se considera positiva la prueba en el análisis (A.O.A.C. 1990).

Pero existen otros métodos más sofisticados como Ensayo de inhibición de fosfatasa por fluorescencia, Método de Utermöhl para determinar presencia de algas como biotóxicas perjudiciales a la salud humana, como son: algas nocivas paralizantes, algas nocivas diarreicas y algas nocivas amnésicas. Los moluscos más frecuentemente implicados son las almejas, los mejillones y ocasionalmente las ostras. En este grupo se han descrito las intoxicaciones paralizantes (PSP), diarreicas (DSP), neurotóxicas (NSP), amnésicas (ASP) y por azaspirácidas (AZP) (Foale 1993).

**i. Intoxicación Paralizante del inglés diarrhetic shellfish poisoning (PSP)**

Según Espinoza *et al.* (2012) la intoxicación paralizante es producida por cierto dinoflagelados del género *Gymnodinium* y *Pyrodinium* presentes en nuestras costas (identificadas en playas de Mizata, La Libertad), que contienen saxitóxicas.

---

<sup>1</sup> El factor de conversión también se utiliza para calcular la concentración de la toxina (saxitoxina).

Existen otros géneros como *Alexandrium*, *Gonyaulax*, que ingeridas con los moluscos provocan la parálisis en el humano de las extremidades en un grado que depende del tipo de toxina implicada, la cantidad ingerida y la capacidad para eliminarla en el ser humano (Boltoyskoy 1989).

Según la FAO (2005) los géneros *Alexandrium* y *Pyrodinium bahamense*, son unos de los principales dinoflagelados responsables de producir la saxitóxina, siendo ellas unas de las más tóxicas dentro del grupo de 21 tetrahidropurinas de las toxinas PSP (productora de saxitoxinas paralizante), las cuales son un peligro potencial tanto en el ser humano como en los animales, pues provocan efectos en el sistema respiratorio, es decir, disminución de oxígeno induciendo a una asfixia, debido a una parálisis progresiva de los músculos respiratorios (Tomas *et al.* 1996).

ii. **Intoxicación diarreica, del inglés diarrhetic shellfish poisoning (DSP)**

Causada por el ácido okadaico o acadoico de las enterotóxicas producidas por los géneros *Dinophysis* y *Prorocentrum* que ingeridas con los moluscos provocan síntomas gastrointestinales.

iii. **Intoxicación neurotóxica, del inglés neurotoxic shellfish poisoning (NSP)**

Producida por *Gymnodinium breve*, que contiene brevetóxina, produce una intoxicación por consumo de moluscos, ocasiona parálisis ligera de los miembros, síntomas gastrointestinales y broncoespasmo.

iv. **Intoxicación amnésica, del inglés amnesic shellfish poisoning (ASP)**

La intoxicación amnésica o intoxicación por ácido domoico es producida por una toxina que actúa como agonista del ácido glutámico, un neurotransmisor del sistema nervioso central. Se encuentra en ciertas variedades de la diatomea *Nitzschia*, provoca alteraciones digestivas y, en casos graves, mareo,

desorientación, pérdida de memoria, alteraciones respiratorias y coma (Boltoyskoy 1989).

v. **Intoxicación por azaspirácidas, del inglés azaspiracid shellfish poisoning (AZP)**

La intoxicación por azaspirácidas es causada por un grupo de biotóxicas marinas AZA, integrado por unos 20 análogos, siendo los más importantes AZA 1, AZA 2 y AZA 3. Estas provocan un síndrome tóxico que se caracteriza en seres humanos por síntomas como náuseas, vómitos, diarreas graves y espasmos de estómago, similares a los de las intoxicaciones diarreicas por mariscos. Desde 1995 se han identificado varios incidentes de AZP en Irlanda. También se han detectado en cantidades significativas en moluscos en Noruega y trazas en Francia y España (Boltoyskoy 1989).

- c. Blooms de Dinoflagelados. Tradicionalmente se considera la aparición de estos blooms como señal de enriquecimiento por nutrientes (Vargas *et al.* 2008).

En El Salvador, las que más se encuentran son: *Prorocentrum micans*, *Ceratium furca* y *C. dens*, presentes en Mizata, en el departamento de La Libertad (Espinoza *et al.* 2012).

## VI. Metodología

### 6.1 Ubicación geográfica

La investigación se realizó en dos muelles de los principales puertos del país como son: Puerto de Acajutla, en el municipio de Acajutla en el departamento de Sonsonate, y el Puerto de La Libertad, en el municipio de La Libertad, en el departamento del mismo nombre. El Puerto de Acajutla está ubicado en la zona occidental de El Salvador (figura 1), geográficamente entre las coordenadas Latitud  $13^{\circ}43'30''$  N y Longitud  $89^{\circ}50'04''$  W, a 130 km de la ciudad capital San Salvador. El municipio está limitado al Norte con los municipios de Guaymango, Santo Domingo de Guzmán y Sonsonate; al Este con Sonsonate; al Oeste con Jujutla; y al Sur con el Océano Pacífico; y se encuentra en la zona Suroccidental del departamento de Sonsonate (PNUD 2006).

El Puerto de La Libertad está ubicado geográficamente entre las coordenadas Latitud  $13^{\circ}29'08.16''$  N y Longitud  $89^{\circ}19'32.59''$  W, y se encuentra en la zona Sur del departamento de La Libertad, la extensión territorial del municipio es de 789.72 km<sup>2</sup>, situado en una planicie aluvial costera, con una altura de 10 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) (figura 1). El municipio está limitado al Norte por Zaragoza, Rosario de Mora, Panchimalco, Nueva San Salvador y San José Villanueva; al Noreste por Olocuilta; al Este por el municipio de San Luis Talpa; al Sur por el Océano Pacífico y al Oeste por Tamanique (FISDL/PATDEL/CEPA 2007).

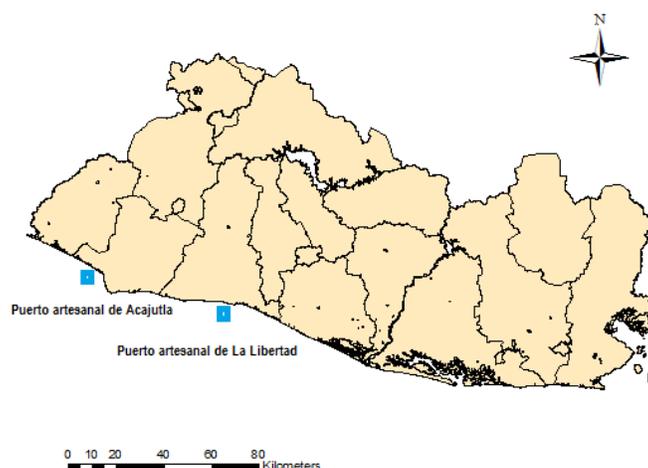


Figura 1. Ubicación de los muelles en los puertos de Acajutla en Sonsonate y La Libertad en La Libertad.

## **6.2. Periodo de la investigación**

Se realizó en los meses de febrero a septiembre del 2013, tomando cuatro meses en la época seca y cuatro meses en la época lluviosa. Las visitas de campo se llevaron a cabo en coordinación con la Dirección General de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura (CENDEPESCA), del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).

## **6.3. Criterios de la calidad del agua de mar para uso de presencia de fauna y flora**

Los criterios para definir la calidad de las aguas costeras en los muelles de Acajutla y La Libertad, para uso de presencia de fauna y flora, fueron en base a los parámetros físico-químicos que sigue el ICA Global de la Comisión Nacional del agua de México.

## **6.4. Criterios para toma de muestras de agua de mar para uso de fauna o flora**

El muestreo se realizó con una frecuencia mensual para establecer el transcurso de los puntos espacial y temporalmente exactos para la toma de muestras de agua desde la superficie (0.5 m) hasta una profundidad de 8 m (anexo 2), usando la guía de la EPA (Environment Protection Agency) para la toma de muestras (EPA 1999).

Las muestras de agua de mar fueron preservadas a una temperatura de 1° a 5° C y en oscuridad durante su transporte al laboratorio (LABTOX-UES) en una hielera de capacidad para llevar dos botellas de 2 litros verticales, modelo 16 QT 6216-718 (color azul) marca Coleman, donde se depositaron de 5 a 6 libras de hielo. No pasando de un periodo de 24 horas desde la primera toma de la muestra.

En el cuadro 9 se presenta cada uno de los parámetros medidos en cada muestreo, identificando el método y los instrumentos de medición. Para el indicador de la toma de muestras de agua para cuantificar la presencia de microalgas marinas, se obtuvo una muestra superficial a 0.5 m de profundidad, siguiendo la metodología de Strickland y Parsons (1972) en un recipiente de un litro de agua (filtrando el volumen dependiendo de su transparencia), llevada al laboratorio para procesarla el mismo día de la colección (anexo 2).

Cuadro 9. Métodos y equipo para monitorear la calidad del agua marina para uso de presencia de fauna y flora.

<b>Parámetro</b>	<b>Método</b>	<b>Instrumentos de medida</b>
<b>Físico-químicos</b>		
Olor	Apreciación sensitiva. Estándar métodos 2150	Botellas, frascos de olor, pipetas
Temperatura	Potenciométrico	Potenciómetro WTW 315i; YSI-CTD
Conductividad eléctrica	Potenciométrico	Potenciómetro WTW 315i; YSI-CTD
Temperatura	Potenciométrico	Potenciómetro WTW 315i; YSI-CTD
Salinidad	Potenciométrico	Potenciómetro WTW 315i; YSI-CTD
Potencial Hidrógeno	Potenciométrico	Potenciómetro WTW 315i
Oxígeno Disuelto	Potenciométrico	YSI, medidor de oxígeno
Transparencia	Disco secchi	Disco secchi
<b>Biológicos</b>		
Fitoplánton	Método de Utermöhl (1958)	Microscopio invertido. Cámaras de sedimentación 10 ml.
Saxitoxina (Moluscos bivalvos)	Bioensayo de Ratón	Ratones

Fuente: Strickland *et al.* (1972).

### 6.5. Bioindicadores de calidad de agua para uso de fauna o flora

Para determinar la calidad del agua marina para uso de presencia fauna se utilizó como bioindicadores organismos acuáticos de las “ostra de piedra”, como lo proponen Gibbs y Bryan (1994), siguiendo la metodología del CONACYT (2004) en la frescura de los productos pesqueros (cuadro 10).

Cuadro 10. Moluscos bioindicadores de presencia de biotóxicas marinas, 2013.

<b>Muestras</b>	<b>Número de individuos (unidad)</b>
“ostra de piedra” <i>Crassostrea</i> <i>iridescens</i>	Dos docenas

A cada muestra de “ostras de piedra” de 200 g (dos docenas), se procedió a la identificación de presencia de saxitoxinas según establece la norma CODEXSTAN unidades de ratón UR 400/100 g, bajo el método de bioensayo de ratón. Tales análisis fueron realizados en el Laboratorio Nacional de Referencia del Ministerio de Salud (MINSAL).

Para determinar la calidad del agua marina para uso de presencia de flora se utilizó como bioindicador a las microalgas por medio de una botella muestreadora, en la cual se tomo una muestra de 1 litro de agua de mar. Los resultados obtenidos se expresaron en células por mililitros cel. ml<sup>-1</sup>.

## **6.6. Diagnóstico**

Se realizaron encuestas y entrevistas a turistas nacionales y extranjeros (n= 20), miembros representantes de cooperativas (n= 20) y alcaldías de los municipios de Acajutla y La Libertad (n= 20). Después de la revisión y verificación en campo de la información disponible, se realizo un diagnóstico socio-ambiental, que incluyeron los siguientes insumos:

1. Descripción de las áreas de estudio (localización: Acajutla y La Libertad).
2. Manejo de los impactos ambientales generados en cada puerto.
3. Caracterización del funcionamiento de los Muelles: Acajutla y La Libertad.
4. Principal Zona de Pesca (limitación de la Zonas: Acajutla y La Libertad).
5. Pesca artesanal (especies predominantes).
6. Integrantes que participan en la actividad de la pesca artesanal (individual o grupos, hombres-mujeres).
7. Tipos de artes de pesca y tipos de anzuelo que contribuyan a la contaminación del agua.
8. Comercialización (principales sectores).
9. Turismo: Acajutla y La Libertad.
10. Saneamiento en el proceso de los principales productos pesqueros en cada muelle artesanal.

## 6.7. Análisis de datos

Los resultados fueron representados en un mapa de calidad de agua, hoja de cálculo de Software ArGIS 9 y el software SURFER 8.0, también se utilizó el Software Excel 5.0.

En la toma de datos en cada muelle de temperatura, salinidad, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto fueron graficados (software SURFER 8.0) con profundidad de 1 m; y el potencial de hidrógeno y la transparencia con profundidades de 2 m (Software Excel 5.0).

## 6.8. Índice de Calidad de Agua (ICA)

### 6.8.1. Cálculo

El análisis para determinar la calidad del agua marina fue la establecida por Montoya *et al.* (1997) y modificada por CONAGUA (1999), cuya fórmula la establece de la siguiente manera:

$$ICA = \frac{\sum_{i=1}^n I_i W_i}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad [1]$$

Donde:

El subíndice  $i$  = identifica cada uno de los parámetros

Parámetros  $i = 1, 2, 3, \dots, n$

$W_i$  = peso de cada uno de los parámetros

### 6.8.2 Parámetros

Se utilizó las siguientes variables, atendiendo a la importancia ecológica de cada una para realizar este trabajo de investigación:

1. Potencial de hidrógeno (pH)
2. Oxígeno disuelto ( $\text{mg.l}^{-1}$ )
3. Salinidad (PSS o ppm)
4. Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )
5. Transparencia (m)

6. Batimetría (m)
7. Parámetros organolépticos olor y color
8. Conductibilidad eléctrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ )

Estos parámetros fueron calculados con la siguiente ecuación:

$$Y = a + bx \quad [2]$$

Donde:

a y b son los coeficientes

Dicha ecuación identifica la calidad del agua entre cero y 100, según la concentración de las variables de pH y temperatura. En caso de que los valores de la ecuación sean mayores de 100 y menores de cero, se deberá forzar los valores más próximos.

$$\text{si } Y > 100 \text{ será } Y = 100; \text{ si } Y < 0 \text{ } Y = 0. \quad [3]$$

### 6.8.3. Coeficiente de ponderación por parámetro

Para determinar el Índice de Calidad del Agua Global se utilizó la importancia relativa que se da a cada parámetro, es decir el Coeficiente de ponderación por parámetro (cuadro 6).

### 6.8.4. Ecuaciones y criterios para el cálculo

La variable de oxígeno disuelto ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) fue expresada a través de la siguiente ecuación logarítmica:

$$Y = K / (1 + me^{-ax}) \quad [4a]$$

Despejando la ecuación

$$1 + me^{-ax} = K/Y \quad [4b]$$

$$(K/Y - 1) = me^{-ax} \quad [4c]$$

$$\text{Ln}(K/Y - 1) = \text{Ln } m - ax \quad [4d]$$

Donde:

“K” es la constante de la variable, que en este caso sería 100, que es su valor máximo de ponderación en la calidad de agua, “me” es el coeficiente de variación. De la misma manera,

dicha ecuación identifica la calidad del agua entre cero y 100, según la concentración de la variable de oxígeno disuelto.

En caso de que los valores de la ecuación fueran mayores de 100 y menores de cero, se deberán forzar los valores más próximos:

$$\text{si } Y > 100 \text{ será } Y = 100; \text{ si } Y < 0 \text{ } Y = 0. \quad [5]$$

Para la variable pH

Las ecuaciones son las siguientes:

$$I_{\text{pH}} = 10^{0.2335 \text{ pH} + 0.44} \quad \text{Si el pH es menor que 6.7} \quad [6a]$$

$$I_{\text{pH}} = 100 \quad \text{Si el pH está entre 6.7 y 7.3} \quad [6b]$$

$$I_{\text{pH}} = 10^{4.22 - 0.293 \text{ pH}} \quad \text{Si el pH es mayor que 7.3} \quad [6c]$$

Para la variable Conductividad Eléctrica, se expresa la siguiente ecuación

$$I_{\text{CE}} = 540 (\text{CE})^{-0.379} \quad [7]$$

(CE) Conductividad Eléctrica en  $\mu\text{mhos.cm}^{-1}$

Para la variable Oxígeno Disuelto, se expresa la siguiente ecuación

$$(\text{OD}) \text{ Oxígeno Disuelto en } \text{mg.l}^{-1} \text{ y a T. de campo } (T_c) \quad [8]$$

(Oxígeno Disuelto)<sub>sat</sub>  $\text{mg.l}^{-1}$  de saturación  $T_{\text{sat}} = T_c$

Para la variable Demanda Bioquímica de Oxígeno, se expresa la siguiente ecuación

$$I_{\text{DBO}} = 120 (\text{DBO})^{-0.673} \quad [9]$$

(DBO) Demanda Bioquímica de Oxígeno en  $\text{mg.l}^{-1}$

### 6.8.5. Evaluación del ICA

Para realizar el criterio de evaluación del ICA que indica el grado de contaminación porcentual del agua pura a la fecha de muestreo, es decir, un agua no contaminada obtendría un porcentaje del 100% e iría disminuyendo su porcentaje a medida que aumentara su nivel de contaminación (cuadro 5).

## VII. Análisis de Resultados

### 7.1. Índice de Calidad de Agua marina (ICA)

En los muelles de Acajutla y de La Libertad, para el análisis de la calidad del agua marina solo se analizaron cuatro de los 18 parámetros que utiliza el ICA (oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, pH y Demanda Bioquímica de Oxígeno), debido a la complejidad y a los altos costos que implicaba analizar cada parámetro.

#### 7.1.1. Puerto de Acajutla

Los resultados del Índice de Calidad de Agua marina en el muelle de Acajutla fue del 73%, clasificándolo como aguas Aceptables para todos los usos de pesca y de vida acuática. Según Montoya *et al.* (1997) el grado de contaminación del agua es medido en términos de porcentaje de agua pura, es decir, el agua contaminada tendría un índice de calidad cercano o igual a cero y para aguas de excelentes condiciones en cien (cuadro 11).

Cuadro 11. Valor de Índice de Calidad de Agua en el muelle de Acajutla, Sonsonate, 2013.

Nombre	Valor del índice (I)	Peso (wi)	ICA
Potencial de hidrógeno	64.5	1	
Oxígeno disuelto	100.0	5	73%
Demanda Bioquímica de Oxígeno	36.4	5	
Conductividad eléctrica	100.0	2	

#### 7.1.2. Puerto de La Libertad

Los resultados del ICA en el muelle de La Libertad no mostraron diferencia, pues al igual que en el muelle de Acajutla se obtuvo un 73% de su índice, clasificándolo en el límite como aguas Aceptables para todos los organismos de uso de pesca y vida acuática (cuadro 12).

Cuadro 12. Valor del Índice de Calidad de Agua en el muelle de La Libertad, La Libertad 2013.

Nombre	Valor del índice (I)	Peso (wi)	ICA
Potencial de hidrógeno	54.04	1	
Oxígeno disuelto	100.0	5	73%
Demanda Bioquímica Oxígeno	39.0	5	
Conductividad eléctrica	100.0	2	

A pesar que el ICA dio como resultados el 73% para ambos muelles, existió diferencia en los parámetros de potencial de hidrógeno y oxígeno disuelto, es decir, en el muelle de Acajutla las aguas del mar estaban mayormente oxigenadas en la superficie (0.5 m) hasta de  $9.4 \text{ mg.L}^{-1}$  en el mes de mayo y el potencial de hidrógeno osciló en un rango entre 8.0 y 8.3; a diferencia de las aguas marinas en el muelle de La Libertad donde la mayor oxigenación en la superficie fue hasta  $6.6 \text{ mg.L}^{-1}$  en el mes de septiembre y el potencial de hidrógeno osciló en un rango entre 8.4 y 8.7.

Es de mencionar, que la toma de datos de los parámetros del ICA en el puerto de La Libertad se hizo en el muelle de La Libertad, en donde se realizan las actividades de procesamiento y manipulación de los productos pesqueros; en cambio, en el puerto de Acajutla, a pesar que también se realizan las mismas actividades, la toma de datos de los parámetros evaluados fue a 1.7 km de distancia del muelle.

Espinoza (2014) hace referencia que los datos que se obtengan de los parámetros físicos y químicos a analizar, depende de las condiciones ambientales que se presenten el día del muestreo, por lo tanto, así serán interpretados los resultados porcentuales del ICA, siendo una de las ventajas que presenta el índice, es que es el único que tiene connotaciones legales, es decir, que se puede emplear para establecer normas de descargas como lo menciona Montoya *et al.* (1997).

## **7.2. Análisis de parámetros físicos y químicos en los muelles de los puertos de Acajutla y La Libertad**

### **7.2.1. Puerto de Acajutla**

#### **7.2.1.1. Temperatura**

CONAGUA (1999) menciona que para la toma de datos físicos y químicos de un cuerpo de agua, se recomienda realizarlos a una misma hora durante los días de muestreo; sin embargo, los datos obtenidos en el muelle de Acajutla, debido a sus efectos de oleaje y viento, se registraron entre las 10:00 am y 2:00 pm, donde los datos de temperatura se obtuvieron desde

la superficie de 0.5 m hasta 8.0 m de profundidad, con el objetivo de observar posibles cambios en el transcurso del tiempo de estudio.

La figura 2 muestra que la temperatura del agua marina en el muelle de Acajutla, a la primera milla cercana a la costa, presentaron variaciones en profundidad y tiempo, es decir, que el agua en la superficie (0.5 m) registró un rango de temperatura de 28° a 30.5° C, durante el periodo de estudio, siendo la época seca (febrero a abril) donde las temperaturas mostraron rango de 28° C (marzo) a 30° C (abril); y en la época lluviosa (mayo a septiembre) oscilaron entre 30° C (septiembre) a 30.5° C (agosto).

Estos valores de temperatura en la superficie del agua pudieron haber sido influenciados en gran medida por la hora en que se tomó la información, ya que los rayos del sol después del medio día se intensifican más que a horas tempranas. Sin embargo, los resultados obtenidos en esta investigación concuerdan los rangos presentados por Hernández *et al.* (2003) y MARN (2010) en el cual hacen mención que la temperatura promedio normalmente registrada en el agua marina del muelle de Acajutla oscila entre 27° a 32° C.

En relación a la condición de la temperatura obtenida en la columna del agua marina, registró una termoclina<sup>2</sup> entre los 8 y 11 m de profundidad en los diferentes meses de muestreo, no así en marzo, junio y septiembre, donde se observó una tendencia de la fluidez de las aguas a ser homogénea. Según estudios del MARN (2012) y de Espinoza (2014) estos datos de temperatura en las dos épocas del año presentan una tendencia a ser homogénea, por estar bien mezclada las aguas por efecto de la dinámica de las mareas, las corrientes y el viento.

---

<sup>2</sup> Termoclina. Es aquella zona de la capa superficial del océano en la cual la temperatura del agua del mar tiene una rápida disminución en sentido vertical con poco aumento de la profundidad.

