

# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

## **Facultad de Ciencias de la Vida**

Diseño de un sistema de depuración de moluscos bivalvos, a escala comercial, adaptado a las realidades de las principales zonas de producción de concha prieta en Ecuador

### **PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Biólogo**

Presentado por:

Ivette Arianna Castillo Beckmann

Karen Eliana Muñoz Mawyin

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

Año: 2021

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto se lo dedico con todo mi corazón a mi madre, quien constituye el pilar fundamental de mi vida, y cuyo apoyo incondicional me ha servido de guía y motivación durante los momentos más turbulentos de mi carrera estudiantil. También a mi familia en general, quienes, de una u otra manera, han contribuido a la culminación de mis logros.

**Ivette Castillo B.**

El presente proyecto se lo dedico a mis padres y hermanos quienes han estado ahí para mí desde que era pequeña, se han preocupado siempre y han tratado en lo posible de darme una vida feliz al no conocer sobre sus preocupaciones permitiendo que mi infancia y adolescencia haya sido bastante amena. Además, a mis amigos cercanos, quienes cuando estaba decepcionada o triste, me dieron ánimos y estuvieron para mí.

**Karen Muñoz**

## **AGRADECIMIENTOS**

Nuestros más sinceros agradecimientos a cada uno de los pescadores que nos permitieron realizarles las entrevistas y nos compartieron sus conocimientos. Además, a las personas pertenecientes a distintas entidades, como las de *Conservation International*, Ministerio del Ambiente y Agua, los docentes de otras universidades que trabajaron con la concha prieta, quienes nos aportaron con ideas y revelaciones importantes. Agradecemos también a nuestro tutor, quien nos supo guiar a lo largo del camino y nos respondió de manera eficiente. Finalmente, a nuestras familias quienes nos apoyaron y permitieron llegar a donde estamos hoy, de manera directa o indirecta, con sus acciones.

## DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Ivette Ariana Castillo Beckmann* y *Karen Eliana Muñoz Mawyin* y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



Ivette Arianna Castillo  
Beckmann



Karen Eliana  
Muñoz Mawyin

## EVALUADORES



Firmado electrónicamente por:  
**DIEGO ARTURO  
GALLARDO  
POLIT**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Félix Morales', positioned above a dotted line.

**MSc. Diego Gallardo**  
PROFESOR DE LA MATERIA

**Félix Morales PhD.**  
PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

Los moluscos bivalvos, debido a que se alimentan filtrando agua, tienden a concentrar los contaminantes del medio, entre ellos, microorganismos capaces de producir enfermedades en las personas que los consumen. La depuración de bivalvos se implementa para que estos eliminen sus contaminantes y puedan consumirse sin riesgo para la salud. En Ecuador, existe una especie de interés comercial denominada “concha prieta” (*Anadara tuberculosa*), cuya calidad puede verse amenazada debido a la contaminación que afecta su hábitat. Por tanto, el presente proyecto buscó evaluar la factibilidad de un sistema de depuración a escala comercial para garantizar la inocuidad alimentaria de la concha prieta. Para ello, se realizó un análisis del mercado de bivalvos a nivel nacional, a través de revisión documental y encuestas, donde se obtuvo que la provincia de mayor producción de concha corresponde a Esmeraldas. Se obtuvo además que los consumidores estarían dispuestos a probar o consumir más seguido la concha al garantizar su inocuidad. Se realizó también el diseño de un laboratorio microbiológico a través de guías de referencia, el cual permitirá efectuar los análisis de calidad para los productos depurados y certificar que cumplen las respectivas normas sanitarias. Se diseñó además un sistema de HACCP basado en 5 PCCs, que servirá para llevar un control constante del proceso de depuración. Finalmente, se realizó el análisis de factibilidad mediante un estudio costo-beneficio, donde se obtuvieron valores VAN y TIR positivos, por lo cual, se puede concluir que el proyecto es rentable y puede generar beneficios desde el ámbito económico, social y ambiental.

**Palabras Clave:** Bivalvos, Depuración, Inocuidad, Factibilidad

## **ABSTRACT**

*Bivalve molluscs are filter feeding animals, which can concentrate pollutants from the environment, including microorganisms capable of causing diseases in people who consume them. Bivalve depuration is a technique implemented to remove microbial contaminants from bivalves, so that they can be eaten without health risks. In Ecuador, there is a bivalve species of commercial interest known as “concha prieta” (Anadara tuberculosa), which quality may be threatened due to the pollution affecting its habitat. Therefore, this project sought to evaluate the feasibility of a commercial-scale purification system to ensure food safety of the concha prieta. To this end, an analysis of the bivalve market at national level was carried out, through documentary review and surveys, from which it was obtained that the province with the highest production of this shellfish was Esmeraldas. It was further found that consumers would be willing to try out or consume shellfish more often if its food safety was guaranteed. It was also carried out the design of a microbiological laboratory based on reference guides, which will allow quality analyses for the purified products to certify that they meet the respective health standards. A HACCP system based on 5 PCCs was also designed to maintain constant control of the depuration process. Finally, the feasibility analysis was made through a cost-benefit study, where positive VAN and TIR values were obtained. Therefore, it can be concluded that the project is profitable and can generate benefits for the economic, social and environmental spheres.*

**Keywords:** *Bivalve, Depuration, Food safety, Feasibility*

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT.....	II
ABREVIATURAS.....	V
SIMBOLOGÍA.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
CAPÍTULO 1.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Descripción del problema.....	2
1.2 Justificación del problema.....	3
1.3 Objetivos.....	5
1.3.1 Objetivo General.....	5
1.3.2 Objetivos Específicos.....	5
1.4 Marco teórico.....	5
1.4.1 Moluscos bivalvos.....	5
1.4.2 Concha prieta ( <i>Anadara tuberculosa</i> ).....	7
1.4.3 Enfermedades asociadas al consumo de los moluscos bivalvos.....	8
1.4.4 Depuración de los moluscos bivalvos.....	10
CAPÍTULO 2.....	12
2. METODOLOGÍA.....	12
2.1 Mercado de moluscos a nivel nacional.....	12
2.2 Diseño de un laboratorio microbiológico.....	13
2.3 Diseño de un sistema de HACCP.....	14
2.4 Factibilidad de implementación del sistema de depuración.....	18
CAPÍTULO 3.....	20
3. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	20
3.1 Mercado de moluscos bivalvos a nivel nacional.....	20
3.1.1 Puerto El Morro e Isla Puná.....	20
3.1.2 Mercado a nivel nacional.....	20
3.2 Diseño de un laboratorio microbiológico.....	23
3.3 Diseño del sistema de HACCP.....	27
3.4 Factibilidad del proyecto.....	37
CAPÍTULO 4.....	40

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	40
4.1 Conclusiones .....	40
4.2 Recomendaciones .....	42
Bibliografía.....	43
Apéndices.....	53

## ABREVIATURAS

ETA	Enfermedades Transmitidas por Alimentos
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
FDA	<i>Food and Drug Administration</i>
HACCP	<i>Hazard Analysis and Critical Control Points</i> (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control)
INIAP	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador
INP	Instituto Nacional de Pesca
NMP	Número Más Probable
PCC	Puntos Críticos de Control
PIB	Producto Interno Bruto
TIR	Tasa Interna de Retorno
UFC	Unidad Formadora de Colonias
UPS	Unidades Prácticas de Salinidad
UV	Ultravioleta
VAN	Valor Actual Neto

## SIMBOLOGÍA

m	Metros
cm	Centímetros
mm	Milímetros
m <sup>2</sup>	Metros cuadrados
g	Gramos
mg	Miligramos
kg	Kilogramos
L	Litros
mL	Mililitros
μL	Microlitros
Cal	Calorías
W	Vatios

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 .....	17
Figura 3.1 .....	21
Figura 3.2 .....	23
Figura 3.3 .....	26
Figura 3.4 .....	29

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1.....	9
Tabla 3.1 .....	20
Tabla 3.2 .....	22
Tabla 3.3 .....	22
Tabla 3.4.....	24
Tabla 3.5 .....	24
Tabla 3.6 .....	25
Tabla 3.7.....	28
Tabla 3.8 .....	30
Tabla 3.9 .....	31
Tabla 3.10.....	34
Tabla 3.11.....	38
Tabla 3.12.....	38
Tabla 3.13.....	39
Tabla 3.14.....	39
Tabla 3.15.....	39

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

Los moluscos bivalvos son organismos acuáticos, caracterizados por poseer dos valvas laterales, conformadas principalmente por carbonato de calcio y unidas entre sí por una bisagra. Estos organismos habitan generalmente enterrados entre los sedimentos, en ambientes de agua salada, dulce o también salobre. Se alimentan por filtración de agua, mediante dos estructuras denominadas sifones, capturando partículas de materia orgánica, principalmente fitoplancton (Morton, 2020).