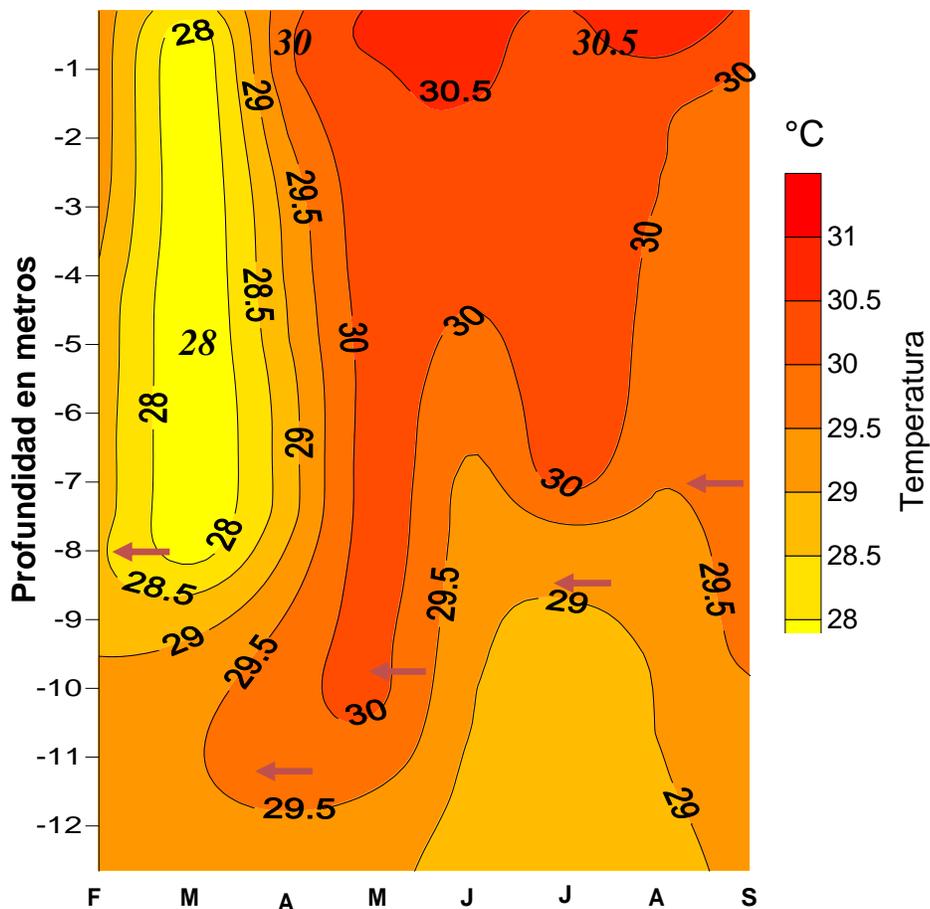


Figura 2. Parámetro de temperatura del agua marina (flechas rojas termoclina) en el muelle de Acajutla, 2013.

#### 7.2.1.2. Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto de la superficie del agua del mar (0.5 m), en los meses de muestreos, oscilaron en un rango de 4.7 a 9.4 mg.L<sup>-1</sup>, registrándose en la época seca (febrero a abril) un rango de 4.7 mg.L<sup>-1</sup> (febrero) a 7 mg.L<sup>-1</sup> (abril); y en la época lluviosa (mayo a septiembre) con rango de 5.5 mg.L<sup>-1</sup> (julio) a 9.4 mg.L<sup>-1</sup> (mayo). Se observa que en los meses de mayo y agosto, la columna de agua se encontraba bien oxigenada (figura 3).

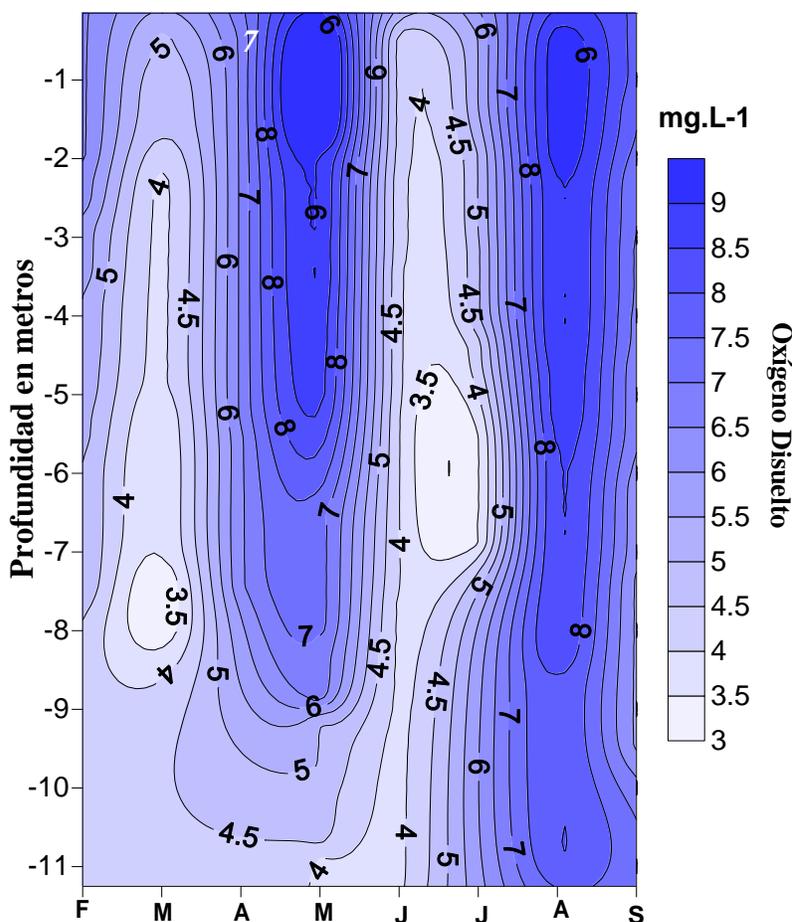


Figura 3. Parámetro del oxígeno disuelto en el muelle de Acajutla, 2013.

Estos resultados permitieron la proliferación de microalgas (como fue el caso de los géneros de *Pseudon-Nitzschia sp*, *Gyrodinium spirales* y *Ceratium sp*), producto de la intensidad de los rayos del sol y de la disponibilidad de nutrientes en la superficie y columna del agua, asimismo, a las escorrentías por las fuertes precipitaciones de la época lluviosa. Por otro lado se observó que, a medida que aumentaba la profundidad, la condición del oxígeno disuelto disminuía hasta 3.5 mg.L<sup>-1</sup>.

Espinoza (2014), FAO (2005), Fernández (2005), Pizarro *et al.* (2000), Vera *et al.* (1996) mencionan que aspectos como la temperatura, la luz solar y el aumento de nutrientes (nitritos, nitratos y fosfatos) por efecto de las escorrentías en la época lluviosa, se encuentran influenciando directamente la distribución de la clorofila “a” en la columna de agua, generando proliferación de microorganismos (fitoplancton), que en su ciclo de vida producen por medio de la fotosíntesis aumento de oxígeno; entre estos microorganismos también se da

la reproducción de microalgas, que en algunos casos presentan sustancias tóxicas que pueden ser perjudiciales a la presencia de organismos acuáticos (peces) y a la salud humana, como las microalgas asociadas a marea roja. Sin embargo, CCME (1999) menciona que los valores del oxígeno disuelto van en disminución a medida que aumenta la temperatura, pero en condiciones normales el oxígeno disuelto se encuentra entre 5 a 8 mg.L<sup>-1</sup>.

### 7.2.1.3. Salinidad

En la figura 4 se observa que la salinidad en la superficie del agua marina (0.5 m) tuvo un rango de 31.4 a 34 PSS en el periodo de estudio, ya que en la época seca (febrero a abril), la salinidad en la superficie tuvo variaciones de valores, debido a que en el mes de febrero se registraron tres masas de agua marina, siendo la primera a 0.5 m de profundidad, la segunda masa de agua a partir de los 2 m; y una tercera masa a los 8 metros de profundidad. Similar tendencia se observó en el mes de abril, donde se identificaron tres masas de agua: la primera a 1 m; la segunda a 4 m y la tercera masa de agua a los 6 m de profundidad, registrándose en ese mes datos de salinidad con mayor concentración.

En la época lluviosa (mayo a septiembre) la salinidad osciló con un rango de 31.4 PSS (septiembre) a 33.5 PSS (mayo). Así mismo, como fue en el mes de abril, en mayo la concentración de salinidad fue la más alta durante el periodo de muestreo; y en el mes de julio la concentración de salinidad fue homogénea en la columna del agua con 33 PSS. De acuerdo a las concentraciones de sales como lo plantea Cienfuegos *et al.* (1990) y los datos registrados en este estudio, las aguas de mar en El Salvador estarían clasificándose como aguas de mar eurihalino<sup>3</sup> (30 a 34 ppm o PSS).

Un factor que pudo haber influenciado en las variaciones de salinidad, de acuerdo a los resultados en la columna de agua en el muelle de Acajutla, fueron las precipitaciones durante la época lluviosa, es decir, estas variaciones estuvieron influenciadas por el ingreso de agua dulce, que normalmente se da, manifestándose con mayor significancia a menores profundidades que a mayores profundidades, como lo expresan IADO/UNS (2008).

---

<sup>3</sup> Eurihalino. Se refiere a agua con salinidad de 30 a 35 partes por millón derivada de sales oceánicas.

También, por las dos principales fuerzas oceánicas físicas que inciden en la temperatura y en la salinidad, como lo expresan Andrade (1991) citado por CEQUA (2007) que son: la primera fuerza por estratificación, es decir, por gradientes de aporte de agua dulce y de agua salada, gradientes de temperaturas altas y bajas; y la segunda por las fuerzas de los vientos (intensidad del viento, mareas, topografías, entre otros).

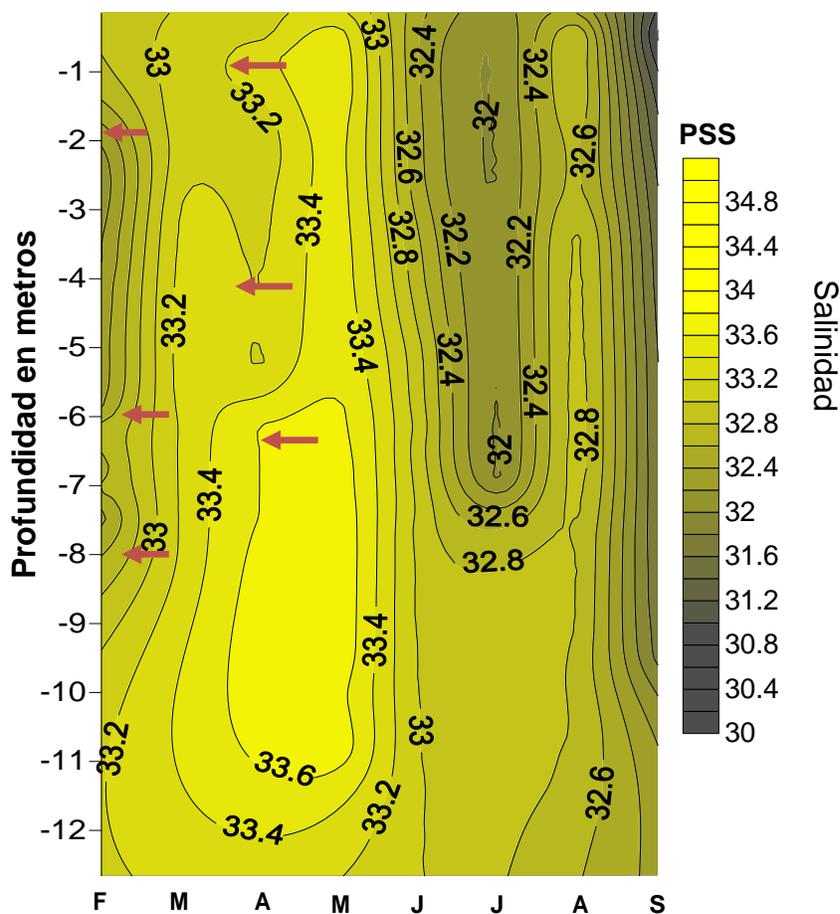


Figura 4. Parámetro de salinidad del agua marina (flechas rojas haloclina)<sup>4</sup> en el muelle de Acajutla, 2013.

#### 7.2.1.4. Conductividad eléctrica

La figura 5 muestra que la conductividad eléctrica en la superficie (0.5 m) del agua marina, en el muelle de Acajutla, registró un rango entre 53,200 a 56,900  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  en el periodo de estudio, presentando en la época seca (febrero a abril) un rango de 53,200  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (marzo) a

<sup>4</sup> Haloclina. Es una capa de la columna de agua en la que la salinidad del agua cambia rápidamente con la profundidad.

55,000  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (abril); y en la época lluviosa (mayo a septiembre) oscilaron con rango de 53,800  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (septiembre) a 56,900  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (mayo). En los meses de mayo y julio la conductividad eléctrica presento valores muy homogéneos (56,200 y 54,000  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  respectivamente) en la columna del agua, pudiendo estar relacionada con las intensas precipitaciones. Además, la misma figura presenta que la capacidad de conducción de la electricidad, a través del agua de mar, se vio influenciada por la presión ejercida sobre la columna de agua; mostrando así, que el agua de mar es más densa que el agua dulce, debido a las sales disueltas, según lo expresan Cienfuegos *et al.* (1990) y OPS/CEPIS (1996).

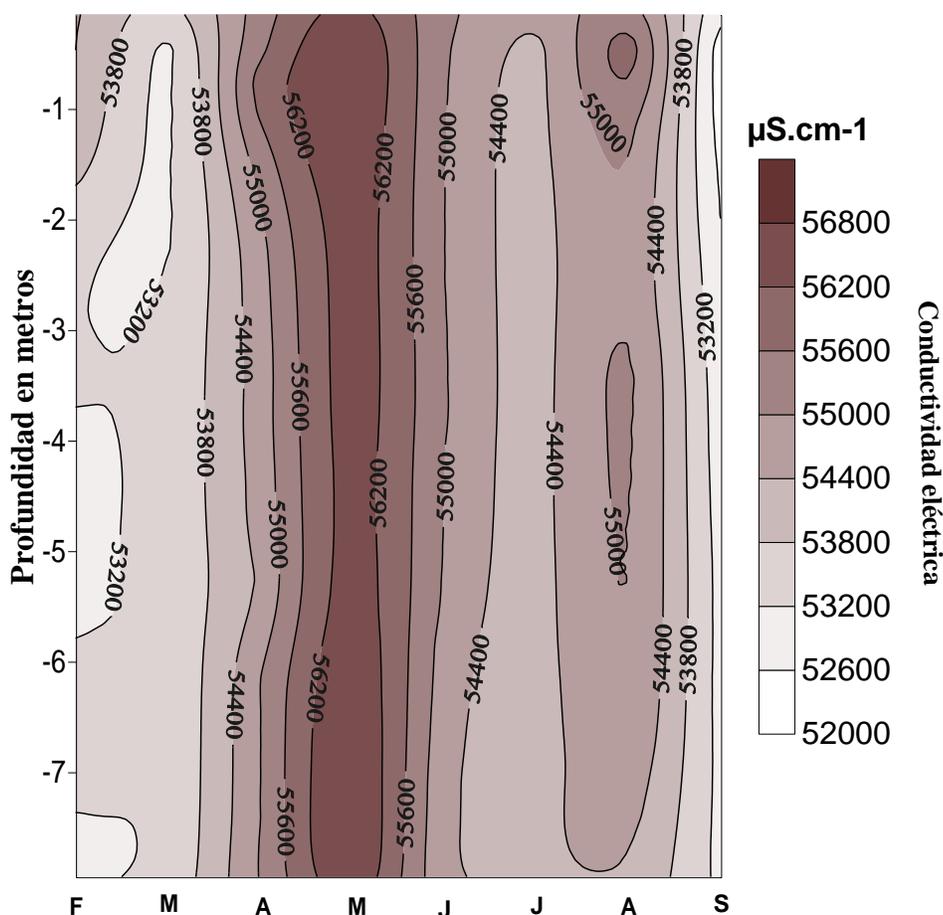


Figura 5. Parámetro de conductividad eléctrica del agua marina en el muelle de Acajutla, 2013.

#### 7.2.1.5. Potencial de hidrógeno y transparencia del agua marina

Los parámetros de pH y transparencia del agua se muestran en la figura 6, el pH registrado en el muelle de Acajutla, a excepción del mes de febrero, no presento cambios bruscos,

presentando un rango entre 7.4 y 8.6. Tales resultados en ésta investigación concordaron por lo expresado por Nuñez y López (2001) el cual mencionan que el rango de pH en los ecosistemas marinos y para que se mantenga en equilibrio deben de registrarse entre 4 y 9, aludiendo que cuando existen variaciones de pH se debe por diversas causas, entre ellas a la lluvia ácida y a descargas de materiales pesados.

El nivel de transparencia del agua marina en el muelle de Acajutla, expresado en metros, mostró que durante la época lluviosa se encontraba entre 2 y 4 m de profundidad; y en la época seca, en el mes de febrero, la transparencia del agua se profundizó a 6 metros. Estos resultados coinciden con los reportados en estudios realizados por Tchobanoglous y Schroeder (1985) quienes mencionan que la transparencia del agua marina se profundiza más en la época seca y de la importancia que tiene en asegurar la calidad de la misma. Así mismo, la disminución de transparencia del agua marina en la época lluviosa concuerda con lo expresado por Núñez y López (2011) y Manteiga (2000) que pudo deberse a la presencia de materia orgánica e inorgánica en su fase de descomposición (figura 6).

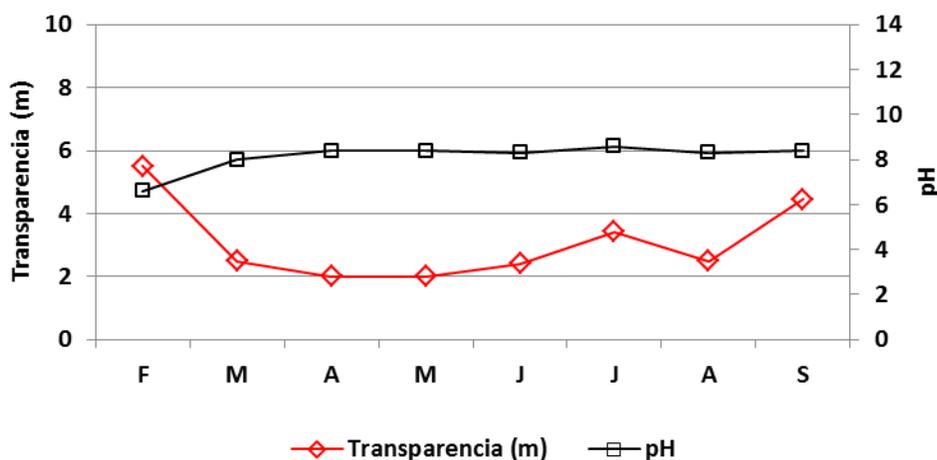


Figura 6. Parámetros de pH y transparencia del agua marina en el muelle de Acajutla, 2013.

### 7.2.2. Puerto de La Libertad

La toma de datos en el muelle de La Libertad se registró a una misma hora matutina (10:00 am), lo que permitió conocer los cambios estacionales en el muelle.

### 7.2.2.1. Temperatura

La figura 7 muestra los datos de la temperatura de las aguas marinas registradas en el muelle de La Libertad, la cual presentó variaciones, ya que el agua marina en la superficie (0.5 m) registró una temperatura entre 27.8° a 30.6° C durante el periodo de estudio, siendo en la época seca (febrero a abril) donde la temperatura mostró un rango entre 27.8° C (marzo) a 29.4° C (abril); y en la época lluviosa (mayo a septiembre) la temperatura osciló en un rango entre 29° C (septiembre) a 30.6° C (agosto).

En la columna del agua marina la temperatura tuvo una tendencia a ser homogénea, es decir, no presentó estratificación, pudiendo deberse a las condiciones climáticas, ya que muy frecuentemente había presencia de vientos en los días que se realizaba la toma de datos del parámetro de temperatura del agua marina en el muelle.

Tales resultados coinciden con los datos registrados por Fernández (2010) el cual menciona que la temperatura del mar en el muelle de La Libertad oscila entre 25.7° C y 28.2° C en los meses de noviembre a febrero, registrándose temperaturas más altas en los meses de abril y mayo con 32° C, es decir, que en la época seca el agua de mar tiende a registrar temperaturas más bajas que en la época lluviosa, en donde los rayos del sol se intensifican más.

SPA (2007) menciona que los cambios de temperatura en valores de 40° C presentan efectos directos perjudiciales a la vida acuática (efectos en la reproducción, cambios de pH, altas migraciones, enfermedades, otros), pues el aumento de temperatura disminuye la solubilidad de gases (oxígeno) y aumenta en general las sales (concentraciones de salinidad).

Para Cienfuegos *et al.* (1990) la causa de estas variaciones de temperatura en el agua de mar se da en gran medida a la contaminación de las aguas, producto de las actividades antropogénicas, que en muchas ocasiones provocan efectos secundarios en los cambios biológicos, genéticos y ecológicos de la vida acuática; así mismo, pérdidas en la producción acuícola por desechos orgánicos y efluentes terminales.

Debido a estas variaciones de temperatura en ambos muelles, la toma de parámetros *in situ*, es decir, los datos obtenidos en Acajutla fueron a media milla náutica de distancia del muelle; y en el muelle de La Libertad fue propiamente en él, donde las actividades antropogénicas como la pesca y su comercialización estuvo más en contacto con agentes contaminantes como por ejemplo el proceso de eviscerado.

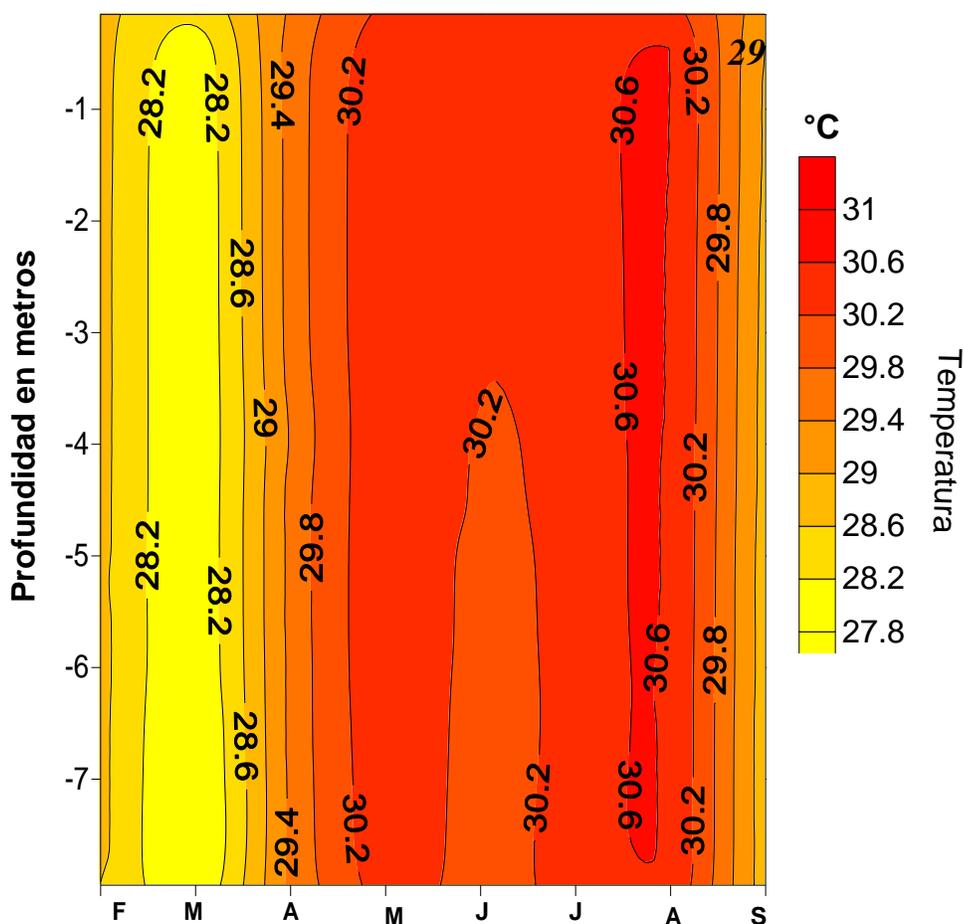


Figura 7. Parámetro de temperatura del agua marina en el muelle de La Libertad, 2013.

#### 7.2.2.2. Oxígeno disuelto

Los resultados obtenidos del oxígeno disuelto en la superficie del agua del mar (0.5 m), en el muelle de La Libertad, en los meses de muestreos oscilaron en un rango de 4.8 a 6.7 mg.L<sup>-1</sup>, registrándose en la época seca (febrero a abril) un rango de 5.8 mg.L<sup>-1</sup> (febrero) a 6 mg.L<sup>-1</sup> (marzo); y en la época lluviosa (mayo a septiembre) oscilaron con rango de 4.8 mg.L<sup>-1</sup> (mayo) a 6.7 mg.L<sup>-1</sup> (septiembre). Tales resultados presentaron variaciones a los datos obtenidos en el

muelle de Acajutla, pues el rango del oxígeno disuelto del agua de mar, en el muelle de La Libertad, fue menor que los datos registrados en el muelle de Acajutla (figura 8).

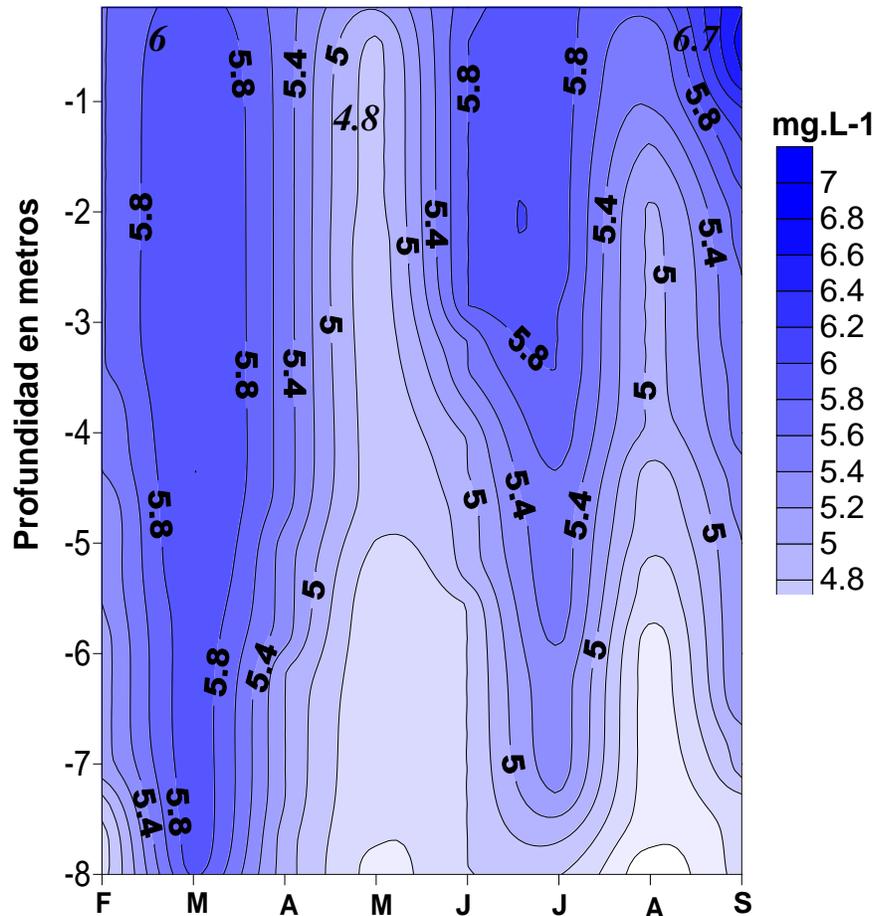


Figura 8. Parámetro del oxígeno disuelto del agua marina en el muelle de La Libertad, 2013.

También, el oxígeno disuelto tuvo una tendencia a ser más homogénea en la columna de agua en la época seca; y en la época lluviosa la columna del agua presentó una fuerza de estratificación en los primeros metros de profundidad, sin embargo, en el mes de mayo el oxígeno disuelto disminuyó a 4.8 mg.L<sup>-1</sup> (figura 8). Tal como lo mencionan Espinoza (2014), FAO (2005), Fernández (2005), Pizarro *et al.* (2000) y Vera *et al.* (1996) el oxígeno disuelto disminuye con la temperatura y la salinidad por causa de agentes externos que modifican el equilibrio estable del medio ecosistémico. Por lo tanto, eventos como proliferaciones microalgales nocivas, presentan una tendencia a ser más frecuentes trayendo consecuencias

como impactos negativos en el desarrollo económico y social como por ejemplo en la salud humana de la población.

### **7.2.2.3. Salinidad**

Los resultados obtenidos de salinidad en el muelle de La Libertad, a una profundidad de 0.5 m (superficie), registró un rango de 31.4 a 33.8 PSS durante el periodo de estudio. En la época seca (febrero a abril) se registró un rango de 33.2 PSS (abril) a 32.8 PSS (febrero); y en la época lluviosa (mayo a septiembre), con un rango de 31.6 PSS (septiembre) a 33.6 PSS (mayo), mostrando así, que la columna del agua marina en la época seca presentó una estratificación de isóclina a partir de los 2 m de profundidad, en el mes de febrero. En cambio, en la época lluviosa, la presencia de isóclina fue a los 4 m (mayo) y a los 6 m de profundidad en los meses de julio y agosto.

Espinoza (2014), IADO/UNS (2008) y Andrade (1991) citado por CEQUA (2007) señalan que en los cambios bruscos de salinidad se identifican masas de agua, en este caso se identificó tres masas de agua marina sobre la columna del agua marina en el muelle de La Libertad, siendo en la época seca la primera masa de agua desde 0.5 m, la segunda masa de agua a partir de los 2 m de profundidad y una tercera masa a 6 m de profundidad en el mes de julio (figura 9).

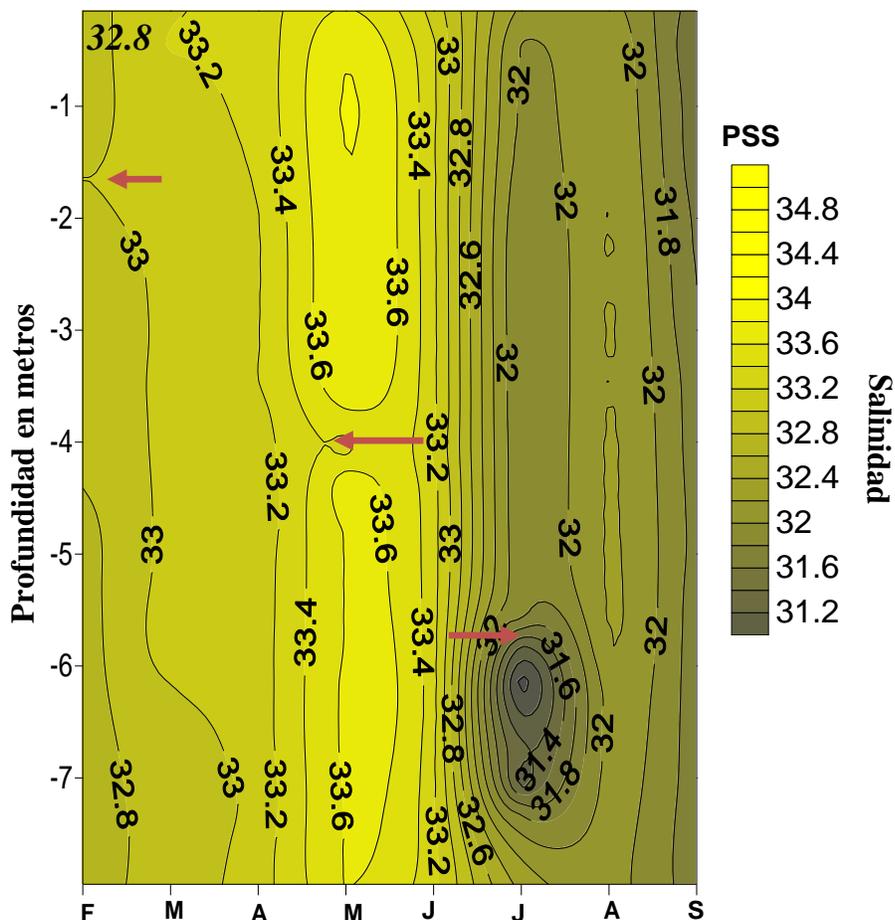


Figura 9. Parámetro de la salinidad del agua marina (flechas rojas haloclina) en el muelle de La Libertad, 2013.

#### 7.2.2.4. Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica obtenida en el muelle de La Libertad registró un rango entre 52,000 a 56,800  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  en la superficie (0.5 m) del agua marina, siendo muy homogénea y menos estratificada en el periodo de estudio. En la época seca (febrero a abril) la conductividad eléctrica registró un rango de 53,500  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (marzo) a 55,500  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (abril); y en la época lluviosa (mayo a septiembre) oscilaron con rango de 52,000  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (septiembre) a 56,800  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (mayo). Sin embargo, en los meses de mayo y junio se observó un leve aumento en los niveles de conductividad eléctrica (hasta los 4 m de profundidad), pudiendo estar relacionada a la vulnerabilidad del aumento de nutrientes (figura 10).

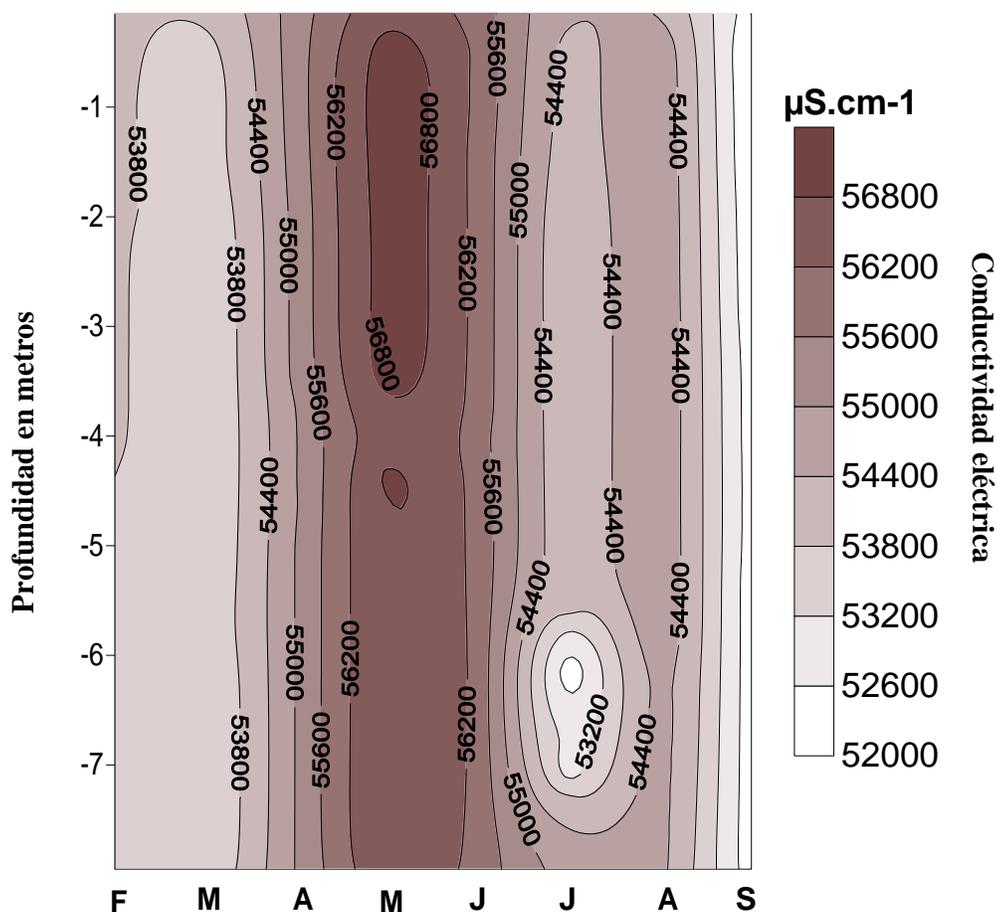


Figura 10. Parámetro de la conductividad eléctrica del agua marina en el muelle de La Libertad, 2013.

Estas diferencias de datos de conductividad eléctrica, a los registrados en el muelle de Acajutla en los meses antes mencionados, pudieron estar relacionados a los cambios de estratificación termal, que se vieron afectados por otros factores abióticos tales como: las corrientes submarinas por el efecto de la alta evaporación y el aumento en salinidad en las aguas superficiales, entre otros; tal como lo expresa Cienfuegos *et al.* (1990).

#### 7.2.2.5. Potencial de hidrógeno y transparencia del agua marina

Los parámetros de pH y transparencia del agua marina (figura 11) obtenidos en el muelle de La Libertad, mostraron que el pH no exhibió variaciones significativas, presentando un rango de 8.1 y 8.7, y un promedio de 8.5 durante la época de estudio. Estos resultados de investigación coincidieron con los registrados por Nuñez y López (2001) quienes mencionan

que el rango de pH en los ecosistemas marinos y para que se mantenga en equilibrio deben de registrarse entre 4 y 9, en ambientes naturales.

Los resultados de transparencia del agua marina, expresados en metros, obtenidos en el muelle de La Libertad, presentó un rango en el periodo de estudio de 0.45 y 3.5 m de transparencia. Durante la época seca (febrero a abril) presentó un rango de 1.3 m a 3.5 m de transparencia; y en la época lluviosa se observó que el nivel de transparencia del agua se encontraba por encima de 2.0 m, llegando hasta 4 m en el mes de agosto, disminuyendo drásticamente en el mes de septiembre a 0.45 m de transparencia (figura 11).

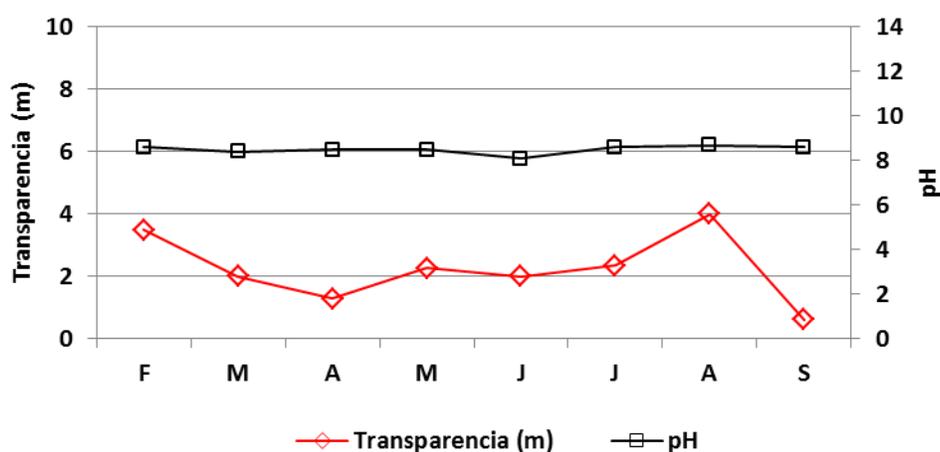


Figura 11. Parámetros de pH y transparencia del agua en el muelle de La Libertad, 2013.

Estas variaciones de datos en la transparencia del agua, en relación a los valores obtenidos en el muelle de Acajutla, pudieron estar relacionadas a la presencia o ausencia de la materia orgánica e inorgánica, como lo mencionan Núñez y López (2011), Manteiga (2000), Tchobanoglous y Schroeder (1985).

### 7. 3. Análisis de parámetros biológicos (bioindicadores) en los muelles de los puertos de Acajutla y La Libertad

En este estudio, para conocer la calidad del agua marina en los muelles de Acajutla y La Libertad y el efecto en la pesca artesanal en la comercialización de los productos pesqueros, se

realizaron análisis biológicos utilizando como indicadores a las microalgas como las diatomeas y dinoflagelados.

### 7.3.1. Identificación de microalgas marinas en el muelle del puerto de Acajutla

Con los resultados de la toma de muestras del agua de mar, obtenidas a profundidades de 0.5 m en el muelle de Acajutla, se identificó un total de 26 géneros y 45 especies de microalgas marinas, de éstas, los géneros asociados a marea roja fueron: *Alexandrium spp*, *Akashiwo sp*, *Gymnodinium spp*, *Gonyaulax spp*, *Prorocentrum spp*, *Cochlodinium sp*, *Thalassionema sp*, *Pseudon-Nitzschia* y *Ceratium spp* (cuadro 13).

Cuadro 13. Identificación de especies de microalgas presentes en el muelle de Acajutla, 2013.

N°	Géneros	Especies	N°	Géneros	Especies
1	<i>Akashiwo</i>	<i>sanguineum</i> (1, 2)	12	<i>Gyrodinium</i>	<i>instriatum</i>
2	<i>Alexandrium</i>	<i>sp</i>		<i>Gyrodinium</i>	<i>spirale</i> (2)
	<i>Alexandrium</i>	<i>peruvianum</i> (1, 2)	13	<i>Leptocylindrus</i>	<i>danicus</i>
3	<i>Ceratium</i>	<i>dens</i>	14	<i>Navicula</i>	<i>sp</i> (2)
	<i>Ceratium</i>	<i>furca</i> (1)	15	<i>Nitzschia</i>	<i>longissima</i> (2)
4	<i>Cochlodinium</i>	<i>polykrikoides</i> (1)		<i>Nitzschia</i>	<i>sigma</i> (2)
5	<i>Chaetoceros</i>	<i>affinis</i>	16	<i>Odontella</i>	<i>mobiliensis</i> (2)
	<i>Chaetoceros</i>	<i>curvisetus</i>	17	<i>Pleurosigma</i>	<i>sp</i> (2)
	<i>Chaetoceros</i>	<i>decipiens</i>	18	<i>Proboscia</i>	<i>alata</i>
	<i>Chaetoceros</i>	<i>diadema</i>	19	<i>Prorocentrum</i>	<i>gracile</i>
	<i>Chaetoceros</i>	<i>didymus</i>		<i>Prorocentrum</i>	<i>micans</i> (1)
	<i>Chaetoceros</i>	<i>diversus</i>		<i>Prorocentrum</i>	<i>cf scutellum</i> (2)
	<i>Chaetoceros</i>	<i>lacinius</i> (2)	20	<i>Protoperidinium</i>	<i>sp</i> (2)
	<i>Chaetoceros</i>	<i>lorenzianus</i> (2)	21	<i>Pseudon-Nitzschia</i>	<i>cf pungens</i> (2)
	<i>Chaetoceros</i>	<i>pelagicus</i> (2)		<i>Pseudon-Nitzschia</i>	<i>seriata</i>
	<i>Chaetoceros</i>	<i>peruvianus</i> (2)		<i>Pseudon-Nitzschia</i>	<i>turgidula</i> (2)
6	<i>Coscinodiscus</i>	<i>granii</i> (2)	22	<i>Pyrodinium</i>	<i>bahamense</i> (1)
	<i>Coscinodiscus</i>	<i>radiatus</i>	23	<i>Rhizosolenia</i>	<i>imbricata</i> (2)
7	<i>Cylindrotheca</i>	<i>closterium</i>		<i>Rhizosolenia</i>	<i>setigera</i> (2)
8	<i>Diplopsalopsis</i>	<i>sp</i>	24	<i>Skeletonema</i>	<i>costatum</i>
9	<i>Gonyaulax</i>	<i>spinifera</i> (1, 2)	25	<i>Thalassionema</i>	<i>nitzschiioides</i> (1)
10	<i>Guinardia</i>	<i>striata</i>	26	<i>Thalassiothrix</i>	<i>longissima</i>
11	<i>Gymnodinium</i>	<i>catenatum</i> (1, 2)			

Fuente: Algas marinas identificadas por LABTOX-UES, 2013.

(1) Asociadas a Proliferación de Microalgas. (2) Identificadas en ese lugar.

Según los datos del conteo celular de microalgas marinas presentes en el muelle de Acajutla a una distancia de media milla náutica (con el objetivo de ver posibles variaciones), se observó que en el mes de febrero la microalga marina más abundante fue la especie *Coscinodiscus radiatus*, con un conteo celular de 167 cel.ml<sup>-1</sup> de agua marina (40%). En mayo las especies más representativas fueron *Pseudon-Nitzschia turgidula* con 2,417 cel.ml<sup>-1</sup> (31%) y *Pseudon-Nitzschia sp* con 1,250 cel.ml<sup>-1</sup> (16%). En junio, la especie *Thalassionema nitzschioides* fue la más representativa, con un conteo celular de 667 cel.ml<sup>-1</sup> (31%), siendo ésta una especie asociada a proliferación de microalgas.

En cambio, en el mes de julio la especie más abundante de acuerdo al conteo celular fue *Leptocylindrus danicus* con 8,333 cel.ml<sup>-1</sup> (47%). La presencia de la especie *Cochlodinium polykrikoides* fue muy representativa en agosto con un conteo celular de 25,000 cel.ml<sup>-1</sup>, estando presente en un 100%. La presencia de tales especies, a excepción de *Cochlodinium polykrikoides*, no representa riesgos a la salud humana ni a los ecosistemas (anexo 3).

*Cochlodinium polykrikoides* produce una sustancia (ictiotóxica) no tóxica a las personas, pero sí a los peces. Tal sustancia posee tres propiedades que son: neurotóxicas, hemolíticas y hemaglutinantes.

Espinoza *et al.* (2013) mencionan que *Cochlodinium polykrikoides* en altas concentraciones provoca edema en las branquias y muerte por asfixia en los peces.

### **7.3.2. Identificación de microalgas marinas en el muelle del puerto de La Libertad**

Con los resultados de la toma de muestras del agua de mar obtenidas en el muelle de La Libertad a una profundidad de 0.5 m, se identificó un total de 26 géneros y 34 especies de microalgas marinas, de éstas, los géneros asociados a marea roja fueron: *Alexandrium spp*, *Kenia sp*, *Pyrodinium spp*, *Prorocentrum spp*, *Scrippsiella spp*, *Cochlodinium sp*, *Thalassionema sp*, y *Ceratium spp* (cuadro 14).

Cuadro 14. Identificación de especies de microalgas presentes en el muelle de La Libertad, 2013.

N°	Géneros	Especies	N°	Géneros	Especies
1	<i>Alexandrium</i>	<i>sp</i>	14	<i>Kenia</i>	<i>brevis</i> (1, 2)
2	<i>Anabaena</i>	<i>planctonica</i> (2)	15	<i>Leptocylindrus</i>	<i>danicus</i>
3	<i>Bacteriastrium</i>	<i>hyalinum</i> (2)		<i>Leptocylindrus</i>	<i>minimus</i> (2)
4	<i>Ceratium</i>	<i>furca</i> (1)	16	<i>Proboscia</i>	<i>alata</i>
5	<i>Cochlodinium</i>	<i>polykrikoides</i> (1)	17	<i>Prorocentrum</i>	<i>micans</i> (1)
6	<i>Corethron</i>	<i>criophilum</i>		<i>Prorocentrum</i>	<i>lima</i> (2)
7	<i>Chaetoceros</i>	<i>affinis</i>		<i>Prorocentrum</i>	<i>scutellum</i>
	<i>Chaetoceros</i>	<i>curvisetus</i>	18	<i>Pseudoguinaridia</i>	<i>recta</i> (2)
	<i>Chaetoceros</i>	<i>didymus</i>		<i>Pseudon-Nitzschia</i>	<i>cf seriata</i>
	<i>Chaetoceros</i>	<i>diadema</i>	19	<i>Pyrodinium</i>	<i>bahamense</i> (1)
8	<i>Coscinodiscus</i>	<i>sp</i>	20	<i>Rhizosolenia</i>	<i>styliformis</i> (2)
	<i>Coscinodiscus</i>	<i>radiatus</i>	21	<i>Scrippsiela</i>	<i>trochoidea</i> (1)
9	<i>Cylindrotheca</i>	<i>closterium</i>	22	<i>Skeletonema</i>	<i>costatum</i>
10	<i>Diplopsalopsis</i>	<i>sp</i>	23	<i>Stephanopyxis</i>	<i>turris</i> (2)
11	<i>Gonyaulax</i>	<i>polygramma</i> (2)	24	<i>Thalassionema</i>	<i>nitzschiioides</i> (1)
12	<i>Guinaridia</i>	<i>striata</i>	25	<i>Thalassiothrix</i>	<i>longissima</i>
13	<i>Gyrodinium</i>	<i>instriatum</i>	26	<i>Thalassiosira</i>	<i>sp</i>

Fuente: Algas marinas identificadas por LABTOX-UES, 2013.