Los bivalvos pueden filtrar grandes cantidades de agua durante su proceso de alimentación, generalmente de 1 a 4 litros por hora dependiendo de la especie (Rice, 2001), por lo que tienden a bioacumular un gran número de microorganismos en sus tejidos, los cuales pueden provocar enfermedades en humanos y otros vertebrados. Desde hace más de un siglo, se han reportado casos de Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA) asociadas al consumo de bivalvos, siendo la más común la gastroenteritis. Dichas enfermedades están relacionadas al nivel de contaminación encontrado en el hábitat del molusco, así como a las formas de preparación tradicionales, que implican su consumo crudo o parcialmente cocido (Potasman y otros, 2002).

La depuración es un proceso en el cual el molusco bivalvo es introducido en un ambiente de agua de mar limpia, con el fin de que, mediante su actividad natural de filtración, elimine los microorganismos y contaminantes acumulados en su aparato digestivo y branquias. La depuración de bivalvos es una práctica común en muchos países de Europa y en los Estados Unidos, la cual se emplea con el fin de garantizar la inocuidad alimentaria de este producto y cumplir con las normas de salud nacionales o internacionales. Dicho proceso permite la comercialización y consumo seguro de bivalvos, que han sido cultivados o recolectados en zonas que podrían estar expuestas a fuentes de contaminación fecal (asentamientos humanos, ganadería, etc.) (FAO, 2010).

En la costa ecuatoriana, la recolección de bivalvos se realiza de forma artesanal e intuitiva, y su comercialización y consumo es en general de carácter local (Prado-Carpio E., y otros, 2020). *Anadara tuberculosa*, conocida comúnmente como concha

prieta o concha hembra, es un molusco bivalvo que habita en el ecosistema de manglar y constituye un recurso alimenticio y económico de gran importancia para las comunidades humanas asentadas en la costa ecuatoriana y las del Pacífico americano. Especialmente en las provincias de Manabí, Esmeraldas, Guayas y El Oro, la extracción de la concha prieta suele ser la principal fuente de ingreso para muchas familias recolectoras, así como un recurso valioso para cientos de distribuidores, comerciantes, restaurantes, cevicherías y picanterías que aprovechan sus propiedades nutricionales y culinarias (Prado-Carpio, y otros, 2020).

Es fundamental, desde el punto de vista social, económico y sanitario, buscar alternativas que contribuyan a mejorar la calidad y garantizar la inocuidad de moluscos bivalvos como *A. tuberculosa*; especialmente en zonas con poblaciones de alta dependencia sobre este recurso. Por tanto, el presente proyecto trata sobre la factibilidad de implementación de un sistema de depuración de bivalvos, capaz de depurar el producto que se extrae en la zona de Puerto El Morro e Isla Puná, de la provincia del Guayas.

## **1.1 Descripción del problema**

Los moluscos bivalvos constituyen cerca del 6% de los productos pesqueros vendidos a nivel mundial; de estos las especies más consumidas son las ostras, almejas, vieiras y mejillones (FAO, 2018). En el caso de la zona del Pacífico americano, desde el sur de México hasta el norte de Perú, la almeja conocida como concha prieta (*A. tuberculosa*) es una especie de gran importancia para el mercado interno de bivalvos, cuya producción se realiza en su mayoría de manera natural (Mendoza & Alvitres, 2015). Sin embargo, debido a su hábitat, tipo de alimentación y forma de preparación, el consumo de bivalvos, como la concha prieta, se ha asociado a infecciones gastrointestinales (FAO, 2010).

Los bivalvos se alimentan por filtración de agua, por lo que tienden a acumular en sus tejidos contaminantes microbianos, como virus y bacterias. Algunos microorganismos patógenos que pueden encontrarse presentes en estos moluscos son bacterias pertenecientes a los géneros *Shigella*, *Salmonella*, *Vibrio*, *Campylobacter*, y virus, como el Norovirus y el de la Hepatitis A (Iwamoto, y otros, 2010). Muchos de estos microorganismos son causantes de ETA, especialmente de infecciones intestinales

como la gastroenteritis e incluso pueden llegar a provocar otras patologías de mayor gravedad (Potasman, y otros, 2002).

El método de depuración es el más utilizado para garantizar el consumo seguro de moluscos bivalvos. Este método aprovecha la actividad filtradora natural del molusco para que este elimine los contaminantes acumulados en su anatomía. La depuración presenta buenos resultados para la eliminación de contaminantes bacterianos (El-Gamal, 2011), y resultados variables o dependientes del tiempo de depuración con respecto a otros contaminantes (Anacleto, y otros, 2015).

La depuración es un requisito legal para la comercialización de bivalvos en muchos países desarrollados, y se implementa con el fin de asegurar la salud del consumidor (Lees, y otros, 2010). Aunque en el Ecuador la depuración de bivalvos no es exigida, podría resultar un recurso necesario para que los bivalvos recolectados en ciertas zonas expuestas a fuentes de contaminación logren cumplir los criterios microbiológicos establecidos por la Norma Internacional CODEX STAN 292: “Norma para los moluscos bivalvos vivos y los moluscos bivalvos crudos”, adoptada por la INEN, con el fin de que estos productos sean seguros y aptos para el consumo humano.

El método de depuración es entonces un recurso de gran utilidad, que permite el cumplimiento de exigencias y normas para la sanidad alimentaria, tanto a nivel nacional como internacional. Se establece, por tanto, la siguiente pregunta de investigación: ¿Es factible diseñar un sistema de depuración de bivalvos a escala comercial, en las parroquias de Puerto del Morro e Isla Puná, que permita garantizar la inocuidad alimentaria y mejorar la calidad de la concha prieta (*Anadara tuberculosa*), a fin de cumplir con los requisitos de comercialización local e internacional?

## **1.2 Justificación del problema**

La concha prieta habita el ecosistema manglar, el cual, debido a su alta productividad, presenta gran cantidad de asentamientos de industrias y poblaciones, que generan una contaminación persistente y creciente (Mangrove Forests - What You Should Know about These Forests, s. f.). Según diversos estudios, los manglares se han visto afectados por contaminantes químicos, físicos e incluso biológicos debido a la descarga de aguas residuales, aguas industriales, derrames de hidrocarburos, entre

otros (González Arteaga & González Arteaga, 2016; Maiti & Chowdhury, 2013; Pernia et al., 2019).

En Ecuador, no todas las aguas residuales de origen doméstico son tratadas. Esta escasez de tratamiento implica que aproximadamente el 30,94% de la totalidad del agua potable que es distribuida a nivel nacional, sea descargada a los cuerpos de agua directamente (Alarcón, 2019), principalmente en ríos (*Boletín técnico APA, 2017*). Debido a que los manglares se localizan en zonas bajas, la contaminación proveniente de ríos arriba se acumula en estos ecosistemas (Escóbar Llanos, 2002) pudiendo generar una afectación a su biota y a otros organismos relacionados (Pernia et al., 2019).

Los moluscos bivalvos por su biología son capaces de concentrar microorganismos provenientes de las aguas residuales como *E. coli* y *Salmonella* sp., los cuales son asociados con enfermedades gastrointestinales (i.e. fiebre, náuseas, diarrea). Los métodos de depuración de bivalvos fueron desarrollados con el fin de reducir la carga de microorganismos en estos moluscos y evitar el contagio de enfermedades relacionadas a su consumo (Lee et al., 2010).

Mediante los sistemas de depuración de bivalvos, se logra resguardar la salud de los consumidores y disminuir la incidencia de enfermedades asociadas a estos productos (Lees, y otros, 2010); lo que implica menor riesgo de exponer al consumidor a posibles gastos en medicinas y hospitalización, ausencia laborar, reducción de ingresos y estrés financiero (SGS, 2015; Alam & Mahal, 2014). La depuración permite además cumplir con las normas internacionales de seguridad alimentaria asociadas a este producto, tales como las de la Unión Europea, uno de los principales importadores en el mercado de bivalvos (Pawiro, 2010). Este recurso podría abrir el mercado de exportaciones a futuro, y así impulsar tanto el ámbito económico, social e incluso, ambiental del país (Carpio, y otros, 2020). El mejoramiento en la calidad del molusco bivalvo puede generar más fuentes de empleo, mejorar las condiciones de vida de las poblaciones cercanas al manglar, además, de aportar al manejo sostenible de este ecosistema.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

Evaluar la factibilidad de un sistema de depuración, a escala comercial, a través de técnicas cualitativas y cuantitativas, garantizando la inocuidad alimentaria de la concha prieta (*Anadara tuberculosa*).