(1) Asociadas a proliferaciones de Microalgas. (2) Identificadas en ese lugar.

Los datos del conteo celular de microalgas marinas presentes en el muelle de La Libertad, en la superficie (0.5 m), muestran que las microalgas identificadas en el mes de febrero fueron las especies de *Bacteriastrium hyalinum* y *Coscinodiscus sp*, ambas con un conteo celular de 167 cel.ml<sup>-1</sup> (33%); en marzo la especie más abundante fue *Pseudon-Nitzschia cf seriata*, con un conteo celular de 167 cel.ml<sup>-1</sup> (25%).

En junio la especie más representativa fue *Anabaena planctónica*, con un conteo celular de 167 cel.ml<sup>-1</sup> (25%); en el mes de julio la especie *Scrippsiela trochoidea* fue las más abundante con 4,667 cel.ml<sup>-1</sup> (55%); tales especies tienen importancia ecológica y no son tóxicas a la vida acuática. Sin embargo, se registró presencia de *Pyrodinium bahamense*, con un conteo celular de 2,583 cel.ml<sup>-1</sup> (19%), la cual si representa riesgo a la salud de las personas por consumo de moluscos bivalvos crudos.

Espinoza *et al.* (2013) señalan que la distribución y hábitat de muchas de estas especies de microalgas marinas tóxicas (*Pyrodinium bahamense*, *Alexandrium spp* y otras) están principalmente en las zonas costeras y son cosmopolitas, en donde se han registrado altos niveles de saxitoxinas asociadas a proliferaciones de microalgas; así mismo, mencionan que en altas concentraciones pueden causar la muerte en personas por la disminución de oxígeno, como es el caso de *Ceratium furca*.

Según la FAO (2005) los géneros *Alexandrium* y *Pyrodinium bahamense*, son unos de los principales dinoflagelados responsables de producir la saxitóxina, siendo ellas unas de las más tóxicas dentro del grupo de 21 tetrahidropurinas de las toxinas PSP (productora de saxitoxinas paralizante), las cuales son un peligro potencial tanto en el ser humano como en los animales, pues provocan efectos en el sistema respiratorio, es decir, disminución de oxígeno, induciendo a una asfixia, debido a una parálisis progresiva de los músculos respiratorios (Tomas *et al.* 1997).

Pate (2006), Faust y Gullede (2002) y Tomas *et al.* (1996) mencionan que el género *Alexandrium* (identificada en el mes de julio) está asociado a proliferación de microalgas, su distribución y hábitat es generalmente en agua costeras y estuarinas.

La presencia de la especie *Cochlodinium polykrikoides*, al igual que en el muelle de Acajutla, fue muy representativa en el mes de agosto, con un conteo celular de  $22,250 \text{ cel.ml}^{-1}$ , estando presente en un 100%, disminuyendo en septiembre con  $7,583 \text{ cl.ml}^{-1}$  hasta en un 60%, pero siempre fue la más abundante (anexo 4). La presencia de esta especie, sobre todo en la época lluviosa, coincidió con lo reportado por LABTOX-UES (2012), quienes registraron presencia de *Cochlodinium polykrikoides* en  $215,784 \text{ cel.ml}^{-1}$  en la Playa de Taquillo, La Libertad, identificadas a dos metros de profundidad de la columna de agua.

Faust y Gullede (2002) mencionan que la especie *Gymnodinium catenatum* (identificada en septiembre en este estudio) produce un veneno paralizante de moluscos (VPM), pues produce neo-saxitoxinas. La especie *Gonyaulax polygramma*, a pesar de no producir toxinas, está relacionada con proliferaciones de microalgas y puede causar la muerte de peces y moluscos

por anoxia, por altos niveles de amonio y sulfuro, como producto de la descomposición de las células, tal como expresan Tomas *et al.* (1996), Faust y Gullede (2002) citado por Espinoza *et al.* (2013).

LABTOX-UES (2013) reportó que en las densidades de células de fitoplancton en las muestras de agua marina obtenidas en las playas de La Libertad, se identificaron géneros como *Dinophysis* y *Prorocentrum* a 20 cel.L<sup>-1</sup>, sin ninguna alerta. También reportó otras especies como *Alexandrium monilatum* (4,080 cel. L<sup>-1</sup>), *Gymnodinium catenatum* (5,400 cel.L<sup>-1</sup>), todas ellas asociadas a la presencia de saxitoxinas, pero en bajos niveles permisibles. Sin embargo, en altas concentraciones son las causantes de provocar síntomas gastrointestinales producidos por el ácido okadaico.

La importancia de realizar estudios de seguimiento sobre la calidad del agua de mar en relación a la proliferación de microalgas en las costas, es debido al impacto que se genera en los niveles sociales y económicos del país, pues muchos organismos acuáticos tienen importancia económica, que al darse estos eventos, perjudica la bioseguridad de los alimentos, pues ocasionan daños a la salud de las personas, sobre todo de aquellas que degustan moluscos bivalvos crudos como las de “ostras de piedra”, “conchas” y “almejas”.

En El Salvador, se encuentra conformada la Comisión Nacional de Marea Roja (CONAMAR), siendo la única en la región centroamericana, la cual, por decreto N° 225, desde el año 2001 tiene la función de monitorear (Plan Nacional de Monitoreo), con muestras de moluscos bivalvos, las concentraciones de presencia de saxitoxinas (de acuerdo a la norma CODEXSTAN de 400 UR/100 g), que es perjudicial a la salud humana.

La CONAMAR está integrada por: Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), a través de la Dirección General de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura (CENDEPESCA), Ministerio de Salud (MINSAL), en colaboración con el Laboratorio Nacional de Referencia; y el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). También se apoya de instituciones como el Laboratorio de Biotoxinas Marinas de la Universidad de El Salvador

(UES), para realizar análisis de conteo celular en las muestras de agua de mar de los sitios de Acajutla, Los Cóbano y playas de La Libertad, entre otros.

A continuación se muestra una caracterización taxonómica de algunas de las especies de microalgas marinas asociadas a marea roja que se identificaron en esta investigación, las cuales se caracterizan por presentar sustancias tóxicas, siendo las más abundantes las microalgas dinoflagelados.

### 7.3.2.1. Diatomeas

Phylum: Heterokontae

Orden: Bacillariophyceae

Familia: Bacillariophyceae

Especie:



*Pseudonitzschia seriata*

Descripción: Es un género marino cosmopolita, comprende una gran variedad de especies. Asociada a proliferación de microalgas. No se reporta como especie tóxica.

### 7.3.2.2. Dinoflagelados

Phylum: Dinophyta

Orden: Bacillariales

Familia: Bacilliaceae

Especie:



*Cylindrotheca closterium*

Descripción: Asociada a proliferación de microalgas, en altas concentraciones pueden causar la muerte por falta de oxígeno.

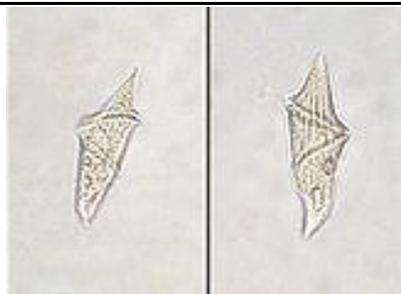
---

Phylum: Dinophyta

Orden: Gymnodiniales

Familia: Gymnodiniaceae

Especie:



*Gyrodinium spirale*

---

Descripción: Género asociado a proliferación de microalgas. Importancia ecológica. Dinoflagelado desnudo, no presenta cloroplasto. No es productora de toxinas.

---

Phylum: Dinophyta

Orden: Gymnodiniales

Familia: Gymnodiniaceae

Especie:



*Gymnodinium instriatum*

---

Descripción: Asociada a proliferación de microalgas. Ha sido asociada a mortandad de peces, su distribución es cosmopolita.

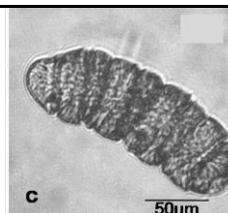
---

Phylum: Dinophyta

Orden: Gymnodiniales

Familia: Gymnodiniaceae

Especie:



*Cochlodinium polykrikoides*

---

Descripción: Género asociado a proliferación de microalgas, en altas concentraciones puede provocar mortalidad en peces y deformidades de las larvas de peces. En el año 2002 en Costa Rica se reportaron afecciones humanas causadas por la brisa marina debido a una floración algal nociva (Vargas y Bustamante 2004).

---

---

Phylum: Dinophyta

Orden: Prorocentrales

Familia: Prorocentraceae

Especie:



*Prorocentrum micans*

---

Descripción: El género *Prorocentrum*, específicamente *P. gracile* y *P. micans*, pueden alcanzar altas concentraciones, asociadas con eventos de proliferación de microalgas, son cosmopolitas en aguas templadas a tropicales (Leal *et al.* 2001).

---



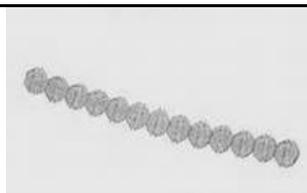
---

Phylum: Dinophyta

Orden: Gonyaulacales

Familia: Gonyaulaceae

Especie:



*Alexandrium monilatum*

---

Descripción: Género asociado a proliferación de microalgas. Produce veneno paralizante de moluscos como la saxitoxinas, gonodiomina, entre otros.

---



---

Phylum: Dinophyta

Orden: Gonyaulacales

Familia: Gonyaulaceae

Especie:



*Akashiwo sanguinea*

---

Descripción: Género asociado a proliferación de microalgas. Es un dinoflagelado planctónico desnudo, se distribuye en aguas templadas a tropicales, estuarinas y costeras, son cosmopolitas.

---



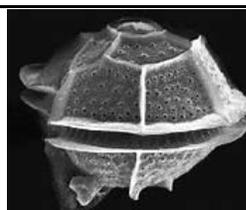
---

Phylum: Dinophyta

Orden: Gonyaucales

Familia: GoniDOMATAcease

Especie:



*Pyrodinium bahamense var. compressum*

---

Descripción: Asociada a proliferación de microalgas. Produce toxinas paralizantes como la saxitoxinas, habitan en aguas cálidas.

---

### 7.3.3. Análisis de la calidad del agua marina para presencia de fauna en los muelles de Acajutla y La Libertad

Para realizar el estudio de la calidad del agua para presencia de la fauna, se utilizó como bioindicadora a la “ostra de piedra” (*Crassostrea iridescens*), realizando análisis de saxitoxinas en concentraciones permisibles, bajo el método de bioensayo de Unidades de Ratón (UR) de 400 UR/100 g, bajo la Norma CODEX STAN 292-2008.

Los resultados obtenidos de los análisis en las muestras de moluscos bivalvos, de la especie “ostra de piedra”, en un periodo del 28 de junio al 19 de septiembre del año 2013, registraron un rango de 166.25 y 389.76 UR/100 g, indicando que se encontraron dentro de la norma CODEX STAN (2008) (cuadro 15).

Cuadro 15. Resultados de los análisis en muestras de “ostras de piedra” en playas en los municipios Acajutla y La Libertad, 2013.

N° Muestra	Lugar de colecta	Resultado obtenido Saxitoxina UR/100 g	Fecha de análisis
51	UCSF Acajutla (Restaurante, Av. Miramar, Bo. Las Peñas)	389.76	28/06/13
58	Playa de Acajutla	182.00	19/07/13
71	Playa Mizata, La Libertad	166.25	19/09/13

Fuente: Laboratorio Nacional de Referencia del MINSAL 2013, MARN 2013.

## 7.4. Principales actividades antropogénicas en los muelles de los puertos de Acajutla y La Libertad

### 7.4.1. Funcionamiento del muelle de Acajutla

El muelle de Acajutla se inauguró en julio de 1986, el cual fue construido con la idea de facilitar las operaciones de la pesca de pequeña escala en la zona, que la ejercen personas (pescadores) de bajos recursos económicos, quienes encuentran en ésta actividad su principal fuente de ingresos y de seguridad alimentaria (anexo 5).

La actividad se desarrolla en zonas estuarinas, arrecife y mar abierto, en un área de 8,000 km<sup>2</sup> desde la costa, con embarcaciones de 18 a 25 pies de eslora y motor fuera de borda de 40 a 70 HP de (Horse Power); los aparejos utilizados son: redes de enmalle o agalleras, línea de mano y palangres o cimbra.

Las faenas de pesca hacia mar afuera se realizan a partir de las once de la mañana y hasta las cuatro de la tarde, dependiendo de las especies objetivos de captura, por ejemplo, las capturas de “pargos” (*Lutjanus spp*) se realizan de día o por la noche y pueden durar de 24 a 48 horas. Para la captura de peces “dorados” (*Coryphaena hippurus*) las faenas pueden durar más tiempo, de dos o más días a más de 70 millas náuticas, así mismo para el “tiburón” (*Sphyrna spp*, *Charcharhinus spp*), se aprovechan dichos recursos por temporadas en diferentes meses del año.

El número de pescadores ha ido cambiando en los últimos años, pues muchos ex-combatientes del conflicto armado, ingresaron al sector por falta de otras alternativas, pero luego de algunos años regresaron a las actividades que usualmente ejercían como la agricultura y una buena parte de ellos migraron hacia Estados Unidos.

Los productos pesqueros (principalmente los pescados) desembarcados en el muelle, tienen un proceso de selección dependiendo del tamaño y la clase como “dorado”, “tiburón” y “pargo”, que son transportados ya sea al mercado “La Tiendona” en San Salvador o para exportación a países como los Estados Unidos, como es el caso del “dorado”. Existen otros recursos que se aprovechan como “macarela” (*Scomberomuros sierra*), “atún” (*Thunnus spp*), “ostras” (*Crassostrea sp*), “camarón” (*Litopenaeus spp*), “langostas” (*Panuliris gracilis*), entre otros.

También son comercializados productos pesqueros en el mismo muelle, por las cooperativas asociadas, para el turismo que les visita (específicamente los fines de semana); pueden ser vendidos al fresco (entero o lonja de pescado) y el producto que queda es depositado en refrigeradoras.

En el muelle de Acajutla, los medios de vida están orientados al oficio de captura de productos marinos; sin embargo, sus esfuerzos de pesca se encuentran limitados en relación a la infraestructura, la cual se encuentra en mal estado. El muelle presenta un diseño que permite la acumulación de aguas no tratadas, debido a los desechos de productos pesqueros. Si bien el muelle de Acajutla ofrece servicios básicos como: baños sanitarios, barriles como depósitos de desechos sólidos, las condiciones de sanidad no son las adecuadas, debido a la falta de un ordenamiento de espacios físicos y de un Plan de Manejo de Ordenación.

La mayoría de pescadores de la zona se encuentran asociados a cooperativas pesqueras, las cuales están debidamente legalizadas por la institución encargada CENDEPESCA, de extender permisos de pesca. Ésta actividad la realizan con el fin de obtener mejores beneficios en sus ingresos económicos, pero la falta de una buena organización y apoyo en aspectos de administración y gerencia para el manejo de las cooperativas, les limita tener una mayor visión. Las cooperativas son: Asociación Cooperativa de Producción Agropecuaria y Pesquera Camaroneros de Acajutla de Rendimiento Limitado; Asociación Cooperativa de Producción Pesquera Rederos de Acajutla de R. L.; Asociación Cooperativa de Producción Pesquera Tiburoneros de Alta Mar de R.L y Asociación Cooperativa de Producción Pesquera del Puerto de Acajutla de R. L.

#### **7.4.2. Funcionamiento del muelle de La Libertad**

La dinámica en el muelle de La Libertad, una vez que desembarca el producto pesquero, éste es comercializado en el lugar por los pescadores que exponen sus productos al interior de su embarcación a un precio económico, dependiendo de la calidad del pescado que están ofreciendo, aunque también se da la “subasta” de productos, a clientes principalmente turistas nacionales, comerciantes, restaurantes y otros (anexo 6).

Los productos pesqueros que desembarcan en el muelle son: “pargos” (*Lutjanus spp*), “curvinas” (*Cynoscion spp*), “macarelas” (*Scomberomorus sierra*), “roncadores” (*Pomadasys spp*, *Haemulopsis sp*), “tiburones” (*Sphyrna sp*), “jureles” (*Caranx spp*), “rayas” (*Urotrygon spp*), “robalos” (*Centropomus spp*), “bagres” (*Bagre spp*), entre otros.

Según la Encuesta Estructural Centroamericana (2011) el tipo de embarcaciones que utilizan los pescadores para realizar sus faenas de pesca son de tipo panga, que se define como embarcación construida con: madera, fibra de vidrio, aluminio o una combinación de estos materiales, que es propulsada con motor fuera de borda. En el país existen un total de 5,200 embarcaciones, con 6,650 motores fuera de borda de 25, 40 o 115 HP. Las actividades de faenas de pesca se realizan desde las primeras horas del día, dependiendo de las especies objetivo a aprovechar, que van desde veinticuatro horas hasta setenta o más horas por faena.

En el muelle de La Libertad, a diferencia del muelle de Acajutla, la infraestructura reúne las condiciones adecuadas como el Malecón, que posee senderos y zonas verdes, señalización (nomenclatura) que orienta al turista, servicios sanitarios, restaurantes y playas recreativas. El Malecón es administrado por el Ministerio de Turismo (MITUR), a través de la Corporación Salvadoreña de Turismo (CORSATUR), que prestan además el servicio de alquileres de oficinas, salones para reuniones o eventos, todos con servicio de agua potable. Así mismo, se encuentra aledaño al muelle, la parte del comercio, un mercado municipal y las oficinas de CENDEPESCA, la Fuerza Naval y la Autoridad Marítima Portuaria (AMP) (anexo 7).

Sin embargo, la falta de un manejo del ordenamiento, permite que se den desordenes, entre ellos: el uso inapropiado de las instalaciones para resguardo de lanchas, motores fuera de borda y resguardo de herramientas (aperos de pesca, hieleras, otros); así mismo, infraestructura inadecuada para la manipulación en el proceso de los productos pesqueros (anexo 8).

A nivel de asociatividad los pescadores en su mayoría se encuentran organizados por Cooperativas, las cuales están debidamente legalizadas en la institución de CENDEPESCA. Las cooperativas son: Asociación Cooperativa de Producción Pesquera y Servicios Múltiples El Mero de Rendimiento Limitado; Asociación Cooperativa de Producción Pesquera Artesanal La Libertad de Responsabilidad Limitada.; Asociación Cooperativa de Pescadores del Puerto de La Libertad de R. L. y Asociación Cooperativa de Producción Pesquera y Servicios Múltiples San Diego de R. L. Todas asociadas a una federación FACOPADES de R. L.

### **7.4.3. Comercialización**

#### **7.4.3.1. Puerto de Acajutla**

En el muelle de Acajutla los productos de desembarque son: “temporada de dorado”, “temporada de tiburón”, “temporada de macarela” y casi todo el año captura de “pargo”. Para el caso del producto de “dorado”, que son capturas de individuos adultos, son depositados en canastas, para luego ser pesados y transportados en vehículos para ser procesado en planta como: “filete de pescado de dorado” y exportarlos a países como Estado Unidos. En la pesca de “dorado”, de individuos juveniles, los precios bajan en el mercado, por lo que son comercializados en el mismo muelle a un precio simbólico en relación a los esfuerzos de pesca que han invertido, entre los precios se puede mencionar USD \$ 1.00 a USD \$ 1.75 por libra.

#### **7.4.3.2. Puerto de La Libertad**

Los productos desembarcados en el muelle de La Libertad están comprometidos con personas conocidas como intermediarios o “toponeros”, que son mayoristas propietarios de embarcaciones, quienes en muchas ocasiones están asociados a cooperativas pesqueras que proveen a los pescadores de gastos como: combustible, hielo para conservar fresco lo más posible los productos pesqueros, así como el alimento durante sus actividades de faenas, dejando un margen de ganancia mínima al pescador.

La comercialización de los productos pesqueros es: fresco, seco-salado, subproductos, lonja; siendo el papel de la mujer muy importante en este tipo de actividad, pues son ellas las que se dedican a la venta del producto y la participación masculina está íntimamente relacionada a la captura de los productos pesqueros.

### **7.4.4. Resultados de las encuestas a turistas**

#### **7.4.4.1. Muelle de Acajutla**

El turismo en el muelle no es muy frecuente en los días de lunes a viernes, salvo los fines de semana, que lo frecuentan para comprar producto pesquero; no así para visitar las playas porque son muy rocosas. Por lo cual, no se realizaron las entrevistas en el muelle.

#### **7.4.4.2. Muelle de La Libertad**

El turismo nacional y en menor porcentaje los turistas internacionales visitan el muelle desde tempranas horas del día, ya sea como bañistas o turistas, para observar los atraques y desembarques de las lanchas pesqueras artesanales, o por estar interesados en la compra de producto pesquero. También, los comerciantes aprovechan vender artesanías elaboradas de productos hidrobiológicos.

##### **Frecuencia de visitas al muelle**

Del 100% de los turistas entrevistados, el 50% respondió que si visitaba con frecuencia el muelle y el otro 50% dijo que no.

##### **Propósito de las visitas**

Del 100% de los turistas entrevistados, el 33% respondió que si visitaba el muelle, principalmente para comprar productos pesqueros y el 67% dijo que no.

##### **Condiciones sanitarias del muelle**

Del 100% de los turistas entrevistados, el 58% respondió que consideraba adecuadas las condiciones sanitarias del muelle y el 42% dijo que no.

##### **Disposición adecuada para los residuos sólidos**

Del 100% de los turistas entrevistados, el 58% respondió que existe una disposición adecuada para depositar los residuos pesqueros y el 42% dijo que no.

##### **Infraestructura**

Del 100% de los turistas entrevistados, el 75% respondió que el muelle de La Libertad se encuentra en buenas condiciones para su funcionamiento y el 25% dijo que la infraestructura está en regular nivel de funcionamiento.

### **Abastecimiento de agua potable**

Del 100% de los turistas entrevistados, el 67% respondió que el muelle de La Libertad presenta un sistema de abastecimiento de agua potable adecuado, y que el caudal es suficiente para usos domésticos, y el 33% dijo que no (anexo 9).

## **7.4.5. Resultados de las encuestas a turistas en restaurantes**

### **7.4.5.1. Puerto de Acajutla**

No se realizó.

### **7.4.5.2. Puerto de La Libertad**

#### **Frecuencia de visitas a los restaurantes**

Del 100% de los turistas entrevistados, el 50% respondió que visitaba con frecuencia restaurantes y el otro 50 % dijo que no.

#### **Propósito de las visitas a los restaurantes**

Del 100% de los turistas entrevistados, el 50% respondió que consumía productos pesqueros y el 50% dijo que no.

#### **Condiciones sanitarias de los restaurantes**

El 100% de los turistas entrevistados, el 58% respondió que si y el 42% dijo que no.

#### **Inocuidad en consumo de alimentos en los restaurantes**

El 100% de los turistas entrevistados, el 100% respondió que nunca se habían enfermado por consumir alimentos en los diferentes restaurantes que habían visitado (anexo 9).