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Analizar el mercado de los moluscos bivalvos a nivel nacional, mediante revisión documental y encuestas.
- Diseñar un laboratorio microbiológico para el análisis de calidad de los productos del sistema de depuración.
- Diseñar un sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP) para el sistema de depuración comercial, para la evaluación regular del proceso.
- Analizar la factibilidad de implementación del sistema de depuración mediante el estudio de la relación costo-beneficio, considerando las características particulares de cada zona.

## **1.4 Marco teórico**

### **1.4.1 Moluscos bivalvos**

#### **Generalidades**

Los bivalvos son moluscos que pertenecen a la clase Bivalvia, la cual agrupa a más de 15000 especies de almejas, ostras, conchas, vieiras y otros (Giribet, 2008). Se caracterizan por presentar un caparazón formado por dos valvas laterales unidas por una bisagra. En general, son organismos sésiles en su etapa adulta y se alimentan por filtración. La mayoría de las especies viven enterradas en el sedimento, mientras que otras pueden estar adheridas a rocas y otras superficies duras (Morton, 2020).

#### **Distribución y abundancia**

Los bivalvos son la segunda clase más abundante de moluscos, constituyendo del 19 al 35% del total de especies marinas encontradas en las zonas intermareales (Bouchet, y otros, 2002). La mayoría son marinos, pero también hay especies de agua

dulce y salobre. Pueden encontrarse en todo tipo de sustratos, en todas las latitudes y a prácticamente cualquier profundidad. También es posible encontrarlos en la zona abisal y hadal, así como en costas rocosas o arenosas, ya sea enterrados o en la superficie. No hay especies terrestres, pero algunas pueden sobrevivir severas condiciones de sequía (Morton, 2020).

## **Anatomía**

El cuerpo de los bivalvos está compuesto por un pie ventral, vísceras dorsales y un manto, el cual recubre estas estructuras. La parte más superficial del manto está constituida por una concha o caparazón, dividida en dos valvas. Dentro se encuentra la cavidad del manto, que contiene las branquias o ctenidios. El borde del manto posee dos aberturas anteriores, las cuales sirven para la extensión y retracción del pie, y dos posteriores que, en la mayoría de los bivalvos, constituyen las aberturas inhalantes y exhalantes que forman los sifones (Morton, 2020).

La concha o caparazón de los bivalvos está formada por dos valvas, acopladas dorsalmente a través de una bisagra y ligamentos elásticos. Las valvas pueden abrirse o cerrarse debido a la acción de músculos abductores. El componente principal de la concha es el carbonato de calcio, el cual se deposita en una matriz orgánica formada por polisacáridos. La función de la concha es la fijación de los músculos, protección contra depredadores y también sirve como una barrera de separación entre la cavidad del manto y el medio externo (Gosling, 2015). La superficie de la concha difiere considerablemente de acuerdo a la especie, pudiendo ser circular, ovalada, truncada, elíptica, rectangular, etc. (Giribet, 2008).

## **Alimentación**

La mayoría de los bivalvos se alimentan de partículas de plantas, algas o bacterias que se encuentran en suspensión en el agua. Las branquias o ctenidios de estos moluscos se han adaptado, volviéndose más largas y más apropiadas para la filtración (Morton, 2020). Los ctenidios contienen distintos tractos con cilios que atrapan las partículas suspendidas, mientras se bombea el agua a través de la cavidad del manto. La cavidad del manto está dividida en dos partes: una inhalante, por donde entra el agua a través de una abertura o sifón, y otra exhalante, por donde sale de la misma manera.

En ambas aberturas, el flujo de agua se regula a través de un velo muscular (Gosling, 2015).

### **Importancia económica**

Los bivalvos son una importante fuente de alimento, siendo las especies comestibles más relevantes: los mejillones (Mytilidae), las ostras (Ostreidae), las vieiras (Pectinidae), las conchas (Arcidae), los berberechos (Cardiidae) y las navajas (Solenidae) (Giribet, 2008). La producción acuícola de moluscos, especialmente bivalvos, alcanzó 17.7 millones de toneladas en el 2018; siendo China el principal productor, con aproximadamente 13 millones de toneladas, seguido por Chile y Japón (FAO, 2020). Además de servir de alimento, las conchas de algunos bivalvos pueden usarse para producir óxido de calcio y carbonato de calcio, para la aplicación industrial. Por otro lado, las especies del género *Pinctada* y *Pteria* son tanto recolectadas como cultivadas debido a su producción natural de perlas, un material valioso para la joyería; mientras que las conchas de muchas especies también suelen ser usadas para la fabricación de artesanías (Morton, 2020).

#### **1.4.2 Concha prieta (*Anadara tuberculosa*)**

*A. tuberculosa* es un molusco bivalvo de la familia Arcidae. Esta especie posee diversos nombres comunes: concha prieta (Panamá y Ecuador), concha negra (Colombia, Nicaragua y El salvador), concha hembra y piangua (Costa Rica) (Rendón, y otros, 2009). Se trata de la especie de bivalvo más explotada en el Ecuador; siendo un recurso de gran importancia económica para las familias aledañas a su hábitat que viven de la pesca artesanal de este molusco (Mendoza & Alvitres, 2015).

La concha de *A. tuberculosa* es grande, ovalada y gruesa, con dimensiones promedio de 56 mm de longitud, 42 mm de altura y 40 mm de diámetro. Su color es blanco, cubierta de un periostraco piloso de color café o negro. Las valvas poseen de 33 a 37 costillas, con márgenes dorsales angulados (Rendón, y otros, 2009).

*A. tuberculosa* se distribuye en los manglares del Pacífico americano, desde el Golfo de California, hasta la región de Tumbes en Perú. Habita en estuarios de manglar que reciben aporte diario de aguas mareales, en sustratos fangosos, arcillosos o limo-arcillosos (Rendón, y otros, 2009). Esta especie está asociada a las raíces del mangle,

especialmente de la especie *Rhizophora mangle*, donde se encuentra enterrada en el suelo desde 5 a 30 cm de profundidad (Calispa, 2018).

Como muchos otros bivalvos, la concha prieta se alimenta por filtración y puede acumular arena, microorganismos, metales pesados y otros contaminantes. Se la considera de gran importancia en el ecosistema de manglar, ya que además de ser una fuente de alimento para las poblaciones humanas, influye en el proceso de degradación de materia orgánica que recibe el humedal (Calispa, 2018).

La concha prieta sirve como sustento económico de cerca de 3000 familias de la costa ecuatoriana, sin contar personal adicional, como transportistas, comerciantes, intermediarios, trabajadores de restaurantes, picanterías o cevicherías. Este bivalvo es producido casi completamente de forma natural y su comercio es en general local. Sin embargo, existe un comercio internacional de *A. tuberculosa* entre Ecuador, Colombia y Perú, en donde la mayor parte de la producción colombiana se exporta al comercio ecuatoriano. En el Ecuador, se estima una producción anual de 3.4 millones de conchas al año, representando este un aporte al PIB de 3.4 a 6.4 millones de USD (Prado-Carpio, y otros, 2020).

#### **1.4.3 Enfermedades asociadas al consumo de los moluscos bivalvos**

La capacidad de los bivalvos para bioacumular microorganismos presentes en el medio y las formas de consumo crudo o parcialmente cocido de este organismo, son las razones por las cuales constituyen un potencial riesgo para la salud. Los bivalvos pueden transmitir diversos microorganismos, incluyendo virus y bacterias patógenas para humanos y otros vertebrados (Potasman, y otros, 2002). Estos patógenos producen en su mayoría gastroenteritis, pero algunos también pueden provocar enfermedades mortales como septicemia, hepatitis y daño hepático, especialmente en grupos vulnerables (Iwamoto, y otros, 2010). La Tabla 1.1 muestra los principales agentes patógenos asociados al consumo de bivalvos, junto a su respectivo cuadro clínico.

**Tabla 1.1: Causas microbianas de enfermedades asociadas a los moluscos bivalvos**

Microorganismos	Cuadro clínico	Duración	Fuente de contaminación del molusco
<b>Bacterias</b>			
<i>Salmonella spp.</i>	Malestar, dolor de cabeza, dolor abdominal, tos, fiebre, náuseas, estreñimiento, erupción cutánea, sangre en heces	2 a 4 semanas	Aguas residuales
<i>Campylobacter spp.</i>	Diarrea (ocasionalmente con sangre), fuerte dolor abdominal, dolor de cabeza, fiebre, náuseas	3 a 6 días	Estiércol de animales
<i>Shigella spp.</i>	Dolor abdominal, fiebre, diarrea, heces mucosas o con sangre	5 a 7 días	Aguas residuales
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	Dolor abdominal, diarrea, dolor de cabeza, náuseas, fiebre, escalofríos	2 a 14 días	Medio marino
<i>Vibrio vulnificus</i>	Malestar, escalofríos, fiebre, postración, lesiones cutáneas	2 a 3 días	Medio marino
<i>Vibrio cholerae</i>	Dolor abdominal, diarrea abundante y acuosa, náuseas, deshidratación	2 a 5 días	Aguas residuales
<b>Virus</b>			
Norovirus	Dolor abdominal, náuseas, diarrea	20 a 72 horas	Aguas residuales
Virus de la hepatitis A	Malestar, dolor abdominal, fiebre, lasitud, náusea, ictericia	10 a 30 días, con posibles recaídas de 6 a 9 meses	Aguas residuales
Astrovirus	Diarrea, otros síntomas entéricos	2 a 3 días	Aguas residuales

Fuente: FAO (2010)

Las infecciones producidas por el consumo de bivalvos están asociadas al hábitat de este animal, el cual puede encontrarse contaminado con aguas residuales y materia fecal de la ganadería. Entre los agentes bacterianos patógenos que pueden presentarse en bivalvos se tiene a los del género *Vibrio*, entre ellos *Vibrio parahaemolyticus*, *V. vulnificus* y *V. cholerae* (FAO, 2010), todos causantes de gastroenteritis, mientras que *V. vulnificus* también puede producir septicemia (Iwamoto, y otros, 2010). Los vibrios son responsables de cerca del 20% de las infecciones producidas por el consumo de bivalvos (Potasman, y otros, 2002). Otras bacterias asociadas a este molusco y que producen

gastroenteritis son: *Salmonella*, *Shigella*, *Plesiomonas shigelloides*, *Aeromonas hydrophila* y *Campylobacter* (CDC, 2013).

*A. tuberculosa* ha mostrado la presencia dominante de bacterias del filo Proteobacterias en su tracto digestivo, siendo el género *Vibrio* el más abundante (Pretell, 2016). Se ha evaluado la calidad microbiológica de la concha prieta en los manglares del estero de Jambelí, provincia de El Oro. Los resultados indican la presencia de *E. coli*, enterobacterias y bacterias del género *Vibrio* en *A. tuberculosa*, siendo las concentraciones de  $1.9 \times 10^6$  UFC/g para las enterobacterias y  $2.8 \times 10^6$  UFC/g para el caso de los vibrios totales (Sorroza, y otros, 2018). En los esteros de Puerto El Morro, los niveles de coliformes totales acumulados en la concha prieta estuvieron entre  $8 \times 10^3$  y  $9 \times 10^8$  UFC/100g, y los de *E. coli* oscilaron entre  $4 \times 10^3$  y  $2 \times 10^7$  UFC/100g, lo cual indica contaminación fecal en el agua de estos ecosistemas y posible riesgo a la salud de los consumidores (Delgado, 2018).

Los virus son los patógenos más comunes transmitidos por bivalvos. Entre los principales grupos causantes de enfermedades se tiene a los Norovirus, Astrovirus, Virus de la hepatitis A y Virus de la hepatitis E (Potasman, y otros, 2002). Los norovirus son causantes de gastroenteritis caracterizada por diarrea, vómito, dolor abdominal y a veces dolores de cabeza (Iwamoto, y otros, 2010), mientras que los astrovirus provocan gastroenteritis, principalmente en niños (CDC, 2013). La hepatitis A es la enfermedad más peligrosa asociada al consumo de bivalvos, pudiendo provocar complicaciones hepáticas y, en algunos casos, la muerte. El brote más representativo de esta enfermedad ocurrió en 1988 en Shanghai, China, donde alrededor de 290000 personas se contagiaron debido al consumo de almejas recolectadas en aguas contaminadas (Halliday, y otros, 1991).

#### **1.4.4 Depuración de los moluscos bivalvos**

El método de depuración de bivalvos es el más utilizado en la actualidad, con el fin de reducir la contaminación microbiológica y física de este molusco y garantizar su inocuidad (Martínez-Albores, y otros, 2020). La depuración es un proceso que consiste en someter a los bivalvos a un ambiente de agua de mar limpia y aprovechar su actividad natural de filtración, para que estos expulsen los contaminantes acumulados en su sistema digestivo y branquias a lo largo del tiempo (FAO, 2010).

Para que la depuración sea posible, los moluscos bivalvos deben retomar su actividad filtradora. Para ello, se aplican técnicas de recolección y manejo que no sometan a los animales a grandes niveles de estrés, mientras que el ambiente en el que se realiza la depuración debe mantenerse dentro de los límites de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto que sean aptos para el organismo a depurar. Otro punto de gran importancia, especialmente en sistemas de depuración con recirculación, es la eliminación de contaminantes a través de la sedimentación y la eliminación de microorganismos por medio de un método de esterilización pertinente (FAO, 2010). El uso de radiación ultravioleta (UV) es un método de desinfección efectivo para eliminar bacterias, virus y esporas de bacterias, sin producir residuos químicos o toxinas que puedan ser absorbidas por los bivalvos (Barile, y otros, 2009).

La depuración reduce la contaminación de los moluscos a niveles bajos y moderados, eliminando con variada efectividad bacterias, virus, metales pesados, materia inorgánica y otros contaminantes. Se ha probado su efectividad en la eliminación de agentes bacterianos, como *E. coli*, *Salmonella* y *Vibrio*, donde se ha obtenido una reducción de carga bacteriana del 100%, del 92 al 99% y del 75 al 99%, respectivamente, a las 48 horas de depuración (Sorrosa, y otros, 2018; Vega, y otros, 2013; El-Gamal, 2011; Barile, y otros, 2009). La concentración de metales pesados en moluscos luego de la depuración es menor con respecto a la inicial en la mayoría de los metales analizados; obteniéndose, en general, mayor reducción a mayor tiempo de depuración (Budiawan, y otros, 2018; Anacleto, y otros, 2015; El-Gamal, 2011). También se ha probado la reducción de materia inorgánica, obteniéndose niveles efectivos de reducción a las 48 horas del proceso (Montiel, y otros, 2009). Mientras que, en el caso de los virus, se han obtenido resultados variados, con reducción significativa de la carga viral a lo largo del tiempo (Amoroso, 2020; Polo, y otros, 2014; Abreu, y otros, 2012), y otros en los que no se ha observado reducción en la cantidad de virus luego de la depuración (Savini, y otros, 2009; Nappier, y otros, 2008).

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

El presente estudio se basó principalmente en las comunidades de Puerto El Morro e Isla Puná, ubicadas en la provincia del Guayas. Dichas comunidades se dedican a la pesca artesanal y una de sus principales fuentes de ingreso se debe a la comercialización de *A. tuberculosa*.

Para el desarrollo metodológico se utilizaron tanto métodos cuantitativos como cualitativos (Vera & Villalón, 2005). Se realizaron entrevistas con el fin de obtener información sobre el esfuerzo pesquero de los concheros, las condiciones de la zona de pesca, las posibles fuentes de contaminación y la calidad de vida de los pobladores de dichas comunidades. Los datos obtenidos de entrevistas y revisión bibliográfica permitieron cumplir con los objetivos.

### 2.1 Mercado de moluscos a nivel nacional

El análisis de mercado tiene pasos básicos a seguir, uno de los cuales es la recolección de datos mediante fuentes primarias o secundarias (i.e. boletines del INIAP, documentos de la FAO). Luego se realizó una tabulación y análisis de datos para poder interpretar los resultados obtenidos (Brown, 1955).

Para la obtención de datos, información y fuentes de consulta, se observaron los seminarios web titulados: “Actividades productivas e investigativas asociadas a la biodiversidad” y “Webinar Internacional Red Anadara” (IPIAP Ecuador, 2020). Así mismo, fue importante la búsqueda de información en boletines del INP, en la FAO, revistas indexadas, entre otras.