## **7.4.6. Resultados de las encuestas a Cooperativas**

### **7.4.6.1. Puerto de Acajutla**

Las encuestas dirigidas a las Asociaciones de Cooperativas Pesqueras de R. L. en el muelle artesanal de Acajutla, solo se pudieron realizar a una sola cooperativa, el objetivo de realizar estas entrevistas fue para conocer el grado de consciencia que presentan las personas que se dedican a la actividad de la pesca en relación a la pesca responsable, sin poner en riesgo la vida de organismos acuáticos que presentan importancia ecológica y económica, y los esfuerzos que pueden gestionar para garantizar el equilibrio de los ecosistemas, a través de programas de educación ambiental (anexo 10).

#### **Frecuencia de visitas de turistas al muelle**

Del 100% de las personas entrevistadas asociadas a la Cooperativa, el 50% respondió que el turismo es más frecuente que el de antes y el otro 50% dijo que era menos frecuente.

#### **Turismo nacional o internacional**

Del 100% de las personas entrevistadas asociadas a la Cooperativa, el 100% respondió que el turismo que visita el muelle es nacional.

#### **Propósito de las visitas**

Del 100% de las personas entrevistadas asociadas a la Cooperativa, el 50% respondió que el turismo que visitaba el muelle era con el propósito de comprar productos pesqueros y el otro 50% respondió que era por recreación.

#### **Conciencia del medio ambiente**

Del 100% de las personas entrevistadas asociadas a la Cooperativa, el 50% respondió que el turismo es consciente de depositar los desechos líquidos y sólidos, en los lugares correspondiente y el otro 50% respondió que no.

**Conocimiento del tratamiento de los desechos sólidos**

Del 100% de las personas entrevistadas asociadas a la Cooperativa, el 50% respondió que el tratamiento que se le daba a los desechos de productos pesqueros (vísceras) era de tirarlos al mar y el otro 50% respondió que no.

**Condiciones sanitarias del muelle**

Del 100% de las personas entrevistadas asociadas a la Cooperativa, el 60% respondió que el muelle de Acajutla cumplía con las condiciones adecuadas de saneamiento y el otro 40% respondió que no.

**Instituciones Gubernamentales presentes en el funcionamiento del muelle**

Del 100% de las personas entrevistadas asociadas a la Cooperativa, el 100% respondió que instituciones gubernamentales y no gubernamentales se encuentran presentes, entre ellas: PREMODER, Nuevos Horizontes, Alcaldía Municipal, Ministerio de Salud (MINSAL), dirección General de la Pesca y la Acuicultura (CENDEPESCA).

**Abastecimiento de agua potable**

Del 100% de las personas entrevistadas asociadas a la Cooperativa, el 100% respondió que sí, el muelle posee el sistema de abastecimiento de agua potable y de buena calidad.

**Pagos arancelarios por uso de los servicios sanitarios**

Del 100% de las personas entrevistadas asociadas a la Cooperativa, el 100% respondió que existe un arancel, para el uso de los servicios sanitarios públicos que es de USD \$0.25 (anexo 10).

**7.4.6.2. Puerto de La Libertad**

En el muelle de La Libertad fueron entrevistadas tres Asociaciones de Cooperativas Pesqueras: El Mero de R. L., ACOOPAL de R. L. y ACOPPSEMDI de R. L.

**Frecuencia de visitas de turistas al muelle**

Del 100% de las personas entrevistadas asociadas a las Cooperativas, el 100% respondió que el turismo es más frecuente que el de antes.

**Turismo nacional o internacional**

Del 100% de las personas entrevistadas asociadas a las Cooperativas, el 50% respondió que el turismo que visitaba el muelle era nacional y el otro 50% era internacional.

**Propósito de las visitas**

Del 100% de las personas entrevistadas asociadas a las Cooperativas, el 50% respondió que el turismo que visitaba el muelle era con el propósito de comprar productos pesqueros y el otro 50% respondió que era por recreación.

**Conciencia del medio ambiente**

Del 100% de las personas entrevistadas asociadas a las Cooperativas, el 100% respondió que el turista no es consciente de depositar los desechos líquidos y sólidos en los lugares correspondientes.

**Conocimiento del tratamiento de los desechos sólidos**

Del 100% de las personas entrevistadas asociadas a las Cooperativas, el 50% respondió que el que tratamiento que se le daba a los desechos de productos pesqueros (vísceras) eran del Relleno Sanitario y el otro 50% respondió que no sabían.

**Condiciones sanitarias del muelle**

Del 100% de las personas entrevistadas asociadas a las Cooperativas, el 50% respondió que el muelle de La Libertad cumplía con las condiciones adecuadas de saneamiento y el otro 50% respondieron que no.

**Instituciones Gubernamentales presentes en el funcionamiento del muelle**

Del 100% de las personas entrevistadas asociadas a las Cooperativas, el 100% respondió que las instituciones gubernamentales o no gubernamentales que se encontraban presentes en el

muelle son: Alcaldía Municipal, Ministerio de Salud, CENDEPESCA, Fuerza Armada, Fuerza Naval.

#### **Abastecimiento de agua potable**

Del 100% de las personas entrevistadas asociadas a las Cooperativas, el 100% respondió que sí, el muelle posee el sistema de abastecimiento de agua potable y de buena calidad.

#### **Pagos arancelarios por uso de los servicios sanitarios**

Del 100% de las personas entrevistadas asociadas a las Cooperativas, el 100% respondió que existe un arancel por el uso de los servicios sanitarios públicos que es de USD \$ 0.25 (anexo 12).

### **7.4.7. Resultados de las encuestas a Alcaldías Municipales de Acajutla y La Libertad**

#### **7.4.7.1. Alcaldía Municipal de Acajutla**

Se procedió a realizar entrevistas a los empleados de la alcaldía municipal de Acajutla (anexo 12), los resultados fueron los siguientes:

#### **Servicios básicos que presta la alcaldía al muelle**

Del 100% de los empleados de la alcaldía municipal entrevistados sobre los servicios básicos que presta la alcaldía, el 30% dijo tren de aseo; 10% relleno sanitario; 10% medio ambiente; 15% mantenimiento red vial; 10% alumbrado eléctrico; 10% registro familiar; 5% cuentas corrientes; 5% catastro; 5% seguridad.

#### **Servicio de Tren de Aseo**

Del 100% de los empleados entrevistados de la alcaldía municipal, el 80% dijo que el tren de aseo pasaba cada 7 días y el otro 20% dijo que cada 5 días.

### **Servicio de la disposición final de los desechos sólidos y líquidos en el muelle por parte de la alcaldía municipal**

Del 100% de los empleados entrevistados de la alcaldía municipal, el 100% respondió que existe un relleno sanitario.

### **Disponibilidad de depósitos para los desechos sólidos**

Del 100% de los empleados de la alcaldía municipal entrevistada, el 80% respondió que existen depósitos de basuras y el 20% respondió que no.

### **Mantenimiento y limpieza de los depósitos para los desechos sólidos**

Del 100% de los empleados entrevistados de la alcaldía municipal, el 57% respondió que todos los días se descargaban y limpiaban los depósitos de los desechos sólidos y el 43% respondió que no sabían.

### **Pagos arancelarios a comerciantes**

Del 100% de los empleados entrevistados de la alcaldía municipal, el 83% respondió que existe un pago arancelario por parte de los pescadores, por las lanchas que realizan la pesca artesanal, pero que no sabían cuánto era el pago monetario y el 17% respondió que no sabían.

### **Campañas de saneamiento ambiental**

Del 100% de los empleados de la alcaldía municipal entrevistados, el 17% respondió que si realizaban campañas de saneamiento ambiental en el muelle y el 83% respondió que no sabían.

## **7.4.7.2. Alcaldía Municipal de La Libertad**

### **Servicios básicos que presta la alcaldía al muelle**

Del 100% de los empleados de la alcaldía municipal entrevistados, sobre los servicios básicos que prestan, el 50% respondió en tren de aseo; 33% alumbrado eléctrico; 17% mantenimiento red vial (anexo 13).

**Servicio de Tren de Aseo**

Del 100% de los empleados de la alcaldía municipal entrevistados, el 62% dijo que el tren de aseo pasa 2 días por semana y el otro 38% dijo que cada 3 días por semana.

**Servicio de la disposición final de los desechos sólidos y líquidos en el muelle por parte de la alcaldía municipal**

Del 100% de los empleados entrevistados de la alcaldía municipal, el 25% respondió que existe un relleno sanitario y el 75% respondió que no sabían.

**Disponibilidad de depósitos para los desechos sólidos**

Del 100% de los empleados entrevistados de la alcaldía municipal, el 50% respondió que existe depósitos de basuras y el otro 50% respondió que no.

**Mantenimiento y limpieza de los depósitos para los desechos sólidos**

Del 100% de los empleados de la alcaldía municipal entrevistados, el 12% respondió que todos los días se descargaban y limpiaban los depósitos de los desechos sólidos, el 13% respondió que 2 veces por semana y el 75% respondió que no sabían.

**Pagos arancelarios a comerciantes**

Del 100% de los empleados de la alcaldía municipal entrevistados, el 25% respondió que existe un pago arancelario por parte de los pescadores a lanchas que realizan la pesca artesanal, pero que no sabían cuánto era el pago monetario y el 75% respondió que no sabían.

**Campañas de saneamiento ambiental**

Del 100% de los empleados de la alcaldía municipal entrevistados, el 25% respondió que si realizaban campañas de saneamiento ambiental en el muelle y el 75% respondió que no sabían.

### **7.5. Problemáticas identificadas que contribuyen a la contaminación del agua del mar**

Los agentes que son fuentes de contaminación en la calidad del agua marina en los muelles de Acajutla y La Libertad son: redes de paño, que con el tiempo ya sea por el uso o por daños accidentales de los barcos industriales, específicamente de camarones, estas redes se van deteriorando y son desechadas por los pescadores directamente al agua, acumulándose en el fondo del mar. También, la combustión de los motores fuera de borda de las lanchas o embarcaciones, que dejan residuos, que con el calor del sol permiten desprendimientos de sustancias tóxicas, que afectan la presencia de vida acuática en el fondo del mar.

La presencia de sustancias y desechos no deseables en el medio ambiente provoca un desequilibrio en el hábitat, pues de manera natural se da la eutrofización, la cual consiste en la producción de microorganismos, que una vez que termina su ciclo de vida, éstos son depositados en el fondo del mar, donde otros microorganismos, realizan el trabajo de descomposición, para dar paso a un nuevo ciclo de vida por medio de nutrientes expuestos en el medio. Sin embargo, este ciclo se ve alterado, debido a la introducción de productos contaminantes, provocando un mayor número de producción de microorganismos (algas), que producen sustancias tóxicas, que por efecto de la filtración de otros organismos, suelen ser perjudiciales a la salud humana por el consumo de productos pesqueros como los moluscos.

Otro factor importante es la falta de un Plan de Manejo en los muelles, que es dada por la limitante de una estructura institucional, para el aseguramiento del manejo integrado de la zona costera y principalmente por la falta de financiamiento y personal calificado para tales fines, dejando una pobre educación ambiental. Sin embargo, un buen Plan de Manejo solo se puede conseguir y hacer efectivo con la participación directa de los líderes comunitarios, enfocados primeramente a la concientización del buen uso y a la conservación sostenible de los beneficios que prestan los ecosistemas.

En países como Chile y Argentina, la pesca artesanal representa una de las principales actividades económicas de los asentamientos costeros (PNUMA\PAC\CIMAB 2010). En El Salvador la pesca artesanal se ve limitada por la falta de conocimientos en relación a los

procesos de manufacturas de productos pesqueros, limitando la comercialización por parte de los pescadores, muchas veces porque son personas no organizados y si están asociados aun necesitan ser fortalecidos en como gerenciar y administrar mejor sus recursos.

También, la poca o escasa participación de las comunidades pesqueras les conlleva al encadenamiento del “paternalismo”, sobre todo a aquellos pescadores que se dedican cien por ciento a esta actividad, quedando sujetos ante eventos de desastres o eventos naturales, (presencia de marea roja, tormentas, otras) a la ayuda limitada por parte de instituciones gubernamentales (CENDEPESCA, Alcaldías Municipales, otras).

## **7.6. Propuesta para los gobiernos locales para elaborar Programas de Educación Ambiental que contribuyan a mitigar la contaminación en los muelles de cada puerto**

### **7.6.1. Propuesta para el manejo de los impactos ambientales generados en los muelles de cada puerto**

A pesar que cada muelle posee un Plan Estratégico en el accionar de un buen funcionamiento de los mismos, los cuales contemplan programas en la formación técnica a los pescadores en cuanto a capacitaciones y concientización en el respeto a las leyes, uso y conservación de los recursos naturales como patrimonio nacional, existe aún la necesidad de implementar otros mecanismos de acción que contribuyan a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, desarrollando programas de inversión a través de proyectos de infraestructura, ordenamiento, salud, medio ambiente, por medio del fortalecimiento de la participación ciudadana.

Ante tales desafíos, se propone lo siguiente para el manejo de los impactos ambientales generados en los muelles de cada puerto:

- Realizar estudios sobre la Generación de Residuos Sólidos y Líquidos; elaboración de propuesta del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, siendo las instituciones competentes el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales y las Alcaldías Municipales.

- Instalación de contenedores, para la separación de los residuos orgánicos, inorgánicos y reciclables, siendo las municipalidades las encargadas de gestionar su acceso.
- La instalación de señalización sobre: prevención, recomendaciones ambientales, prohibiciones en la playa, indicaciones, rampas para personas con capacidades diferentes, sobre todo en el muelle de Acajutla. Igualmente serán las municipalidades las encargadas de gestionar su acceso, con el apoyo del Ministerio de Turismo, a través de CORSAUR.
- Seguridad permanente y salvavidas en playas aledañas a los muelles. Las instituciones competentes serán la Dirección General de Protección Civil del Ministerio de Gobernación y Desarrollo Territorial; Policía de Turismo del Ministerio de Turismo; Agentes Metropolitanos de cada municipalidad; Policía Nacional Civil; Fuerza Naval, Cruz Roja, Cruz Verde, Comando de Salvamento, otras.
- Instalaciones de Boyados en las playas cercanas a los muelles. Las instituciones competentes serán la Dirección General de Protección Civil del Ministerio de Gobernación y Desarrollo Territorial; Alcaldías Municipales; Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales en apoyo con instituciones no gubernamentales.
- Desarrollo de programas de educación ambiental, limpieza de playas y ríos, la conservación de recursos mediante prácticas de recolección. Las instituciones competentes son el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales; Ministerio de Educación; Ministerio de Gobernación y Desarrollo Territorial; instituciones Académicas como Universidades en el desarrollo de charlas de sensibilización en el tema, asimismo el apoyo de las instituciones no gubernamentales.

#### **7.6.2. Propuesta para el saneamiento en el proceso de los principales productos pesqueros en cada muelle**

En ambos muelles de Acajutla y La Libertad, se pudo observar la carencia de: infraestructura para procesar los productos pesqueros y de condiciones adecuadas de saneamiento; así como de programas de capacitación en manejo de estos productos. Ante tales desafíos, se propone lo siguiente para el manejo en el proceso de los principales productos pesqueros generados en los muelles de cada puerto:

- Desarrollo de capacitaciones en el manejo de Buenas Prácticas de Manufacturas en los productos pesqueros. La institución competente en realizar estas capacitaciones es la Dirección General de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura (CENDEPESCA) del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) en apoyo con otras instituciones como Ministerio de Educación; Alcaldías Municipales; Organismos Internacionales como la FAO y OSPESCA.
- Talleres participativos sobre Código de Ética de la pesca y la acuicultura, a través del programa Pesca Responsable. La institución competente en realizar estas capacitaciones es CENDEPESCA, en apoyo con la FAO y OSPESCA.
- Realizar campañas de concientización a comerciantes y consumidores, en culturizarse en sus hábitos de consumo de mariscos, así mismo, de estar alertas ante una posible veda de consumo de moluscos bivalvos. Las instituciones competentes son CENDEPESCA (MAG), MARN y MINSAL que conforman la Comisión Nacional de Marea Roja (CONAMAR).
- Realizar programas de alfabetización y educación ambiental. Siendo las instituciones competentes: Ministerio de Educación; Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales; Alcaldías Municipales y ONGs.

### **7.7. Propuesta de indicadores físicos, químicos y biológicos como insumo para una Norma Salvadoreña de la Calidad del Agua Costero Marino**

Las autoridades competentes para realizar una propuesta para establecer una normativa de monitoreo, control y vigilancia del agua costero marino, así como de los indicadores de parámetros físicos, químicos y microbiológicos, debe ser el Ministerio de Agricultura y Ganadería, ya que en la Ley de Riego y Avenamiento, se establece la protección de los océanos por la contaminación y en el artículo 101 menciona que es facultad del MAG dictar medidas necesarias para impedir que se contamine el agua en general, que incluya a las marítimas.

La Ley de Medio Ambiente dice que el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) es la autoridad competente en supervisar la disponibilidad y calidad del agua, así

mismo, a garantizar que todos los vertidos contaminantes sean tratados antes por los emisores; y el Código de Salud del Ministerio de Salud (MINSAL) menciona que éste es el responsable por velar por el saneamiento, con la disposición adecuada de excretas y aguas servidas. También, se insta a la gestión en apoyo con las instituciones académicas y organismos no gubernamentales para realizar campañas de educación ambiental.

Por tanto, los indicadores biológicos que se proponen para la presencia de flora son las microalgas marinas, productoras de toxicidad perjudicial a la salud de las personas y de la vida acuática; y para la presencia de vida de la fauna se proponen a los organismos filtradores como los moluscos bivalvos (ostras, conchas y almejas) por CODEXSTAN (2008) que establece los límites máximos permisibles para toxinas de la Norma para Moluscos Bivalvos Vivos y Moluscos Bivalvos Crudos, susceptibles a la presencia del grupo de microalgas descritas como intoxicación amnésicas, diarreicas y paralizantes. Para los niveles celulares de microalgas planctónicas tóxicas, para la calidad del agua marina y de estuario se plantea que cumplan con los niveles máximos de la norma del Codex para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos (cuadro 16).

Cuadro 16. Rango de niveles celulares de microalgas tóxicas para la calidad de aguas marinas y de estuario.

<b>Microalgas productoras de toxinas</b>	<b>Expresado como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite máximo permisible Agua marina y de estuario</b>
Intoxicación amnésica por marisco	(ASP)	cel. L <sup>-1</sup>	10 <sup>5</sup> -10 <sup>6</sup>
Intoxicación paralizante por marisco	(PSP)	cel. L <sup>-1</sup>	10 <sup>4</sup> -10 <sup>6</sup>
Intoxicación diarreica por marisco	(DSP)	cel. L <sup>-1</sup>	10 <sup>3</sup> -10 <sup>6</sup>

Fuente: Sar *et al.* 2002.

Los indicadores físicos y químicos propuestos para establecer una Norma Salvadoreña de Calidad de Aguas Costeras se presentan en el cuadro 17:

Cuadro 17. Rango de límites máximos permisibles de parámetros físicos y químicos para la calidad de aguas marinas y de estuario.

<b>Parámetro</b>	<b>Expresado como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite máximo permisible Agua marina y de estuario</b>
Oxígeno Disuelto	OD	mg.l <sup>-1</sup>	No menor al 60% y no menor a 4.5 mg.L <sup>-1</sup>
Potencial de Hidrógeno	pH	pH	6.0 - 9.0
Temperatura	°C	°C	Condiciones naturales Máxima 32°
Salinidad	NaCl <sup>-</sup>	PSS	32-37
Turbiedad	UNT*	UNT	10-15
Conductividad eléctrica	CE	μS.cm <sup>-1</sup>	52,000-58,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg.l <sup>-1</sup>	No menor al 60% y no menor a 4.5 mg.L <sup>-1</sup>

Fuente: Comisión Nacional del Agua 1999.

## VIII. Conclusiones

El Índice de Calidad de Agua (ICA) para uso de flora y fauna marina (pesca y vida acuática) clasifica a los muelles de Acajutla y La Libertad en el límite inferior de Aceptable para todos los organismos con el 73%.

Los rangos de los parámetros físicos y químicos del agua marina, registrada en los muelles de Acajutla y La Libertad, durante el periodo de estudio, se encontraba dentro de las condiciones de los límites máximos permisibles para la vida acuática; además, fue favorable para la presencia de microalgas marinas en concentraciones normales.

La presencia de microalgas marinas en el muelle de Acajutla registró la presencia de 26 géneros y 45 especies, identificándose diez géneros asociados a proliferaciones de microalgas.

La representación de microalgas marinas en el muelle de La Libertad registró la presencia de 26 géneros y 34 especies, identificándose ocho géneros asociados a proliferaciones de microalgas.

Los resultados de los análisis bajo el método de Bioensayo de Ratón, para identificar saxitoxina en muestras de “ostras de piedra”, mostraron estar bajo la norma CODEXSTAN 292-2008400 de 400.00 UR/100 g, a excepción del mes de septiembre, que estuvo bajo sospecha con 389.76 UR/100 g.

En los muelles de Acajutla y de La Libertad, el principal medio de vida de las comunidades es la pesca artesanal y la comercialización de productos pesqueros como “pargo”, “curvinas”, “dorado”, “tiburón”, “macarela”, “bagre”, “rayas”, “rucos”.

Las condiciones de infraestructura en ambos muelles, necesitan ser mejoradas, principalmente los espacios físicos para el proceso de buenas prácticas de manufactura y comercialización. Igualmente, ordenamiento del área donde se ubican las lanchas y redes, implementación de señalizaciones y nomenclatura.

## **IX. Recomendaciones**

Es necesario continuar con las investigaciones y que esta información sirva de insumo para las entidades responsables de elaborar y ejecutar una Norma Salvadoreña Obligatoria, para la Calidad del Agua Marina, en la cual se conceptúen valores máximos permisibles (parámetros), procedimientos, registros, monitoreos, métodos estandarizados para garantizar la presencia de la vida acuática y la salud de la población.

Instituir el seguimiento del Plan Nacional de Monitoreo de Marea Roja en los muelles y playas de la zona costera salvadoreña, como Alerta Temprana ante posibles amenazas de estos fenómenos ambientales.

Mantener en el Plan Nacional de Monitoreo de Alerta Temprana de la CONAMAR, actualizada la base de datos, con información de parámetros físicos, químicos y biológicos, donde se incluya visitas semanales propiamente a los sitios como puntos críticos de vulnerabilidad de proliferación de microalgas.

Entidades como ANDA, MARN, MINED, MINSAL y MAG, deben de realizar campañas de protección ambiental y de uso racional de recursos naturales (agua, suelo, aire, otros); así mismo, acatar las medidas de seguridad que eviten poner en riesgo la salud de las personas ante fenómenos como presencia de marea roja.

Elaborar e implementar un Plan Estratégico Ambiental Intersectorial (por municipio), de la mano con los ministerios de MAG, MINSAL, MINED, MARN, para realizar campañas ambientales, así como la promoción de buenos hábitos y conciencia ambiental, desde los niveles escolares primarios.

Realizar análisis de muestras del agua como: bacteriológicos, microalgales y de ser posible análisis de metales pesados y de Hidrocarburos. De igual manera realizar análisis de tejidos en muestras de peces.

## X. Bibliografía

Alonso, D; Sierra Correa, P; Arias Isaza, F; Fontalvo, M. 2003. Conceptos y Guías Metodológicas para el Manejo Integrado de Zonas Costeras en Colombia. Manual 1: preparación, caracterización y diagnóstico, Serie de Documentos Generales de INVERMAR N° 12. Colombia. 94 p.