Por medio de los seminarios web se logró contactar con los expositores que presentaron temas relevantes para el presente trabajo. Estos a su vez facilitaron la obtención de contactos con las diferentes asociaciones pesqueras pertenecientes a las parroquias de Puerto El Morro e Isla Puná. Debido a la pandemia, la gran mayoría de las entrevistas se realizaron a través de medios virtuales.

Luego, con ayuda de un representante del Ministerio del Ambiente y Agua que se reside en Puerto El Morro, se contactó a los dirigentes de las asociaciones pesqueras

de dicha comunidad, quienes fueron entrevistados. Además, se creó una encuesta en Google Forms a fin de conocer la opinión de los consumidores a nivel nacional, la cual fue distribuida mediante contactos adquiridos por la universidad (Ver preguntas en el Apéndice A y Apéndice B).

Dichas entrevistas permitieron conocer el promedio de conchas capturadas diariamente, el precio de venta, el lugar de venta, los servicios básicos que poseen y la contaminación que ven ellos.

Conocer las características del mercado de moluscos bivalvos permite respaldar un plan de negocios, ya que se pueden llegar a descubrir y comprender las amenazas y oportunidades al analizar el tamaño del mercado, su tendencia, la rentabilidad, entre otros (*Análisis de mercado: contenido y objetivo | OBS Business School, s. f.*).

## **2.2 Diseño de un laboratorio microbiológico**

El laboratorio microbiológico es necesario para medir la concentración de microorganismos presentes en la concha prieta antes y después de la depuración, lo cual permitirá certificar que el sistema está funcionando (Lee et al., 2010). Para el desarrollo de este objetivo, se realizó una búsqueda bibliográfica sobre los aspectos importantes a considerar para el diseño de laboratorios de nivel 1, se determinaron los microorganismos a analizarse en el producto de interés, las metodologías sugeridas por las instancias reguladoras para detectar la concentración de dichos microorganismos y, por último, se determinó el costo de inversión para el levantamiento del laboratorio.

Para la determinación de los criterios microbiológicos que debe cumplir el producto depurado, se consultó la “Norma para los moluscos bivalvos vivos y los moluscos bivalvos crudos (CODEX STAN 292-2008, MOD)” (Codex & INEN, 2008). Luego fue necesario realizar una búsqueda de metodologías adecuadas para el análisis microbiológico en las muestras de los moluscos bivalvos. La FDA posee un manual de análisis bacteriológico, el cual describe los procedimientos requeridos para la detección de los microorganismos indicadores de interés para el presente producto. Una vez escogidas las metodologías, se procedió a elaborar una lista de equipos, reactivos, medios y materiales indispensables para su ejecución, los cuales constituyen el equipamiento para el laboratorio.

Las características del diseño del laboratorio de nivel básico 1 se establecieron basándose en las pautas y recomendaciones dadas por la “Guía para la acreditación de laboratorios de microbiología de alimentos” (Cuesta, 2005) y el “Manual de bioseguridad en el laboratorio” (OMS, 2005).

Ya que la localización del laboratorio microbiológico no se encuentra establecida para el presente proyecto, las dimensiones del laboratorio fueron propuestas a través de la medición de los equipos que lo conforman, las áreas de separación y tomando en cuenta un espaciado suficiente para la cómoda ejecución de los ensayos.

El diseño y la distribución de las áreas que conforman el laboratorio se determinó basándose en las actividades a realizarse en tiempo y espacio, y minimizando el riesgo de contaminación por actividades incompatibles. Se siguen las recomendaciones de separación del laboratorio en cuatro áreas: Una zona de recepción de muestras, una zona de siembra y análisis, una zona para la preparación de medios y una zona de esterilización (Cuesta, 2005). Se revisaron también otras características de diseño relacionadas con las instalaciones y el área de trabajo, como los tipos de paredes, techos y suelos a utilizar, las superficies de trabajo, la iluminación, el mobiliario, etc. (revisar apéndice C). El diagrama final del diseño del laboratorio se realizó a través del programa *Lucidchart*.

Por último, el costo total de inversión fue calculado determinando el precio de los equipos, materiales, mueblería y principales reactivos que conforman el laboratorio, a partir de comercializadoras existentes en el mercado.

### **2.3 Diseño de un sistema de HACCP**

El sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de control, o *HACCP* por sus siglas en inglés, es aquel que se encarga de prevenir la contaminación en los alimentos, desde la producción primaria hasta la distribución de los productos, mediante la evaluación de problemas y la identificación de puntos críticos de control (Lee et al., 2010; Sanchez, 2015).

Para la realización del presente sistema de HACCP, se siguieron los 7 principios básicos establecidos por el *Codex Alimentarius* (FAO, 2010; FAO, 1997):

#### **Principio 1**

Efectuar un análisis de peligros.

### **Principio 2**

Determinar los puntos críticos de control (PCC).

### **Principio 3**

Establecer los límites críticos.

### **Principio 4**

Instaurar un sistema de vigilancia para cada PCC.

### **Principio 5**

Establecer las medidas correctivas a efectuarse cuando se determine alguna desviación para un PCC.

### **Principio 6**

Establecer procedimientos de verificación para asegurarse que el sistema de HACCP funciona eficazmente.

### **Principio 7**

Crear un sistema de documentación sobre todos los procedimientos y registros necesarios para el diseño y funcionamiento del sistema de HACCP.

Para la aplicación de los 7 principios de sistema de HACPP, se recomendó el desarrollo de las siguientes operaciones ordenadas en secuencia lógica (FAO, 2010; FAO, 1997):

#### 1. Formación de un equipo de HACCP

El primer paso correspondió a la formación del equipo, el cual se debe encargar del diseño e implementación del sistema de HACCP. Debido a que el sistema de depuración fue diseñado con la ayuda de los estudiantes de las carreras de mecánica, estos, junto a las presentes autoras, constituyeron el equipo de HACCP encargados de su diseño.

#### 2. Descripción del producto

El paso siguiente fue la descripción del producto, donde figura la zona de recolección de los bivalvos, el tipo de depuración que se lleva a cabo, las

condiciones de su almacenamiento, entre otros detalles. Esta operación se efectuó realizando una ficha técnica del producto.

3. Determinación del uso previsto del producto

Se detalló el uso al que ha de destinarse el producto por parte del cliente o consumidor final.

4. Elaboración de un diagrama de flujo

En el cuarto paso, se elaboró un diagrama de flujo, que permitió visualizar detalladamente las fases del proceso de depuración, desde la llegada de los bivalvos hasta su almacenamiento.

5. Confirmación in situ del diagrama de flujo

Este paso se omitió para el presente diseño, debido a que la planta depuradora aún no se encuentra en funcionamiento.

6. Identificación de los riesgos relacionados a cada fase y ejecución de un análisis de peligros

Se identificaron los peligros que puedan afectar la inocuidad del producto final, a través de la revisión del proceso de depuración, las características del sistema y la discusión entre los miembros del equipo. Se define como un peligro a cualquier agente físico, químico o biológico presente en el alimento que pueda ocasionar efectos adversos en la salud de los consumidores (FAO, 2010). Los peligros se clasificaron en cuatro categorías para un mayor entendimiento y organización:

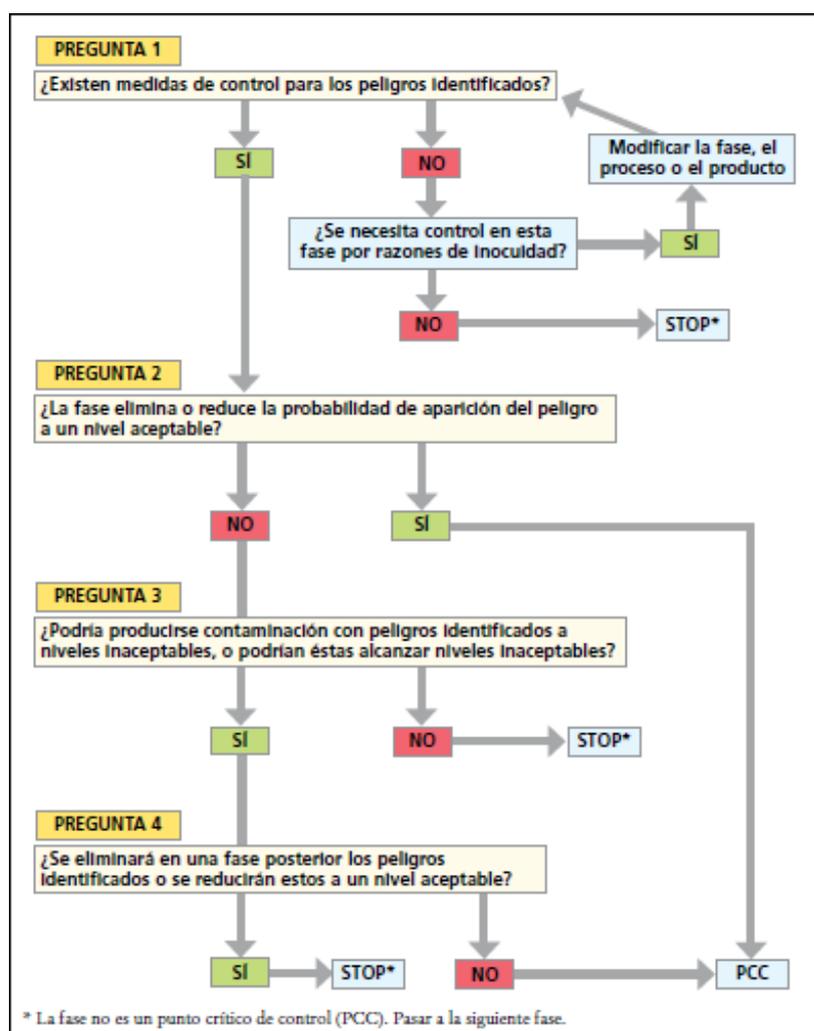
- Los que son propios de la materia prima, es decir, dependen de las condiciones de los productos a depurar.
- Los que provienen de las características de diseño del sistema de depuración y los procesos posteriores o anteriores a esta operación.
- Los que se originan de las condiciones del agua marina en la que se va a sumergir el molusco para su depuración.
- Los que se producen debido a errores o descuidos del personal que manipula y procesa los bivalvos durante cada fase de la depuración.

El análisis de peligros permitió determinar cuáles son los peligros relacionados a cada fase de la depuración, cuyo control o eliminación permite producir productos inocuos.

## 7. Determinación de los PCC

El siguiente paso fue la determinación de los puntos críticos de control (PCC). Los PCC son las fases en las que puede aplicarse un control, el cual permite reducir, eliminar o prevenir un peligro asociado a la inocuidad de los alimentos. Para la identificación de los PCC en el sistema de HACCP, se aplicó el árbol de decisiones recomendado por la FAO (Figura 2.1).

**Figura 2.1: Árbol de decisiones para la determinación de los PCC del sistema HACCP**



## 8. Establecimiento de los límites críticos para cada PCC

En este paso, se determinaron los parámetros de medición y los rangos que definen el cumplimiento de cada medida de control de acuerdo a cada tipo de PCC. Se establecieron los límites tomando en cuenta las características del sistema de depuración diseñado, las recomendaciones de la FAO y las condiciones de supervivencia para la especie de interés.

9. Establecimiento de un sistema de vigilancia para cada PCC

Se definió el sistema de vigilancia para cada PCC, con el fin de cerciorarse de que se cumplan todos los límites críticos. El proceso de vigilancia establece qué se medirá o vigilará, qué método se usará para la vigilancia (cómo), la frecuencia en la que se realizará la medición en el PCC de interés (cuándo) y quién se encargará de la vigilancia.

10. Establecimiento de medidas correctivas

Se especificaron las medidas correctivas para cada PCC, con el fin de responder ante cualquier desviación de los límites críticos que se haya encontrado durante el procedimiento de vigilancia. Las medidas correctivas se determinaron de manera que permitan volver a controlar un peligro relacionado al PCC de interés y corregir los productos afectados.

11. Establecimiento de procedimientos de verificación

Se establecieron procedimientos para la comprobación de que el sistema de HACCP se encuentra funcionando eficazmente. La verificación se basará en el análisis de los datos recopilados y la interpretación de resultados. Las frecuencias de las verificaciones se establecieron de acuerdo a las recomendaciones de la FAO (2010) y las características e importancia de cada PCC.

12. Establecimiento de un sistema de documentación y registro

Para la aplicación del sistema de HACCP, es necesario contar con un óptimo sistema de registro. Se estableció, por tanto, que el sistema de registro debía contar con la documentación del diseño del sistema de HACCP y registros para el control de los PCC.

## **2.4 Factibilidad de implementación del sistema de depuración**

El análisis de costo-beneficio es un proceso que permite definir la rentabilidad de un proyecto. Es necesario evaluar el total de ingresos y egresos, evidenciando la importancia del área contable. Además de los beneficios y del valor agregado que trae el producto a analizarse (Aguilera Díaz, 2017).

Para la implementación del sistema de depuración fue necesario conocer la inversión inicial, así como sus costos variables a fin de conocer si es factible su aplicación, considerando que la implementación de este sistema nos permite cumplir con

la 'Norma para los moluscos bivalvos vivos y los moluscos bivalvos crudos' (CODEX & INEN, 2008) y con el 'Reglamento (UE) 2015 /2285' (Comisión Europea, 2015), el cual rige la entrada de los moluscos bivalvos hacia la Unión Europea y otros países desarrollados.

La revisión bibliográfica realizada previamente durante el diseño del laboratorio microbiológico permitió obtener la descripción de la lista de equipos, materiales y reactivos a utilizarse; lo cual, sirvió para determinar el presupuesto de compra de dichos insumos en comercializadoras existentes en el mercado. Se determinaron también los costos de la instalación y adecuación para que sea posible el funcionamiento de las diferentes fases del proceso de depuración de bivalvos, así como los costos mensuales de funcionamiento por concepto de mantenimiento y de operación.

La recopilación de los costos fijos y los costos variables de cada fase de la depuración, además del ingreso esperado, permitió conocer la rentabilidad del proyecto.

# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 3.1 Mercado de moluscos bivalvos a nivel nacional

#### 3.1.1 Puerto El Morro e Isla Puná

Las entrevistas realizadas a las asociaciones de Puerto El Morro e Isla Puná permitieron conocer que la pesca de concha se realiza en marea baja y que cada pescador aspira recolectar al menos 100 individuos. Según dichas entrevistas, se calcula que al día en esta zona se recolectan alrededor de 49 000 individuos de lunes a sábado, debido a que las asociaciones de la Isla Puná no trabajan el domingo (Tabla 3.1).

**Tabla 3.1: Información recolectada mediante entrevistas con representantes a dichas asociaciones**

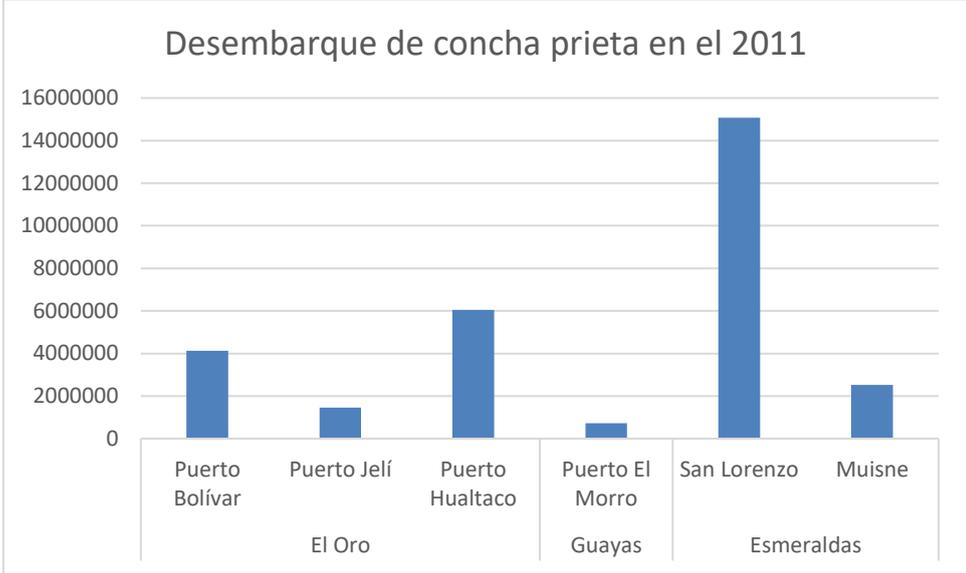
Asociación	Número de concheros	Promedio de concha al día	Días activos a la semana	Precio del ciento	Fuente
Manglares porteños	6	60	7	\$16	Entrevistas
Forjadores del futuro	4	140	7	\$20	
Mariné	1	150	7	\$16	
ASOPROMORRO	2	125	7	\$20	
Campo Alegre	119	400	6	\$20	

#### 3.1.2 Mercado a nivel nacional

La producción de la concha prieta a nivel nacional genera unos 8 000 mil puestos de trabajo desde los recolectores de conchas, lancheros, comerciantes minoristas, trabajadores de cevicherías, entre otros (Padro Carpio et al., 2020). El PIB ecuatoriano aportado por el comercio de la concha prieta se encuentra entre 3.4 y 6.8 millones de dólares, sin embargo, puede incrementarse hasta 15 millones de dólares anuales si se considera a los restaurantes (Padro Carpio et al., 2020).