Amaya O; Ruiz G; Espinoza J; Rivera W. 2013. Saxitoxin analyses with a receptor binding assay (RBA) suggest PSP intoxication of sea turtles in El Salvador. Marine Toxins Laboratory (LABTOX-UES), Faculty of Natural Sciences and mathematics, University of El Salvador. Harmful algae news n° 48/2014. 5 p.

ANDA (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados, SV). 1997. Normas Técnicas de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (en línea). El Salvador, CA, 30 p. Consultado 30 de noviembre de 2012. Disponible en <http://www.anda.gob.sv>

Andrade, S. 1991. Geomorfología costera y antecedentes oceanográficos físicos de la Región de Magallanes, Chile (48°-56°S). Ans. Ins. Pat. Ser. Cs, Nats, Punta Arenas, Chile. Vol. 20 (1), 135-151.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists, USA).1990. Paralytic shellfish poison. En: Official Methods of Analysis. 15th Edition. Biological method. Sec. 959.08. Arlington, Virginia, USA. p. 881-882.

Bifani, P. 1994. Desarrollo Sostenible, población y pobreza: algunas reflexiones conceptuales. Ecuador. 80 p.

Boltovskoy, E. 1967. Indicadores biológicos en la oceanografía. Cienc. Inv. Santiago de Chile. Chile. (Bs. As.) 23 (2):66–75.

Boltoyskoy, D. 1989. Las zonas de transición en la pelagial: biogeográfica y paleobiogeográfica, en: F. P. Brandini. Ed. Mem. III encontro brasileiro de plancton. USA. p. 9-24.

Bowen, RE; Riley C. 2004. Socio-economic indicators and integrated coastal management. En: *Ocean & Coastal Management*. USA. 46 (2003) 299–312:299-312.

Branco, SM. 1984. Limnología sanitaria, estudio de la polución de aguas continentales. Serie Biológica, Monografía 28. Colombia. 120 p.

Brown, RM; McLelland, NJ; Deininger, RA; Tozer, RG. 1970. A Water Quality Index Do We Dare? *Water y Sewage Works* October: USA. p. 339-343.

Carrillo A; Villalobos R. 2011. Análisis Comparativo de los Índices de Calidad del Agua (ICA) de los Ríos Colutla y Cazones en el periodo Marzo-Diciembre 2010. Tesis Lic. Químico. Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Químicas, Región: Poza Rica-Tuxpam. México. 86 p.

Castillo, P. 2006. El Desarrollo Local en la gestión municipal *Ciencias Sociales Online*, Marzo 2006, Vol. III, No. 1. Universidad de Viña del Mar. Chile. p. 103–114.

CCME (Canadian Council of Minister of the Environment, CA). 2001. Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life: inorganic fluorides. SSN 1497-2689. ISBN 0-662-29603-6. Cat. No. En1-34/3-2001E. Consultado 25 noviembre de 2012. Disponible en <http://www.fluoridealert.org/pesticides/canada.2001.inorganic.f.pdf>

CCME (Canadian Council of Minister of the Environment, CA). 1999. Appendix IX-A protocol for the derivation of water quality guidelines for the protection of aquatic life (April 1991). In: Canadian water quality guidelines, Canadian Council of Resource and Environment Ministers; 1987. Ottawa, Ontario Canadá. Chapter 4. 15 p.

CCREM (Canadian Council of Resource and Environment Ministers, CA). 1993. Canadian Water Quality Guidelines. Water Quality Branch, Inland Waters Directorate, Environment. Ottawa, Ontario. Canadá. Chapter 6. 15 p.

CEQUA (Centro de Estudios del Cuaternario Fuego-Patagonia y Antártida, CH). 2007. Proyecto Conservación de la biodiversidad de importancia mundial a lo largo de la costa chilena. Informe Final, Análisis y diagnóstico de las principales características del área marina costera protegida Francisco Coloane. Chile. 136 p.

Chang Gómez, JV. 2010. Calidad del Agua. Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador. 72 diapositivas. Correo electrónico: [jvchang@espol.edu.ec](mailto:jvchang@espol.edu.ec)

Cienfuegos, JL; Pilar, T; Frías, MM. 1990. El Océano y sus Recursos. XII El Futuro de los Océanos. La Ciencia para Todos. Primera edición. Fondo de la Cultura Económica. México. 148 p.

CODEX (Contaminación de Toxinas presentes en los Alimentos, SV). 2008. Norma para Moluscos Bivalvos Vivos y Moluscos Bivalvos Crudos (CODEX STAN 292-2008). El Salvador, CA. 10 p.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua, MX). 1999. El agua una prioridad para todos. Ed. rev. Distrito Federal. México. 56 p.

CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, SV). 2004. Norma Salvadoreña Obligatoria para la Evaluación Sensorial de la Frescura de los Productos Pesqueros (NSO 13.49.01:09). (en línea). El Salvador, CA. 19 P. Consultado 10 de noviembre de 2012. Disponible en <http://www.conacyt.com>

Constitución Política de la República de El Salvador. 1983. Actualizada hasta reforma introducida por D.L. N° 56 del 06.07.2000. Decreto Número 38. Publicado en el D. O. N°128, Tomo 348, 10 de julio de 2000. El Salvador, CA. 58 p.

CORSATUR (Corporación Salvadoreña de Turismo, SV). 2010. Turismo en El Salvador, Puertos de Acajutla y La Libertad. Ministerio de Turismo (en línea). Ed. rev. El Salvador, CA. Consultado 30 de noviembre de 2012. Disponible en <http://www.corsatur.gob.sv>

DIGAAP (Dirección General de Asuntos Ambientales de Pesquería, PU). Ministerio de la Producción. Despacho Viceministerial de Pesquería. 2008. Guía de participación ciudadana para las actividades pesqueras y acuícolas en el proceso de evaluación de los estudios de impacto ambiental. Perú. 30 p.

DIGESTYC (Dirección General de Estadística y Censos, SV). 2011. Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples. Mapa de Pobreza. Ministerio de Economía. (en línea). El Salvador, CA, 180 p. Consultado 29 de noviembre de 2012. Disponible en <http://www.digestyc.gob.sv>

DIGESTYC (Dirección General de Estadística y Censos, SV). 2004. Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples. Mapa de Pobreza. Base electrónica de datos. Ministerio de Economía. El Salvador, CA. 189 p.

Echarri, L. 2007. Ciencias de la tierra y del medio ambiente. (en línea).Universidad de Valencia. España. 60 p. Consultado 30 de noviembre de 2012. Disponible en: <http://www.unav.es>

ECODES (Ecología y Desarrollo, AR). 2012. Concepto de Biotóxicas Marinas: Ecología y Desarrollo (en línea). Buenos Aires, AR. Consultado 30 noviembre 2012. Disponible en <http://ecodes.org/noticias/biotoxinas-marinas>

ECODES (Ecología y Desarrollo, AR). 2009. Concepto de Biotóxicas Marinas Ecología y Desarrollo (en línea). Buenos Aires, AR. Consultado 24 noviembre 2012. Consultado 30 de noviembre de 2012. Disponible en <http://ecodes.org/noticias/biotóxicas-marinas>

Ellis, DV; Pattisina LA. 1990. Widespread neogastropod imposex: a biological indicator of global TBT contamination? Marine Pollution Bulletin. USA. 21:248-253.

EPA (Environment Protection Agency of the U.S.A). 1999. Considering ecological processes in environment impact assessments. Office of Federal Activities. USA. 34 p.

Espinoza Navarrete, JJ. 2014. Técnico de Investigación de la División de Investigación Pesquera y Acuícola. Dirección General de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura (CENDEPESCA), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Santa Tecla, El Salvador, CA.

Espinoza Navarrete, JJ; Amaya Monterrosa, OA; Quintanilla R. 2013. Atlas de fitoplancton marino. Laboratorio de Toxinas Marinas (LABTOX), Facultad de Ciencias Naturales y Matemática. Ciudad Universitaria, Final Avenida Mártires y Héroes del 30 julio, San Salvador, El Salvador, CA. 99 p.

Espinoza, JJ; Amaya, OA; Torres, A. 2012. Especie causante de Proliferación Microalgal Nociva en la Costa de El Salvador (*Cochlodinium polykrikoides*). Sistema de Alerta Temprana. Laboratorio de Toxinas Marinas (LABTOX), Facultad de Ciencias Naturales y Matemática. Ciudad Universitaria, Final Avenida Mártires y Héroes del 30 julio, San Salvador, El Salvador, CA. p. 4.

Evans, SM; Dawson M; Day J; Frid CLJ; Gill ME.; Pattisinat LA; Porter J. 1995. Domestic Waste and TBT Pollution in Coastal Areas of Ambon Island (Eastern Indonesia). Mar. Poll. Bul. 30(2):109-115.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2005. Biotoxinas marinas. Estudio de la FAO: Alimentación y nutrición. Roma, Italia, 64 p. Correo electrónico [copyrigh@fao.org](mailto:copyrigh@fao.org)

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2001. Promoción de la Ordenación de la Pesca Costera. Aspectos Socioeconómicos y Técnicos de la pesca artesanal en El Salvador, Costa Rica, Panamá, Ecuador y Colombia, 79 p. Correo electrónico [copyrigh@fao.org](mailto:copyrigh@fao.org)

Faust, M; Gullede R. 2002. Identifying Harmful Marine Dinoflagellates. Smithsonian Institution. USA. 143 p.

Fernández, N; Solano, F. 2005. Índices de calidad y contaminación del agua. Ed. Java. Universidad de Pamplona, España. 142 p.

Fernández Sandoval, IY. 2010. Diseño y Factibilidad de Relleno Sanitario Manual para el Municipio de La Libertad, Departamento de La Libertad. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Ciudad Universitaria, Final Avenida Mártires y Héroes del 30 julio, San Salvador, El Salvador, CA. 237 p.

FISDL (Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local, SV)/PATDEL (Programa de Asistencia Técnica para el Desarrollo Local, SV)/CEPA (Comisión Portuaria de Acajutla, SV). 2007. Plan Estratégico Participativo Acajutla 2007-2011. El Salvador, CA. 170 p.

Foale, S. 1993. An evaluation of the potential of gastropod imposex as a bioindicator of tributyltin pollution in Port Phillip Bay, Victoria. Marine Pollution Bulletin, USA. 26:546-552.

Garay, J; Panizzo, L; Lesmes, L; Ramírez, G; Sánchez JE. 1993. Manual de técnicas analíticas de parámetros físico-químicos y contaminantes Marinos. C.C.O., Fundación Mamonal y CIOH, Cartagena, Costa Rica, CA. 109 p.

GEF (Programa de Pequeñas Donaciones del GEF, SV)/ PNUD (Programa de Naciones Unidas, SV). 2010. Colección “Valoración Económica de los Medios de Vida. Pesca Artesanal Sostenible, una experiencia comunitaria del SGP El Salvador. El Salvador, CA. 52 p.

Gibbs, PE; Bryan GW. 1994. Biomonitoring of tributyltin (TBT) pollution using the imposex response of neogastropod molluscs. In: Kramer KJ (ed.). Biomonitoring of coastal waters and estuaries, CRC Press, Boca Raton. USA. p. 205-226.

Guevara Vera, A. 1996. Control de la Calidad del Agua. Métodos de Análisis para la Evaluación de la Calidad del Agua. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). Organización Panamericana de la Salud (OPS). Organismo Mundial de la Salud (OMS). Lima, Perú. 50 p.

Hernández Perla, HE; Avilés, L; Alvarado, FE. 2003. Elaboración del mapa hidrogeológico del acuífero costero de la Región C en el departamento de Ahuachapán. Tesis de Ingeniero Civil. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Escuela de Ingeniería Civil. Universidad Politécnica de El Salvador. El Salvador, CA. 103 p.

Hernández, NR; Cárdenas, J. 2011. Documento Técnico. Talleres de Desarrollo Participativo en Comunidades Pesqueras. Proyecto Evaluación de los Recursos Pesqueros, Pesca Artesanal e Industrial, Perspectivas para su manejo, año 2011. Dirección General de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura (CENDEPESCA), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Santa Tecla, El Salvador, CA. 77 p.

IADO (Instituto Argentino de Oceanografía, AR)/UNS (Unidad de Sanidad de Microbiología Ambiental, AR). 2008. Programa de monitoreo del calidad ambiental de la Zona Interior del Estuario de Bahía Blanca. Buenos Aires, Argentina. 179 p.

INCOPECA (Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura, CR)/FECOPT (Federación Costarricense de la Pesca Turística, CR). 2010. Propuesta de Plan de Ordenamiento pesquero del Área Marina para la Pesca responsable Golfo Dulce, Costa Rica, CA. 113 p.

INVERMAR (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, CO). 2002. Indicador de la Calidad de las Aguas Marinas de Colombia. Programa de Calidad Ambiental Marina. Colombia. 109 p.

IULA (Instituto Universitario Latinoamericano, MX)/ CELCADEL (Centro Latinoamericano de Capacitación y Desarrollo de los Gobiernos Locales, MX). 2006. Desarrollo Local y Desarrollo Económico. México. 78 p.

Jameson, SC; Erdmann, MV; Gibson Jr., GR; Potts, KW. 1998. Development of biological criteria for coral reef ecosystem assessment. USEPA, Office of Science and Technology, Health and Ecological Criteria Division, Washington, DC. USA. 50 p.

JICA (Agencia de Cooperación Internacional del Japón, SV). 2002. Estudio sobre el Desarrollo de la Pesca Artesanal en El Salvador (Informe Principal). Agencia de Cooperación Internacional de Japón, Ministerio de Agricultura y Ganadería. El Salvador, CA. 263 p.

Kaufmann, D; Kraay, A; Mastruzzi, M. 2004. "Governance Matters III: Governance Indicators for 1996, 1998, 2000 and 2002" The World Bank Economic Review. p. 18, 2, 253-287.

LABTOX-UES (Laboratorio de Biotoxinas Marinas, Universidad de El Salvador, SV). 2013. Informe de análisis de identificación de saxitoxinas en Playa La Libertad, La Libertad, 2013. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática. Ciudad Universitaria, Final Avenida Mártires y Héroes del 30 julio, San Salvador, El Salvador, CA. 8 p.

LABTOX-UES (Laboratorio de Biotoxinas Marinas, Universidad de El Salvador, SV). 2013. Análisis de calidad del agua marina con presencia de microalgas tóxicas a la salud humana. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática. Ciudad Universitaria, Final Avenida Mártires y Héroes del 30 julio, San Salvador, El Salvador. CA. 6 p.

Lara Ascencio, F. 2009. El desarrollo sostenible y la dimensión ambiental (23). Facultad de Ciencias Agronómicas. Ciudad Universitaria, Final Avenida Mártires y Héroes del 30 julio, San Salvador, El Salvador, CA. 25 diapositivas.

Leal, S; Delgado, G; Popowski, G. 2001. *Prorocentrum gracile* Schutt, 1895(Dinophyceae, Prorocentrales): Nuevo registro de microalga marina para aguas cubanas. Cuba. Rev. Invest. Mar. 22(3):241-242.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, SV)/MINSAL (Ministerio de Salud Pública, SV)/MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SV). 2001. Comisión Nacional de la Marea Roja (CONAMAR). Secretaría de Estado, Republica de El Salvador. El Salvador, CA. 3 p.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, SV). 1988. Estudio de factibilidad técnica y económica del Proyecto de Riego Paz-El Rosario. Fondo Salvadoreño para Estudios de Preinversión. El Salvador, CA. 168 p.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, SV). 1988. Ley de Riego y Avenamiento (en línea). El Salvador, CA. 45 p. Consultado 30 de noviembre de 2012. Disponible en <http://www.mag.gob.sv>

Manteiga, L. 2000. Los indicadores ambientales como instrumentos para el desarrollo de la política ambiental y su integración en otras políticas. Estadística y Medio Ambiente. Instituto de Estadística de Andalucía. Sevilla España. p. 75-87.

MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SV). 2010. Informe sobre calidad de agua de ríos en El Salvador. Servicio Hidrológico Nacional, San Salvador, El Salvador, CA. 74 p.

MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SV)/ FORGAES (Proyecto Fortalecimiento de la Gestión Ambiental en El Salvador)/ UE (Unión Europea). 2004. Legislación Ambiental (en línea). San Salvador, El Salvador, CA. 252 p. Consultado 30 de noviembre de 2012. Disponible en <http://www.marn.gob.sv>

MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SV). 1998. Reglamento Especial en Materia de Desechos Sólidos (en línea). San Salvador, El Salvador, CA. 30 p. Consultado 30 de noviembre de 2012. Disponible en <http://www.marn.gob.sv>

MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SV). 1998. Reglamento Especial de Normas Técnicas de Calidad Ambiental (en línea). San Salvador, El Salvador, CA. 30 p. Consultado 30 de noviembre de 2012. Disponible en <http://www.marn.gob.sv>

MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SV). 1998. Reglamento Especial de aguas residuales (en línea). San Salvador, El Salvador, CA. 30 p. Consultado 10 de noviembre de 2012. Disponible en <http://www.marn.gob.sv>

MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SV). 1998. Reglamento Especial para la Compensación Ambiental (en línea). San Salvador, El Salvador, CA. 20 p. Consultado 10 de noviembre de 2012. Disponible en <http://www.marn.gob.sv>

MINSAL (Ministerio de Salud, SV). 2013. Análisis de biotoxinas presentes en moluscos bivalvos. Laboratorio Nacional Referente. San Salvador, El Salvador, CA. 2 p.

MINSAL (Ministerio de Salud Publica, SV)/CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología)/ COSUDE (Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, SU).1999. Norma Salvadoreña Obligatoria para la calidad de agua potable (en línea). El Salvador, CA. 30 P. Consultado 10 de noviembre de 2012. Disponible en <http://www.minsal.gob.sv>

MINSAL (Ministerio de Salud, SV). 1988. Código de Salud (en línea). El Salvador, CA. 60 P. Consultado 10 de noviembre de 2012. Disponible en <http://www.minsal.gob.sv>

Montoya, H; Contreras, C; García, V. 1997. Estudio Integral de la calidad de agua en El Estado de Jalisco. Comisión Natural del Agua, Geren, Reg. Lermasantiago. Guadalajara, México. 106 p.

Morales Alvaro. 2012. Producción biológica en los océanos (Diapositiva 15). Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas de Costa Rica, S. J. Costa Rica, CA. 56 Diapositivas.

NSF (Fundación Nacional de Saneamiento, MX) 1970. Índice de Calidad de agua. Distrito Federal. México. 45 p.

Núñez, MA; López, E. 2001. La Contaminación Marina. Ecosistema Marino de Gijón. 28 p. Cuba. Rev. Invest. Mar. 22(3):241-242.

OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, MX). 2007. Desarrollo Económico (en línea). Distrito Federal, México. Consultado el 26 de septiembre de 2012. Consultado 29 de noviembre de 2012. Disponible en <http://www.oecd-ilibrary.org>).

Ochoa, JL; Nuñez, E; Saad, L. 2003. Diferentes términos utilizados para describir las “Mareas Rojas”. México. 8 p. Rev. Biol. Trop. 51(3):621-628.

Ochoa, JL; Sierra, A.1999. “Mareas Rojas” en México. México D. F. Rev. Invest. Ciencia 50:7-16.

OMS (Organización Mundial de la Salud, USA). 2005. Normativa de calidad de agua. USA. 12 p.

ONU (Organización de las Naciones Unidas, MX). 2007. Desarrollo Económico (en línea). Distrito Federal, México. Consultado el 09 de mayo 2013. Consultado 29 de noviembre de 2012. Disponible en [http://www.cinu.org.mx/temas/desarrollo/des\\_econ.htm](http://www.cinu.org.mx/temas/desarrollo/des_econ.htm)

OPS (Organización Panamericana de la Salud, PE)/CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, PE). 1996. Control de Calidad de Agua. Métodos de Análisis para la evaluación de la Calidad de Agua. Perú. 50 p.

OSPESCA (Organización del Sector Pesquero y Acuícola del Istmo Centroamericano, CA)/SICA (Sistema de la Integración Centroamericano, CA). 2011. Encuesta Estructural de la Pesca Artesanal y Acuícola en Centroamérica 2009-2011. CA. 96 p.

Pate, S. 2006. Impacts of the toxic dinoflagellate *Alexandrium monialtum* on three ecological important shellfish species. MS dissertation, North Carolina State University, North Carolina, USA. 23 p.

Pizarro, G; Iriarte, JL; Montecino, V; Blanco, JL; Guzmán L. 2000. Distribución de la biomasa fitoplanctónica y productividad primaria máxima en fiordos y canales australes (47°-50° S) en octubre 1996. Ciencias Tecnológicas del Mar. Santiago, Chile. 23:25-48.

Platt, TP; Sathyendranath, S. 1992. The importance and measurement of new production. En: P. Falkowski y A. Woodhead (eds.). Primary productivity and biogeochemical cycles in the sea. USA. Environ. Sci. Res., 43:273-284.

PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, SV). 2006. Monografía sobre desarrollo humano y objetivos de desarrollo del milenio. 1a. ed. Acajutla, Sonsonate. El Salvador CA. 138 p.

PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, USA). 1996. Indicadores del desarrollo sostenible. Marco y metodologías de Nueva York: Naciones Unidas (en línea). USA. Consultado 30 de noviembre de 2012. Disponible en <http://www.pnud.org.sv>

PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, USA)/PAC (Programa Ambiental del Caribe, CB)/CIMAB (Centro de Ingeniería y Manejo Ambiental de Bahías y Costas, CB). 2010. PROGRAMA de monitoreo de la calidad de los ecosistemas marinos en zonas de alto riesgo en la región del gran Caribe. Proyecto Regional: “Red Regional en Ciencias y Tecnologías Marinas para el caribe: Know- Why Network”. El Caribe. 143 p.

PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, SV). 1999. Manual de Legislación Ambiental de El Salvador. Fundación Salvadoreña de Derecho Ambiental (FUNDASALVA). El Salvador, CA. 82 p.

Quintero, LA; Agudelo, E. 2010. Determinación de indicadores para la calidad de agua, sedimentos y suelos, marinos y costeros en puertos de Colombia. Colombia. 14 p.

Ramírez, DG; Giraldo, A; Tovar, J. 2006. Producción primaria, biomasa y composición taxonómica del fitoplancton costero y oceánico en el Pacífico colombiano (septiembre-octubre 2004). Invest. Mar. Valparaíso. Chile. 34(2):211-216.

Samboni, NE; Carvajal, Y; Escobar, JC. 2007. Revisión de parámetros físicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. 10 p. Colombia. Rev. Ing. e Invest. 27(3):172-181.

SNET (Servicios Nacional de Estudios Territoriales, SV). 2009. Oceanografía (en línea). El Salvador. CA. 2 p. Consultado el 26 de septiembre de 2012. Consultado 15 de noviembre de 2012. Disponible en <http://www.snet.gob.sv>

SPA (Secretaria de Política Ambiental, AR). 2007. Impactos Ambientales y Actividades Productivas (en línea). BA. Argentina, 12 p. Consultado el 26 de septiembre de 2012. Consultado 15 de noviembre de 2012. Disponible en <http://www.estrucplan.com.ar>

Strickland, D; Parsons, R. 1972. A practical Handbook of Seawater Analysis. Bulletin 167. Fisheries. Research Board of Canada. 310 p.

Tchobanoglous, G; Schroeder, E. 1985. Water quality. Adison Wesley Publishing Company. USA. 15 p.

Tomas, C. 1997. Identifying Marine Phytoplakton. Floridad Marine Research Institute. USA. 875 p.

UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, ES) Proyecto BASIM. 2005. El estado de los recursos hídricos en la región hidrográfica Cara Sucia-San Pedro Belén en la zona Sur de Ahuachapán, El Salvador (recopilación y análisis). El Salvador, CA. 45 p.

UNDP (United Nations Delelopment Programme, USA). 2007. Governance Indicators: A User's Guide UNDP, available at (en línea). USA. Consultado 15 de noviembre de 2012. Disponible en: [http://www.undp.org/oslocentre/flagship/governance\\_indicators\\_project.html](http://www.undp.org/oslocentre/flagship/governance_indicators_project.html)

Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommung der Quantitativen Phytoplankton. Metodik. Mitt. Int. Verein. Theor. Angew. Limnol. USA 9:31-38.

Vargas Montero, M; Freer Bustamante, E; Guzmán, JC; Vargas, JC. 2008. Florecimientos de dinoflagelados nocivos en la costa Pacífica de Costa Rica. C.R. 18 (1 suplemento):25-23.

Vargas Montero, M; Freer Bustamante, E. 2004. Paralytic Shellfish Poisoning Outbreaks in Costa Rica. In: Steidinger K.A, J.H. Landsberg, C.R. Tomas y G.A. Vargo (Eds). Proceedings of the Xth. Internatonal Confernce on Harmful Algae. 2002. Florida Fish and Wildlife Conservation Commission, Florida Institute of Oceanography and Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. p. 482-484.

Vera, P; Avaria, S; Muñoz, P. 1996. Composición y distribución del fitoplancton de los fiordos adyacentes a Campos de Hielo Sur y su relación con algunos parámetros oceanográficos. Ciencias Tecnológicas del Mar. Santiago, Chile. 19:73-92.

**XI. Anexos**

# CODEX ALIMENTARIUS

NORMAS INTERNACIONALES DE LOS ALIMENTOS



Organización de las Naciones  
Unidas para la Alimentación  
y la Agricultura



Organización  
Mundial de la Salud

E-mail: [codex@fao.org](mailto:codex@fao.org) - [www.codexalimentarius.org](http://www.codexalimentarius.org)

---

**Anexo 1.****NORMA PARA LOS MOLUSCOS BIVALVOS VIVOS Y LOS MOLUSCOS BIVALVOS CRUDOS****CODEX STAN 292-2008****Adoptada en 2008. Enmendada en 2013. Revisada en 2014.**

## 1. **ÁMBITO DE APLICACIÓN**

La presente norma se aplica a los moluscos bivalvos vivos y a los moluscos bivalvos crudos, que han sido desconchados y/o congelados, y/o han sido tratados para disminuir o limitar determinados organismos, al tiempo que mantienen esencialmente las características sensoriales de los moluscos bivalvos vivos. Los moluscos bivalvos crudos se comercializan congelados o enfriados. Los moluscos bivalvos vivos y los crudos podrán destinarse al consumo directo o a una elaboración ulterior. La presente norma no se aplica a los peines cuando el producto final incluye solamente el músculo aductor.

La Parte I se aplica a los moluscos bivalvos vivos. La Parte II se aplica a los moluscos bivalvos crudos.

### **PARTE I - MOLUSCOS BIVALVOS VIVOS**

#### 1.2. **Descripción**

##### 1.2.1 *Definición del producto*

Los moluscos bivalvos vivos son los productos que se encuentran vivos inmediatamente antes de su consumo. El producto se presenta con las valvas/concha.

##### 1.2.2 *Definición del proceso*

Los moluscos bivalvos se capturan vivos en una zona de cría que esté autorizada para el consumo humano directo o clasificada como autorizada para la captura usando un método autorizado de depuración, por ejemplo, la reinstalación o depuración antes del consumo humano. La reinstalación y la depuración deberán someterse a controles apropiados implementados por el organismo oficial competente.

##### 1.2.3 *Presentación*

Se permitirá cualquier forma de presentación del producto, siempre y cuando:

- satisfaga todos los requisitos de la presente norma; y
- esté debidamente descrita en la etiqueta de modo que no se induzca a error o engaño al consumidor.

Los moluscos bivalvos podrán envasarse por peso, número, número por unidad de peso, volumen o envase.

#### 1.3. **Composición esencial y factores de calidad**

##### 1.3.1 *Moluscos bivalvos vivos*

Los moluscos bivalvos vivos deberían poseer características organolépticas relacionadas con la frescura y responder adecuadamente a la percusión (es decir, el marisco cierra las valvas cuando se lo golpea levemente) y carecer de materia extraña, según lo determinan los especialistas con conocimiento en dichas especies.

##### 1.3.2 *Producto final*

Se considerará que los moluscos bivalvos vivos cumplen los requisitos de la presente norma cuando los lotes examinados con arreglo a la Sección 1.10 se ajusten a las disposiciones establecidas en la Sección 1.9. Los moluscos bivalvos vivos se examinarán aplicando los métodos que se indican en la Sección 1.8.

#### 1.4. **Aditivos alimentarios**

No se permitirán aditivos alimentarios en los moluscos bivalvos vivos.

#### 1.5. **Contaminantes**

Los productos a los que se aplican las disposiciones de la presente Norma deberán cumplir con los niveles máximos de la Norma General para los Contaminantes y las Toxinas presentes en los Alimentos y piensos (CODEX STAN 193-1995) y los límites máximos de residuos para plaguicidas y medicamentos veterinarios establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius."

Las disposiciones siguientes se aplican a las partes comestibles de los moluscos bivalvos vivos (en toda la parte o en cualquier parte destinada a comerse separadamente).

Nombre de los grupos de biotoxinas	Nivel máximo /kg en la carne de molusco
Grupo de las saxitoxinas (STX)	≤0,8 miligramos (2HCL) de equivalente de saxitoxina
Grupo del ácido okadaico (OA)	≤0,16 miligramos of equivalente de ácido okadaico
Grupo del ácido domoico (DA)	≤20 miligramos de ácido domoico
Grupo de las brevetoxinas (BTX)	≤200 unidades de ensayo en ratón o equivalente
Grupo de los Azaspirácidos (AZP)	≤0,16 milligramos

## 1.6. Higiene

Se recomienda preparar y manipular el producto al que se aplican las disposiciones de la presente Norma en conformidad con las secciones pertinentes del Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1-1969), el Código de Prácticas para el pescado y los productos pesqueros (CAC/RCP 52-2003) y otros textos pertinentes del Codex, tales como los Códigos de Prácticas de Higiene y Códigos de Práctica.

Los productos deberían cumplir con todo criterio microbiológico establecido en conformidad con los Principios y directrices para el Establecimiento y la Aplicación de Criterios Microbiológicos relativos a los Alimentos (CAC/GL 21-1997).

Los programas de vigilancia de las zonas de cría, cualquier sea el tipo de indicador bacteriano utilizado, deben asegurar que los moluscos bivalvos destinados al consumo humano directo cumplan con el límite para E.coli identificado a continuación cuando se analicen de acuerdo con un método NMP especificado en ISO 16649-3 o su equivalente.

En un análisis que contenga cinco muestras (5) de las partes comestibles (en toda la parte o en cualquier parte destinada a comerse separadamente), ninguna podrá contener más de 700 E.coli y sólo una (1) de las cinco (5) muestras podrá contener entre 230 y 700 E. coli, o el equivalente como decidido por la autoridad competente.

Microrganismo= Escherichia coli/g      n=5      c=1      m=230 M=700 Plan a tres clases

donde 'n' = al número de unidades de muestreo, 'c' = el número de unidades de muestreo que pueden exceder el límite 'm', y 'M' es el límite que ninguna de las unidades de muestreo puede exceder.

Cuando no se cumpla con los criterios microbiológicos, se debería tomar acciones que se consideran apropiadas por la autoridad competente. En el seguimiento, se debería considerar la retención, la recuperación y la elaboración del producto de manera a eliminar el peligro de los lotes involucrados. Además, se debería evaluar del estatus de los controles de la zona de recolección y/o del establecimiento.

## 1.7. Etiquetado

Además de las disposiciones de la Norma General para el Etiquetado de los Alimentos Preenvasados (CODEX STAN 1-1985), se aplicarán las siguientes disposiciones específicas:

### 1.7.1 Nombre del alimento

El nombre del alimento que se declare en la etiqueta deberá ser el nombre usual o de uso común de las especies de moluscos bivalvos, en conformidad con la legislación y las tradiciones del país donde se venda el producto, de manera de no inducir a error o engaño al consumidor.

En la etiqueta se hará referencia a la presentación según lo dispuesto en la sección 1.2.3. La presentación se colocará muy cerca del nombre del producto, utilizando términos tales que describan adecuada y ampliamente la naturaleza de la presentación del producto de manera que no se induzca a error o engaño al consumidor.

Además de las susodichas designaciones específicas de etiquetado, se podrá añadir el nombre común o usual con el que se comercializa la variedad, en la medida en que ello no induzca a error o engaño al consumidor del país en el que se distribuya el producto.

### 1.7.2 *Declaración del contenido*

Los moluscos bivalvos vivos deberán etiquetarse según el peso, número, número por unidad de peso o volumen según sea apropiado para el producto.

### 1.7.3 *Instrucciones para la conservación*

Se especificará en la etiqueta las condiciones para la conservación y/o la temperatura del producto que mantenga la inocuidad/viabilidad durante el transporte, el almacenamiento y la distribución.

### 1.7.4 *Etiquetado de envases no destinados a la venta al por menor*

El etiquetado para los moluscos bivalvos vivos deberá contener información siguiente:

- (i) Identificación del producto por el nombre común y/o científico tal como determinado por la autoridad competente. El país donde se vende el producto puede determinar si el nombre científico se debe mencionar en la etiqueta.
- (ii) Información que se puede necesitar en caso de problema de inocuidad de alimentos, incluyendo la identificación del lote que podría ser el código del lote o la fecha y localidad de recolección, información sobre la zona de recolección, fecha de captura, depuración o reinstalación, según corresponda, además de la identificación del centro de despacho u otros establecimientos desde donde se despachó el producto.
- (iii) fecha de duración o de comercialización.

Se puede sustituir la fecha de duración mínima por la declaración “los bivalvos deben ser vivos cuando se comercializan”.

## 1.8. **Muestreo, examen y análisis**

### 1.8.1 *Muestreo*

- (i) Cada muestra debe contener un número suficiente de moluscos bivalvos para asegurar la representatividad del muestreo.
- (ii) La parte del molusco bivalvo que se analiza debería ser la porción considerada comestible, generalmente el tejido completo. Cuando no sea posible o práctico analizar el tejido completo, se podría diseccionar y analizar el tejido más contaminado (por ejemplo: la glándula digestiva) y convertir los resultados en base al tejido comestible. El factor de conversión debería estar respaldado por datos adecuados.

### 1.8.2 *Examen sensorial y físico*

Las muestras que se tomen para el examen sensorial y físico serán evaluadas por personas especialmente capacitadas para ello y de conformidad con las disposiciones establecidas en las secciones 1.8.3 a 1.8.5 y en las Directrices para la Evaluación Sensorial del Pescado y los Mariscos en Laboratorio (CAC/GL 31 -1999).

### 1.8.3 *Determinación del número por unidad de peso o volumen*

Cuando se declare en la etiqueta, el número de moluscos bivalvos se determinará contando los moluscos bivalvos contenidos en el envase o en una muestra representativa del mismo y dividiendo ese número por el peso/volumen real para determinar el número de moluscos por unidad de peso o volumen.

### 1.8.4 *Método para el análisis de Escherichia coli en los moluscos bivalvos*

La norma 16649-3 ISO/T – Método horizontal para el recuento de Escherichia coli positiva a la beta-glucuronidasa – Parte 3. La técnica más probable utiliza 5-bromo-4-chloro-3-indolyl-beta-D- glucuronido u otros métodos validados en conformidad con el protocolo descrito en ISO 16140 u otros protocolos similares internacionalmente aceptados.

### 1.8.5 *Determinación de biotoxinas*

Los métodos seleccionados deberían elegirse en base a su practicabilidad y se debería dar preferencia a los métodos cuya aplicabilidad favoreciera la ejecución sistemática del método.

#### 1.8.5.1 *Criterios para la determinación de análogos de toxinas mediante métodos químicos*

Los métodos deberán cumplir los criterios numéricos indicados en la Tabla 1 y posiblemente satisfacer los criterios indicados de rango mínimo aplicable, o los criterios de Límites de detección (LD) y de Límites de cuantificación (LC).

**Cuadro 1. Criterios para la determinación de análogos de toxinas mediante métodos químicos**

Grupo de toxinas	Toxina	Rango mínimo aplicable (mg/kg)	LD (mg/kg)	LC (mg/kg)	Precisión (RSD <sub>R</sub> )	Porcentaje de recuperación
Grupo STX	Saxitoxina (STX)	0,05 - 0,2	0,01	0,02	<=44%	50 - 130%
	(NEO)	0,05 - 0,2	0,01	0,02	<=44%	50 - 130%
	(dcSTX)	0,05 - 0,2	0,01	0,02	<=44%	50 - 130%
	GTX1	0,05 - 0,2	0,01	0,02	<=44%	50 - 130%
	GTX2	0,1 - 0,5	0,03	0,06	<=38%	50 - 130%
	GTX3	0,1 - 0,5	0,03	0,06	<=38%	50 - 130%
	GTX4	0,05 - 0,2	0,01	0,02	<=44%	50 - 130%
	GTX5	0,1 - 0,5	0,03	0,06	<=38%	50 - 130%
	GTX6	0,1 - 0,5	0,03	0,06	<=38%	50 - 130%
	dcGTX2	0,1 - 0,5	0,03	0,06	<=38%	50 - 130%
	dcGTX3	0,1 - 0,5	0,03	0,06	<=38%	50 - 130%
	C1	0,1 - 0,5	0,03	0,06	<=38%	50 - 130%
	C2	0,1 - 0,5	0,03	0,06	<=38%	50 - 130%
	C3	0,5 - 1,5	0,1	0,2	<=32%	50 - 130%
C4	0,5 - 1,5	0,1	0,2	<=32%	50 - 130%	
Grupo AO	AO	0,03 - 0,2	0,01	0,02	<=44%	60 - 115%
	DTX1	0,03 - 0,2	0,01	0,02	<=44%	60 - 115%
	DTX2	0,1 - 0,5	0,03	0,06	<=38%	60 - 115%
Ácido domoico	DA	14 - 26	2	4	<=20%	80 - 110%
Grupo AZP	AZA1	0,03 - 0,2	0,01	0,02	<=44%	40 - 120%
	AZA2	0,03 - 0,2	0,01	0,02	<=44%	40 - 120%
	AZA3	0,03 - 0,2	0,01	0,02	<=44%	40 - 120%

La toxicidad total se calcula a partir de la suma de las concentraciones molares de los análogos detectados, multiplicada por los factores de equivalencia tóxica específicos (FET). Se deberán utilizar los factores de equivalencia tóxica (FET) validados científicamente a nivel internacional. La ciencia referente a los FET está en evolución. Los FET actuales y validados internacionalmente están disponibles en el sitio web de la FAO. La información sobre los FET podría incorporarse a la presente norma en el futuro.

Los métodos deberían validarse y utilizarse en el caso de análogos de toxinas que puedan contribuir a la toxicidad total. En el Cuadro 1, se indican los análogos de toxinas conocidos en la actualidad y que deben considerarse.

Cuando se determinen análogos de toxinas no indicados en el Cuadro 1, la autoridad competente deberá evaluar la contribución de dichos análogos a la toxicidad total mientras se efectúan más investigaciones.

## 1.9. Definición de defectos

La unidad de muestra se considerará defectuosa cuando presente cualesquiera de las propiedades que se definen a continuación.

### 1.9.1 Materias extrañas

La presencia en la unidad de muestra de cualquier materia que no provenga de moluscos bivalvos, no constituya un peligro para la salud humana y se reconozca fácilmente sin amplificación o se detecte mediante cualquier método, incluso mediante amplificación, y que revele el incumplimiento de las buenas prácticas de fabricación e higiene.

### 1.9.2 Producto muerto o dañado

La presencia de producto dañado o muerto. El producto muerto se caracteriza por no responder a la percusión (es decir, el marisco cierra las valvas cuando se lo golpea levemente). El producto dañado incluye productos que se han dañado hasta el punto de no poder mantener la función biológica. Deberán considerarse defectivos las muestras si el número de moluscos bivalvos muertos o dañados es superior al 5 por ciento.

### 1.10. Aceptación del lote

Se considerará que un lote satisface los requisitos de la presente norma si:

- (i) el número total de unidades defectuosas clasificadas de conformidad con la sección 1.9 no es superior al número de aceptación (c) del plan de muestreo apropiado indicado en las Directrices Generales sobre Muestreo (CAC/GL 50-2004);
- (ii) el número total de unidades de muestra, que no se ajusta al número declarado conforme a lo establecido en la sección 1.8.3, no es superior al número de aceptación (c) del plan de muestreo apropiado de las Directrices Generales sobre Muestreo (CAC/GL 50-2004);
- (iii) el peso neto medio de todas las unidades de muestra no es inferior al peso declarado, siempre que ninguno de los envases presente un déficit de peso injustificado;
- (iv) se satisfacen requisitos sobre aditivos alimentarios, contaminantes, higiene y etiquetado de las secciones 1.4, 1.5, 1.6 y 1.7.

## **PARTE II - MOLUSCOS BIVALVOS CRUDOS**

### 2.2. Descripción

#### 2.2.1 Definición del producto

Los moluscos bivalvos crudos tratados para el consumo directo o la elaboración ulterior son productos que se encuentran vivos inmediatamente antes del tratamiento y se ajustan a la Sección 1.2.2 referente a la captura, depuración y reinstalación. Han sido desconchados y/o congelados y/o elaborados para disminuir o limitar determinados organismos, al tiempo que mantienen esencialmente las características sensoriales de los moluscos bivalvos vivos. Los moluscos bivalvos crudos se comercializan congelados o enfriados.

#### 2.2.2 Definición del proceso

Los moluscos bivalvos crudos deben satisfacer la definición del proceso descrita en 1.2.2 antes de tratarse para consumo directo o elaboración ulterior.

Los moluscos bivalvos que han sido tratados para disminuir o limitar determinados organismos, al tiempo que mantienen esencialmente las características sensoriales de los moluscos bivalvos vivos, son aquellos que han sido tratados para asegurar la disminución o limitación de los organismos determinados conforme lo exija el organismo oficial competente.

#### 2.2.3 Presentación

Se permitirá cualquier forma de presentación del producto, siempre y cuando:

- satisfaga todos los requisitos de la presente norma; y
- esté debidamente descrita en la etiqueta de modo que no se induzca a error o engaño al consumidor.

Los moluscos bivalvos podrán envasarse por peso, número, número por unidad de peso, volumen o envase.

### 2.3. Composición esencial y factores de calidad

#### 2.3.1 Moluscos bivalvos crudos

Los moluscos bivalvos crudos deberán ser de calidad apta para el consumo humano.

#### 2.3.2 Ingredientes

El medio de envasado y todos los demás ingredientes utilizados serán de calidad alimentaria y se ajustarán a todas las normas del Codex aplicables.

#### 2.3.3 Producto final

Se considerará que los moluscos bivalvos crudos cumplen los requisitos de la presente norma cuando los lotes examinados con arreglo a la Sección 2.10 se ajusten a las disposiciones establecidas en la Sección 2.9. Los moluscos bivalvos crudos se examinarán aplicando los métodos que se indican en la Sección 2.8.

## 2.4. Aditivos alimentarios

Sólo se permite el uso de los siguientes aditivos en los moluscos bivalvos crudos.

### Antioxidantes

En el caso de moluscos refrigerados desconchados cualquier antioxidante indicado en la categoría alimentaria 09.1.2 (moluscos, crustáceos y equinodermos) de la Norma General para los Aditivos Alimentarios (CODEX STAN 192-1995).

En el caso de moluscos crudos congelados, cualquier antioxidante indicado en la categoría alimentaria 09.2.1 (pescado, filetes de pescado y productos pesqueros congelados, incluidos moluscos, crustáceos y equinodermos) de la Norma General para los Aditivos Alimentarios (CODEX STAN 192-1995).

## 2.5. Contaminantes

Los moluscos bivalvos deberían cumplir con los requisitos de 1.5.

## 2.6. Higiene y manipulación

Los moluscos bivalvos deberían cumplir con los requisitos de 1.6.

## 2.7. Etiquetado

Además de las disposiciones de la Norma General para el Etiquetado de los Alimentos Preenvasados (CODEX STAN 1-1985), se aplicarán las siguientes disposiciones específicas:

### 2.7.1 *Nombre del Alimento*

El nombre del alimento que se declare en la etiqueta deberá ser el nombre usual o de uso común de las especies de moluscos bivalvos en conformidad con la legislación y las tradiciones del país donde se venda el producto, de manera de no inducir a error o engaño al consumidor.

En la etiqueta se hará referencia a la presentación según lo dispuesto en la sección 2.2.3. La presentación se colocará muy cerca del nombre del producto, utilizando términos tales que describan adecuada y ampliamente la naturaleza de la presentación del producto de manera que no se induzca a error o engaño al consumidor.

Además de las susodichas designaciones específicas de etiquetado, se podrá añadir el nombre común o usual con el que se comercializa la variedad, en la medida en que ello no induzca a error o engaño al consumidor del país en el que se distribuya el producto.

### 2.7.2 *Declaración del contenido*

Los moluscos bivalvos crudos deberán etiquetarse según el peso, número, número por unidad de peso o volumen según sea apropiado para el producto.

### 2.7.3 *Instrucciones para la conservación*

Se especificará en la etiqueta las condiciones para la conservación y/o la temperatura del producto que mantenga la inocuidad y características del producto durante el transporte, el almacenamiento y la distribución incluyendo la fecha de durabilidad mínima y la fecha de desconchado.

### 2.7.4 *Etiquetado de envases no destinados a la venta al por menor*

Véase 1.7.4 Etiquetado de envases no destinados a la venta al por menor.

Todo envase que contenga moluscos bivalvos que han sido tratados para disminuir o limitar organismos determinados deberá llevar una etiqueta en la que se certifique que todos los moluscos han sido tratados para disminuir el organismo determinado a niveles aceptados por el organismo oficial competente.

Las declaraciones en materia de inocuidad formuladas para los moluscos bivalvos tratados para disminuir o limitar determinados organismos deberían especificar los organismos que se han disminuido o limitado, tal como descrito en el Código de Prácticas para el pescado y los productos pesqueros (CAC/RCP 52-2003).

## 2.8. Muestreo, examen y análisis

### 2.8.1 *Muestreo*

El muestreo de lotes para la determinación del peso neto se realizará de conformidad con un plan de muestreo apropiado que satisfaga los criterios establecidos por la CAC.

## **2.8.2 Examen sensorial y físico**

Las muestras que se tomen para el examen sensorial y físico serán evaluadas por personas especialmente capacitadas para ello y de conformidad con las disposiciones establecidas en las secciones 2.8.3 a 2.8.7 y en las Directrices para la Evaluación Sensorial del Pescado y los Mariscos en Laboratorio (CAC/GL 31 -1999).

## **2.8.3 Determinación del peso neto y del peso escurrido**

El peso neto y el peso escurrido de todas las unidades de muestra se determinarán mediante los procedimientos descritos o indicados en las secciones 2.8.3.1 a 2.8.3.5.

### **2.8.3.1 Determinación del peso neto**

- i) Pesar el envase sin abrir;
- ii) Abrir el envase y extraer el contenido;
- iii) Pesar el envase vacío, (incluida la tapa) después de haber eliminado el líquido restante y la carne adherida;
- iv) Restar el peso del envase vacío del peso del envase sin abrir. v)

La cifra resultante será el contenido neto total.

### **2.8.3.2 Determinación del peso neto de productos congelados no glaseados**

El peso neto (excluido el material de envasado) de cada unidad de muestra que represente un lote se determinará en estado de congelación.

### **2.8.3.3 Determinación del peso neto de productos glaseados**

Se realizará con arreglo al método oficial 963.18 de la AOAC, Contenido Neto de Mariscos Congelados.