Los principales puertos de comercialización de concha se encuentran enlistados en la Figura 3.1. pertenecientes a las provincias de Esmeraldas, Guayas y El Oro. En Santa Elena no hay concha prieta, mientras que en Manabí la recolección es imperceptible. Según los datos recolectados de Moreno Cáceres se obtuvo que la

provincia de Esmeralda es quien tiene un mayor desembarque de concha prieta en sus puertos, luego El Oro y por último Guayas, con un total de 17 589 860, 11 641 314 y 727 425 individuos, respectivamente.



**Figura 3.1. Desembarque anual de la concha prieta en el año 2011 (Moreno Cáceres)**

En la Tabla 3.2., podemos observar la cantidad de pescadores promedios por día, el CPUE promedio y el precio del ciento de la concha prieta en los puertos principales. El precio del ciento de concha se incrementa en fines de semana y en feriado (Carmen, 2010). Las conchas obtenidas de la provincia de El Oro se las comercializa en Guayaquil, Quito, Cuenca, Tulcán y Riobamba, para el caso de Esmeraldas, se las comercializa en las ciudades mencionadas además de que también en la provincia de El Oro. En el caso de las conchas de Puerto El Morro, se las comercializa en General Villamil Playas (Carmen, 2010) mientras que, para el caso de Puerto Alegre, las comercializan en Balao Grande, Guayaquil, General Villamil Playas y en la península.

**Tabla 3.2: Información de la concha prieta en los principales puertos (Información recolectada mediante entrevistas).**

Provincia	Puerto	Pescadores	CPUE	Venta del ciento	Fuente
Esmeraldas	Muisne	66	116	\$13-\$18*	(Moreno Cáceres, 2017)
	San Lorenzo	393	127		(Ramos, 2020a)
Guayas	Campo Alegre	119	400	\$16-\$20*	Entrevistas
	Puerto El Morro	13	120		
El Oro	Puerto Bolívar	97	167	\$10-\$12*	(Ramos, 2020b)
	Puerto Jelí	53	126		
	Hualtaco	279	160		

La comercialización de las conchas se puede dar en diferentes presentaciones, entre las cuales tenemos: enlatadas, a granel y sacadas. Para el caso del supermercado “Mi comisariato” se encontró conchas prietas sacadas y congeladas de la marca El Pailón, cuyos datos se ven reflejados en la Tabla 3.3. En Supermaxi, no se encontró venta de concha prieta pero sí de otros moluscos bivalvos, los cuales también venían en presentación de enlatado al igual que en Mi Comisariato, entre los cuales tenemos mejillones, ostiones, entre otros.

**Tabla 3.3: Venta de la concha prieta en Mi Comisariato**

Supermercado	Presentación	Peso drenado	Precio
Mi Comisariato	Sacada	325g	\$15.89

Las encuestas realizadas por Google Forms a posibles consumidores a nivel nacional, llegaron a 411 personas, de las cuales el 45% representaba al género femenino y el 55% al masculino. De las 411 personas, el 68% pertenecían a la provincia del Guayas, 14% a Pichincha, 4% a Los Ríos, 3% Santa Elena, 2% Manabí, y el resto de las provincias tuvieron menos del 2% o la encuesta no llegó a personas que residieran en dichas provincias. Además, también se tuvo conocimiento que el 51% tenían edades entre 18 y 28 años, 21% entre 29 y 40 años, mientras que los demás eran mayores a 40.

Al inicio de la encuesta, el 55.4% sí consumía concha prieta, ya sea 2-4 veces al año, 1 vez al año, entre otras como lo describe la Figura 3.2. Sin embargo, al finalizar la encuesta se obtuvo que el 74.2% podría consumir concha prieta y/o probar diferentes platos de ella si es que se certifica que no se van a enfermar. Esto se debe a que un 13.7% mencionaron que no consumen concha por el riesgo a tener enfermedades

gastrointestinales asociadas a su consumo, sin embargo, se puede apreciar que no subió ese porcentaje en las personas que consumirían concha luego de que se les certifique que no se van a enfermar, lo cual se debe a que algunas personas consideran que es un plato caro, no les ha gustado el sabor, no consumen mariscos, son veganos o simplemente prefieren otros platos.

De las personas que consumían concha prieta, el 79% de ellas gasta \$20 o menos por su plato, ya que compran el cuarto de conchas (25 individuos) en los mercados, les regalan en sus trabajos, entre otros. El 20% gasta entre \$20-40 y el 1% gasta más de \$40.



**Figura 3.2. Frecuencia del consumo de concha prieta, según los encuestados**

### 3.2 Diseño de un laboratorio microbiológico

El diseño del laboratorio se basó en los análisis requeridos para determinar el cumplimiento de los criterios microbiológicos de la “Norma para los moluscos bivalvos vivos y los moluscos bivalvos crudos (CODEX STAN 292-2008, MOD)” (Codex & INEN, 2008). Según dicha norma, los indicadores bacterianos usados para evaluar la aptitud para el consumo humano de estos productos son: *E. coli*, analizado a través del método NMP especificado en ISO 16649-3 o su equivalente, y *Salmonella*, analizado respecto al método de referencia ISO 6579, u otro validado. Las metodologías escogidas para el

análisis de dichos indicadores fueron los métodos establecidos por la FDA para la enumeración de *E. coli* y coliformes (Feng, y otros, 2020) y para el aislamiento e identificación de *Salmonella* (Andrews, y otros, 2020). Según dichas metodologías, se determinaron los equipos y materiales que deben conformar el laboratorio para llevar a cabo los respectivos análisis; los cuales se enumeran en las tablas 3.4 y 3.5.

**Tabla 3.4: Equipos necesarios para la implementación del laboratorio microbiológico**

Equipo	Cantidad	Especificaciones
Refrigerador	1	Refrigerador con congelador. Capacidad: 256 L.
Licuada	1	Licuada con vaso de vidrio.
Microondas	1	Capacidad: 30 L.
Horno	1	
Autoclave	2	Autoclave tipo olla. Capacidad: 18 L.
Medidor de pH	1	
Incubadora	2	Capacidad: 45 L.
Contador de colonias	1	
Destilador de agua	1	
Baños maría	2	Capacidad: 10 L.
Plancha de calentamiento con agitación	1	
Balanza analítica	1	Capacidad máxima: 200 g. Carga mínima: 0.01 g.
Vórtex	1	
Cabina de flujo laminar	1	Horizontal con asiento.
Lámpara UV	4-6	Tubo fluorescente germicida. Claro.
Lámpara UV de mano	1	Con luz UV de 365 nm.
Aire acondicionado	2	Aire acondicionado Split. 9000 BTU
	1	Aire acondicionado Split. 12000 BTU.
	1	Aire acondicionado Split. 24000 BTU