Para determinar el peso neto de productos “congelados en bloque” con agua añadida se aplicará el método oficial 963.26 de la AOAC.

### **2.8.3.4 Determinación del peso escurrido**

En el caso de moluscos bivalvos desconchados el peso escurrido será determinado de acuerdo al método oficial 953.11 de la AOAC.

## **2.8.4 Determinación del número por unidad de peso o volumen**

Cuando se declare en la etiqueta, el número de moluscos bivalvos se determinará contando los moluscos bivalvos contenidos en el envase o en una muestra representativa del mismo y dividiendo ese número por el peso/volumen real para determinar el número de moluscos por unidad de peso o volumen.

## **2.8.5 Preparación de la muestra**

### **2.8.5.1 Procedimiento de descongelación**

Tratándose de productos congelados, la unidad de muestra se descongela introduciéndola en una bolsa de plástico y sumergiéndola en agua a temperatura ambiente (35°C como máximo). La descongelación completa del producto se determina ejerciendo de vez en cuando una leve presión en la bolsa, procurando no dañar la textura del molusco bivalvo, hasta que desaparezca el núcleo duro o los cristales de hielo.

## **2.8.6 Métodos para el análisis de *Escherichia coli***

Véase 1.8.4, Métodos para el análisis de *Escherichia coli*.

## **2.8.7 Determinación de biotoxinas**

Véase 1.8.5, Determinación de biotoxinas.

## **2.9. Definición de defectos**

La unidad de muestra se considerará defectuosa cuando presente cualesquiera de las propiedades que se definen a continuación.

### **2.9.1 Deshidratación profunda (productos congelados)**

En más del 10 por ciento en peso del contenido de moluscos bivalvos de la unidad de muestra o en más del 10 por ciento de la superficie del bloque se observa una pérdida excesiva de humedad, que se manifiesta claramente en forma de alteraciones de color blanco o anormal en la superficie, que ocultan el color de la carne, penetran por debajo de la superficie y no pueden eliminarse fácilmente raspando con un cuchillo u otro instrumento afilado sin afectar excesivamente al aspecto del molusco bivalvo.

### **2.9.2 Materias extrañas**

La presencia en la unidad de muestra de cualquier materia que no provenga de moluscos bivalvos, no constituya un peligro para la salud humana y se reconozca fácilmente sin amplificación o se detecte mediante cualquier método, incluso mediante el uso de amplificación, y que revele el incumplimiento de las buenas prácticas de fabricación e higiene.

### **2.9.3 Olor y sabor**

Olor o sabor persistente, desagradable e inconfundible que sea signo de descomposición o ranciedad.

### **2.9.4 Textura**

Alteraciones de la textura de la carne que indiquen descomposición, caracterizadas por una estructura demasiado blanda o pastosa del músculo.

## **2.10. Aceptación del lote**

Se considerará que un lote satisface los requisitos de la presente norma si:

- (i) el número total de unidades defectuosas clasificadas de conformidad con la sección 2.9 no es superior al número de aceptación (c) del plan de muestreo apropiado indicado en las Directrices Generales sobre Muestreo (CAC/GL 50-2004);
- (ii) el número total de unidades de muestra, que no se ajusta al número declarado conforme a lo establecido en la sección 2.2.3, no es superior al número de aceptación (c) del plan de muestreo apropiado de las Directrices Generales sobre Muestreo (CAC/GL 50-2004);
- (iii) el peso neto medio de todas las unidades de muestra examinadas no es inferior al peso declarado, siempre que ninguno de los envases presente un déficit de peso injustificado;
- (iv) se satisfacen requisitos sobre aditivos alimentarios, contaminantes, higiene y etiquetado de las secciones 2.4, 2.5, 2.6 y 2.7.



Anexo 3. Cuento y porcentaje celular de microalgas en muestras de agua marina (cel.ml<sup>-1</sup>) identificadas en el muelle de Acajutla, 2013.

<b>Meses</b>	<b>Géneros</b>	<b>especies</b>	<b>12 ml de agua</b>	<b>%</b>
<b>Febrero</b>	<i>Ceratium</i>	<i>dens</i>	83	20
	<i>Coscinodiscus</i>	<i>radiatus</i>	167	40
	<i>Guinardia</i>	<i>striata</i>	83	20
	<i>Prorocentrum</i>	<i>micans</i>	83	20
		Total	417	100
<b>Mayo</b>	<i>Akashiwo</i>	<i>sanguineum</i>	83	1
	<i>Alexandrium</i>	<i>sp</i>	250	3
	<i>Chaetoceros</i>	<i>diversus</i>	167	2
	<i>Coscinodiscus</i>	<i>radiatus</i>	83	1
	<i>Cylindrotheca</i>	<i>closterium</i>	417	5
	<i>Diplopsalopsis</i>	<i>sp</i>	83	1
	<i>Gonyaulax</i>	<i>spinifera</i>	83	1
	<i>Gyrodinium</i>	<i>sp</i>	250	3
	<i>Navicula</i>	<i>sp</i>	250	3
	<i>Nitzschia</i>	<i>longissima</i>	500	6
	<i>Odontella</i>	<i>mobiliensis</i>	83	1
	<i>Proboscia</i>	<i>alata</i>	83	1
	<i>Prorocentrum</i>	<i>gracile</i>	417	5
	<i>Prorocentrum</i>	<i>cf scutellum</i>	333	4
	<i>Protoperidinium</i>	<i>sp</i>	83	1
	<i>Pseudon-Nitzschia</i>	<i>sp</i>	1,250	16
	<i>Pseudon-Nitzschia</i>	<i>turgidula</i>	2,417	31
	<i>Skeletonema</i>	<i>costatum</i>	83	1
<i>Thalassionema</i>	<i>nitzschioides</i>	500	6	
<i>Thalassiosira</i>	<i>sp</i>	333	4	
		Total	7,750	100
<b>Junio</b>	<i>Alexandrium</i>	<i>sp</i>	83	4
	<i>Coscinodiscus</i>	<i>granii</i>	83	4
	<i>Cylindrotheca</i>	<i>closterium</i>	167	8
	<i>Gyrodinium</i>	<i>spirale</i>	83	4
	<i>Gyrodinium</i>	<i>sp</i>	83	4
	<i>Navicula</i>	<i>sp</i>	167	8
	<i>Nitzschia</i>	<i>sigma</i>	250	12
	<i>Odontella</i>	<i>mobiliensis</i>	83	4
	<i>Pleurosigma</i>	<i>sp</i>	167	8
	<i>Protoperidinium</i>	<i>sp</i>	83	4

	<i>Pyrodinium</i>	<i>bahamense</i>	250	12
	<i>Thalassionema</i>	<i>nitzschioides</i>	667	31
		Total	2,167	100
<b>Julio</b>	<i>Ceratium</i>	<i>sp</i>	83	0
	<i>Chaetoceros</i>	<i>sp</i>	83	0
	<i>Chaetoceros</i>	<i>decipiens</i>	83	0
	<i>Chaetoceros</i>	<i>lacinius</i>	167	1
	<i>Chaetoceros</i>	<i>diversus</i>	83	0
	<i>Chaetoceros</i>	<i>pelagicus</i>	250	1
	<i>Chaetoceros</i>	<i>lorenzianus</i>	250	1
	<i>Chaetoceros</i>	<i>didymus</i>	83	0
	<i>Chaetoceros</i>	<i>curvisetus</i>	83	0
	<i>Chaetoceros</i>	<i>peruvianus</i>	83	0
	<i>Guinardia</i>	<i>striata</i>	250	1
	<i>Leptocylindrus</i>	<i>danicus</i>	8,333	47
	<i>Odontella</i>	<i>mobiliensis</i>	83	0
	<i>Proboscia</i>	<i>alata</i>	83	0
	<i>Pseudon-Nitzschia</i>	<i>cf pungens</i>	2,417	14
	<i>Pseudon-Nitzschia</i>	<i>sp</i>	3,667	21
	<i>Pseudon-Nitzschia</i>	<i>cf turgidula</i>	917	5
	<i>Rhizosolenia</i>	<i>setigera</i>	167	1
	<i>Rhizosolenia</i>	<i>imbricata</i>	167	1
	<i>Skeletonema</i>	<i>costatum</i>	333	2
		Total	17,667	100
<b>Agosto</b>	<i>Cochlodinium</i>	<i>polykrikoides</i>	25,000	100
		Total	25,000	100

Anexo 4. Conteo y porcentaje celular de microalgas en muestras de agua marina (cel.ml<sup>-1</sup>) identificadas en el muelle de La Libertad, 2013.

Meses	Géneros	especies	12 ml de agua	%
Febrero	<i>Bacteriastrum</i>	<i>hyalinum</i>	167	33
	<i>Coscinodiscus</i>	<i>sp</i>	167	33
	<i>Proboscia</i>	<i>alata</i>	83	17
	<i>Stephanopyxis</i>	<i>turris</i>	83	17
		Total	500	100
Marzo	<i>Ceratium</i>	<i>furca</i>	83	13
	<i>Cylindrotheca</i>	<i>closterium</i>	83	13
	<i>Prorocentrum</i>	<i>micans</i>	83	13
	<i>Pseudon-Nitzschia</i>	<i>cf seriata</i>	167	25
	<i>Rhizosolenia</i>	<i>styliformis</i>	83	13
	<i>Skeletonema</i>	<i>costatum</i>	83	13
	<i>Thalassiothrix</i>	<i>longissima</i>	83	13
		Total	667	100
Junio	<i>Anabaena</i>	<i>cf planctonica</i>	167	25
	<i>Coscinodiscus</i>	<i>sp</i>	83	13
	<i>Cylindrotheca</i>	<i>closterium</i>	83	13
	<i>Diplopsalopsis</i>	<i>sp</i>	83	13
	<i>Pseudon-Nitzschia</i>	<i>sp</i>	83	13
	<i>Skeletonema</i>	<i>costatum</i>	83	13
	<i>Thalassionema</i>	<i>nitzschioides</i>	83	13
			Total	667
Julio	<i>Alexandrium</i>	<i>sp</i>	333	4
	<i>Chaetoceros</i>	<i>affinis</i>	83	1
	<i>Chaetoceros</i>	<i>didymus</i>	83	1
	<i>Corethron</i>	<i>criophilum</i>	83	1
	<i>Coscinodiscus</i>	<i>radiatus</i>	250	3
	<i>Diplopsalis</i>	<i>sp</i>	83	1
	<i>Gonyaulax</i>	<i>polygramma</i>	83	1
	<i>Guinardia</i>	<i>striata</i>	167	2
	<i>Gyrodinium</i>	<i>sp</i>	83	1
	<i>Leptocylindrus</i>	<i>danicus</i>	83	1
	<i>Leptocylindrus</i>	<i>minus</i>	83	1
	<i>Proboscia</i>	<i>alata</i>	250	3
	<i>Prorocentrum</i>	<i>scutellum</i>	83	1

	<i>Pseudoguinardia</i>	<i>recta</i>	167	2
	<i>Pseudon-Nitzschia</i>	<i>cf seriata</i>	167	2
	<i>Pyrodinium</i>	<i>bahamense</i>	1,583	19
	<i>Scrippsiella</i>	<i>trochoidea</i>	4,667	55
	<i>Thalassiosira</i>	<i>sp</i>	167	2
		Total	8,500	100
Agosto	<i>Cochlodinium</i>	<i>polykrikoides</i>	22,250	100
		Total	22,250	100
Septiembre	<i>Chaetoceros</i>	<i>affinis</i>	83	1
	<i>Chaetoceros</i>	<i>curvisetus</i>	250	2
	<i>Chaetoceros</i>	<i>diadema</i>	83	1
	<i>Chaetoceros</i>	<i>lorenzianus</i>	83	1
	<i>Cochlodinium</i>	<i>polykrikoides</i>	7,583	60
	<i>Coscinodiscus</i>	<i>sp</i>	83	1
	<i>Guinardia</i>	<i>striata</i>	417	3
	<i>Gymnodinium</i>	<i>catenatum</i>	667	5
	<i>Gyrodinium</i>	<i>instriatum</i>	417	3
	<i>Karenia</i>	<i>brevis</i>	333	3
	<i>Leptocylindrus</i>	<i>danicus</i>	500	4
	<i>Proboscia</i>	<i>alata</i>	83	1
	<i>Prorocentrum</i>	<i>micans</i>	83	1
	<i>Pseudo-Nitzschia</i>	<i>sp</i>	667	5
	<i>Pyrodinium</i>	<i>bahamense</i>	167	1
	<i>Rhizosolenia</i>	<i>imbricata</i>	167	1
	<i>Skeletonema</i>	<i>costatum</i>	10,00	8
		Total	12,667	100

Anexo 5. Zonificación del área perimetral de 50 metros cerca del muelle de Acajutla, Sonsonate.



Anexo 6. Zonificación del área perimetral de 50 metros cerca del muelle de La Libertad, La Libertad.



Anexo 7. Zona peatonal adena al Malec3n y a la Alcaldía municipal de La Libertad.



Anexo 8. Área de procesamiento de productos pesqueros en el muelle de La Libertad.

**Grifo de agua potable público**



Anexo 9. Resultados de las encuestas a turistas en el muelle de La Libertad, La Libertad, 2013.

<b>Preguntas para turistas en el muelle La Libertad</b>	<b>Si%</b>	<b>No%</b>	<b>Poco%</b>
1. ¿Visita con frecuencia el Muelle La Libertad?	50	17	33
2. ¿Compra productos pesqueros en el muelle?	33	50	17
3. ¿Considera adecuadas las condiciones sanitarias del muelle La Libertad?	58	17	25
4. ¿Conoce ud. si existe una disposición adecuada de residuos alimenticios/vísceras?	58	42	0
5. ¿Considera la infraestructura del muelle de La Libertad en buenas condiciones para su funcionamiento?	75	0	25
6. ¿Considera que el sistema de abastecimiento de agua es suficiente para el buen funcionamiento?	67	33	0
7. ¿Cuándo visita el muelle de La Libertad, visita algún restaurante?	42	50	8

Anexo 10. Resultados de las encuestas a turistas en restaurantes aledaños en el muelle de La Libertad, La Libertad, 2013.

<b>Preguntas para turistas en Restaurantes</b>	<b>Si%</b>	<b>No%</b>	<b>Poco%</b>
1. ¿Visita con frecuencia algún restaurante cercano a muelle?	50		50
2. ¿Consume con frecuencia productos pesqueros de los restaurantes?	50	50	
3. ¿Alguna vez se ha enfermado al consumir productos pesqueros?		100	
4. ¿El restaurante o los restaurantes que ha visitado, prestan el servicio de saneamiento adecuado?	90	10	
5. ¿Sabe ud. en donde van las aguas servidas/residuales del restaurante?		100	

Anexo 11. Resultados de las encuestas de la Asociación Cooperativa Pesquera Renderos de Acajutla de R. L., presente en el muelle de Acajutla, Sonsonate, 2013.

---

**Nombre de la Cooperativa pesquera:** Renderos de Acajutla

**Nombre del entrevistado:**

<b>Preguntas para Cooperativas pesqueras</b>	<b>Respuestas</b>
1. ¿Hace cuánto tiempo se fundó la Cooperativa?	2006
2. ¿Cuántos miembros son actualmente?	30-32
3. ¿Tiempo que labora?	5 años
4. ¿Cómo considera el turismo de hoy con el de antes, es más frecuente?	Menos frecuente (50%) más frecuente (50%)
5. ¿El turismo que visita el muelle es turismo nacional o internacional?	100% nacional
6. ¿El turista visita el muelle de Acajutla por comprar productos pesqueros o por recreación?	Compra de producto (50%) Recreación (50%)
7. ¿Considera que el turista toma conciencia de la salud del ambiente y deposita los desechos sólidos y líquidos en depósitos destinados para ellos?	50% toma conciencia 50% no toma conciencia
8. ¿Sabe ud. que tratamiento le dan a los eviscerados de los productos pesqueros?	Lo tiran al mar (50%) no saben (50%)
9. ¿Considera que el muelle cumple con las condiciones de saneamiento adecuado?	No saben (60%) si saben (40%)
10. ¿Qué instituciones gubernamentales o no gubernamentales se encuentran presentes?	PREMODER, NUEVOS HORIZONTES, ALCALDIAS, MINSAL, CENDEPESCA
11. ¿El muelle de Acajutla posee el sistema de abastecimiento de agua potable?	Si (100%)
12. ¿Cómo considera el servicio de agua potable?	Buena (100%)
13. ¿El muelle de Acajutla posee servicios sanitarios públicos?	Si (100%)
14. ¿Existe un arancel, para el uso de los servicios sanitarios públicos? Y si existe de ¿cuánto es?	USD \$ 0.25

---

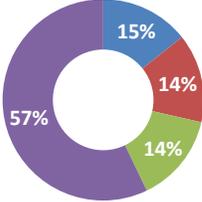
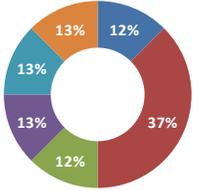
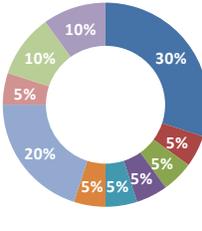
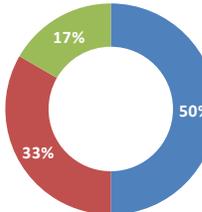
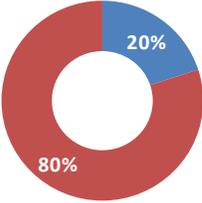
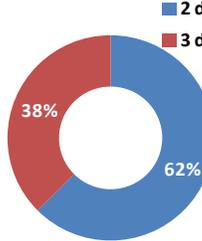
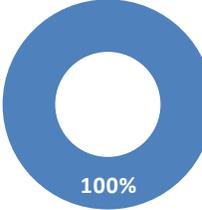
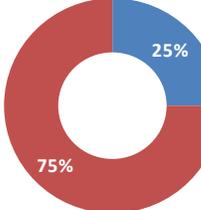
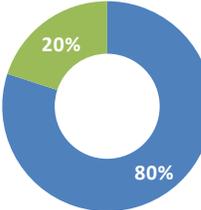
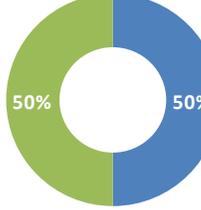
Anexo 12. Resultados de las encuestas a tres Asociaciones de Cooperativas Pesqueras: El Mero de R. L., ACOOPAL de R. L. y ACOPPSEMDI de R. L., presentes en el muelle de La Libertad, La Libertad, 2013.

<b>Nombre de la Cooperativa pesquera:</b>	<b>El Mero</b>	<b>ACOOPAL</b>	<b>ACOPPSEMDI</b>
<b>Nombre del entrevistado:</b>			
<b>Preguntas para Cooperativas pesqueras</b>	<b>Respuestas</b>	<b>Respuestas</b>	<b>Respuestas</b>
1. ¿Hace cuánto tiempo se fundó la Cooperativa?	2010	6 años	191-1982
2. ¿Cuántos miembros son actualmente?	48-49 miembros	38 miembros	23 miembros
3. ¿Tiempo que labora?	2-3 Años	6 años	15-18 Años
4. ¿Cómo considera el turismo de hoy con el de antes, es más frecuente?	Menos (100%) frecuente	más frecuente (100%)	Más frecuente (100%)
5. ¿El turismo que visita el muelle es turismo nacional o internacional?	50% nacional 50% internacionales	50% nacional 50% internacionales	100% nacional
6. ¿El turista visita el muelle de La Libertad por comprar productos pesqueros o por recreación?	Compra de producto (100%)	Compra de producto (50%) Recreación (50%)	Compra de producto (50%) Recreación (50%)
7. ¿Considera que el turista, toma conciencia de la salud del ambiente y deposita los desechos sólidos y líquidos en depósitos destinados para ellos?	100% no toma conciencia	100% no toma conciencia	100% no toma conciencia
8. ¿Sabe ud. que tratamiento le dan a los eviscerados de los productos pesqueros?	Relleno sanitario (50%) no saben (50%)	relleno sanitario	No saben (100%)
9. ¿Considera que el muelle cumple con las condiciones de saneamiento adecuado?	No (100%)	Si (100%)	No (50%) Si (50%)
10. ¿Qué instituciones gubernamentales o no gubernamentales se encuentran presentes?	Alcaldía, CENCEPESCA, Unidad de Salud, Fuerza Armada y Fuerza Naval.		

11. ¿El muelle de La Libertad posee el sistema de abastecimiento de agua potable?	Si (100%)	si	Si (100%)
12. ¿Cómo considera el servicio de agua potable?	Buena (100%)	si	Buena (100%)
13. ¿El muelle de La Libertad posee servicios sanitarios públicos?	Si (50%) No (50%)	si	Si (100%)
14. ¿Existe un arancel, para el uso de los servicios sanitarios públicos? Y si existe de ¿cuánto es?			USD \$ 0.25

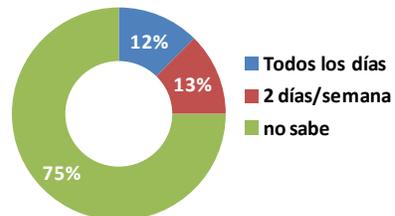
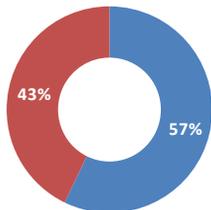
---

Anexo 13. Resultados de las encuestas a la Alcaldía Municipal de Acajutla, Sonsonate, y la Alcaldía Municipal de La Libertad, La Libertad, 2013.

Preguntas para Alcaldía	Municipio de La Libertad,	Municipio de Acajutla
	Respuestas	Respuestas
1. ¿Tiempo que labora en la alcaldía?	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 1 año</li> <li>■ 2 años</li> <li>■ 3 años</li> <li>■ 7 años</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 1 año</li> <li>■ 5 años</li> <li>■ 9 años</li> <li>■ 14 años</li> <li>■ 17 años</li> <li>■ 32 años</li> </ul>
2. ¿Cuáles son los servicios básicos que presta la alcaldía al muelle?	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Tren de aseo</li> <li>■ Catastro</li> <li>■ Registro familiar</li> <li>■ Medio ambiente</li> <li>■ Cuentas corrientes</li> <li>■ Seguridad</li> <li>■ Alumbrado eléctrico</li> <li>■ P. PATY</li> <li>■ Mantenimiento red vial</li> <li>■ Relleno sanitario</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Tren de aseo</li> <li>■ Alumbrado eléctrico</li> <li>■ Mantenimiento red vial</li> </ul>
3. ¿Si presta el servicio de Tren de aseo, cada cuanto tiempo pasa?	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 5 días</li> <li>■ 7 días</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 2 días/semana</li> <li>■ 3 días/semana</li> </ul>
4. ¿Cuál es la disposición final de los desechos sólidos y líquidos de la comunidad del muelle?	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Relleno sanitario</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Relleno sanitario</li> <li>■ no sabe</li> </ul>
5. ¿El muelle posee depósitos de basura?	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ si</li> <li>■ no</li> <li>■ no sabe</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ si</li> <li>■ no</li> <li>■ no sabe</li> </ul>

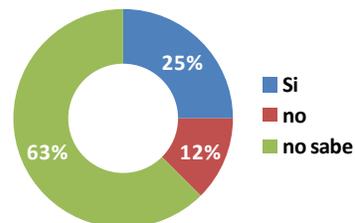
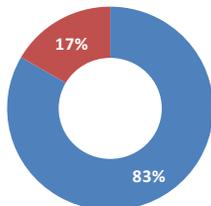
6. ¿Cada cuanto tiempo se limpian?

■ Todos los días ■ no sabe



8. ¿Pagan algún impuesto los comerciantes del muelle a la alcaldía?

■ Si lanchas ■ no



9. ¿Propician campañas de saneamiento ambiental en el muelle?

■ si ■ no