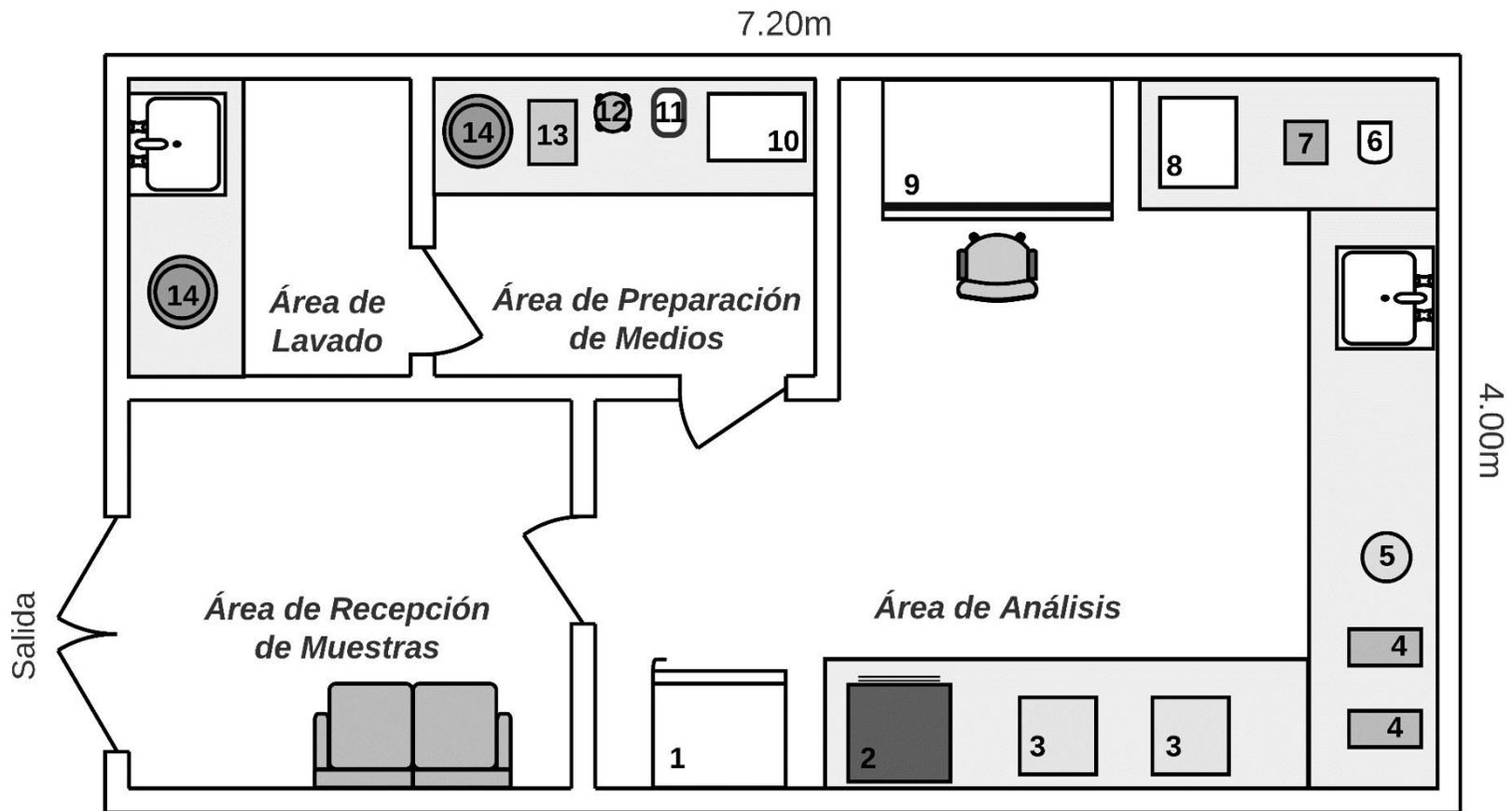
**Tabla 3.5: Materiales necesarios para el laboratorio microbiológico**

Material	Cantidad	Especificaciones
Termómetro	1	Termómetro de mercurio. De -10°C a 36°C.
Pipetas	10	Pipetas de vidrio de 10 mL.
Micropipetas	2	Micropipetas y puntas. De 100 a 1000 µL.
Vasos de precipitación	15	Resistentes a alta temperatura. De 100, 250 y 500 mL.
Tubos de ensayo	1200	Tubos de vidrio borosilicato con rosca.
Tubos Durham	5	De vidrio borosilicato.
Frascos para almacenamiento	3	Frascos de vidrio con rosca. Resistentes a altas temperatura.
Cajas de Petri	100	De vidrio. De (100 x 20) mm
Asa bacteriológica	2	
Espátula Drigalski	1	

Las dimensiones del laboratorio fueron determinadas considerando los equipos requeridos y las actividades a realizarse en cada área de trabajo. Los espacios establecidos fueron de 7.20 m de largo y 4 m de ancho, dando como resultado un área superficial de 28.8 m<sup>2</sup>. Las áreas en las cuales se dividió el laboratorio fueron: el área de recepción de muestras, área de análisis, área de preparación de medios y el área de lavado. La Tabla 3.6 muestra la superficie por cada área de trabajo y sus respectivos equipos; así mismo, la figura 3.3 presenta un diagrama de la distribución de las áreas y las dimensiones del laboratorio.

**Tabla 3.6: Áreas de distribución del laboratorio con sus respectivos equipos**

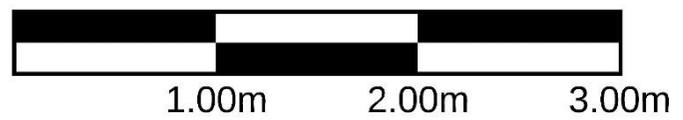
Área	Superficie (m <sup>2</sup> )	Equipos
Área de recepción de muestras	5.41	—
Área de análisis	16.85	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cabina de flujo laminar</li> <li>▪ Vórtex</li> <li>▪ Licuadora</li> <li>▪ Contador de colonias</li> <li>▪ Destilador de agua</li> <li>▪ Baño maría (x2)</li> <li>▪ Incubadoras (x2)</li> <li>▪ Estufa/horno</li> <li>▪ Refrigeradora</li> </ul>
Área de preparación de medios	3.65	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Autoclave</li> <li>▪ Balanza</li> <li>▪ Medidor de pH</li> <li>▪ Plancha de calentamiento</li> <li>▪ Microondas</li> </ul>
Área de lavado	2.89	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Autoclave</li> </ul>



**Equipos**

- |                  |                            |                              |
|------------------|----------------------------|------------------------------|
| 1. Refrigeradora | 7. Contador de colonias    | 10. Microondas               |
| 2. Estufa        | 8. Destilador de agua      | 11. Plancha de calentamiento |
| 3. Incubadora    | 9. Cabina de flujo laminar | 12. PHmetro                  |
| 4. Baños María   |                            | 13. Balanza                  |
| 5. Licuadora     |                            | 14. Autoclaves               |
| 6. Vórtex        |                            |                              |

Escala 1: 3



**Figura 3.3: Diagrama de dimensiones y distribución de áreas del laboratorio microbiológico.**

El área de recepción de muestras es aquella en donde se reciben y se rotulan las muestras para su posterior análisis. El equipamiento en esta área está limitado a un aire acondicionado. Esta área se encuentra ubicada en la entrada del laboratorio y su separación disminuye el riesgo de contaminación por agentes externos hacia las áreas interiores.

El área de análisis microbiológico es aquella que lleva la mayoría de los equipos y materiales. En esta área se realizarán los respectivos ensayos bacteriológicos de aislamiento, identificación y enumeración. También se dispone de un aire acondicionado, un mesón, anaqueles, un refrigerador para el almacenamiento de muestras y un destilador para la continua producción de agua destilada.

El área de preparación de medios se destina a la preparación de medios de cultivo y buffers para los ensayos microbiológicos. Está equipada con un mesón, anaqueles, aire acondicionado, autoclave, y distintos equipos y materiales para la medición de masa, volumen, pH, así como también para el calentamiento de los medios.

El área de lavado está destinada a la limpieza y esterilización de los materiales usados en el laboratorio. Está conformada por un mesón, aire acondicionado, autoclave, lavadero y anaqueles para almacenamiento.

El costo de inversión para el levantamiento del laboratorio fue calculado tomando en cuenta el precio de cada equipo, material y el primer abastecimiento de reactivos necesarios. Se incluyó también el precio de la iluminación, los fregadores y los mesones, como único componente de la mueblería. El resultado fue una inversión inicial de **\$ 110 720.88** para la adquisición de todos los elementos indispensables para la implementación del laboratorio microbiológico.

### **3.3 Diseño del sistema de HACCP**

Para el diseño del presente sistema de HACCP aplicado a la depuración de bivalvos, se consideró que la unidad de depuración, junto a todos sus procesos, cumplen con las directrices estipuladas en los “Principios Generales de Higiene de los Alimentos” del *Codex Alimentarius* (2004). Esta normativa incluye los requisitos del control sanitario, calidad, inocuidad y seguridad para los productos procesados de consumo humano, así como los requisitos sanitarios para los establecimientos destinados a su producción o procesamiento y las normativas de higiene y capacitación del personal manipulador.

De acuerdo a lo recomendado para la aplicación de los principios del sistema HACCP, se realizó primero una ficha técnica con la descripción del producto final de interés, cuyo detalle se presenta en la Tabla 3.7.

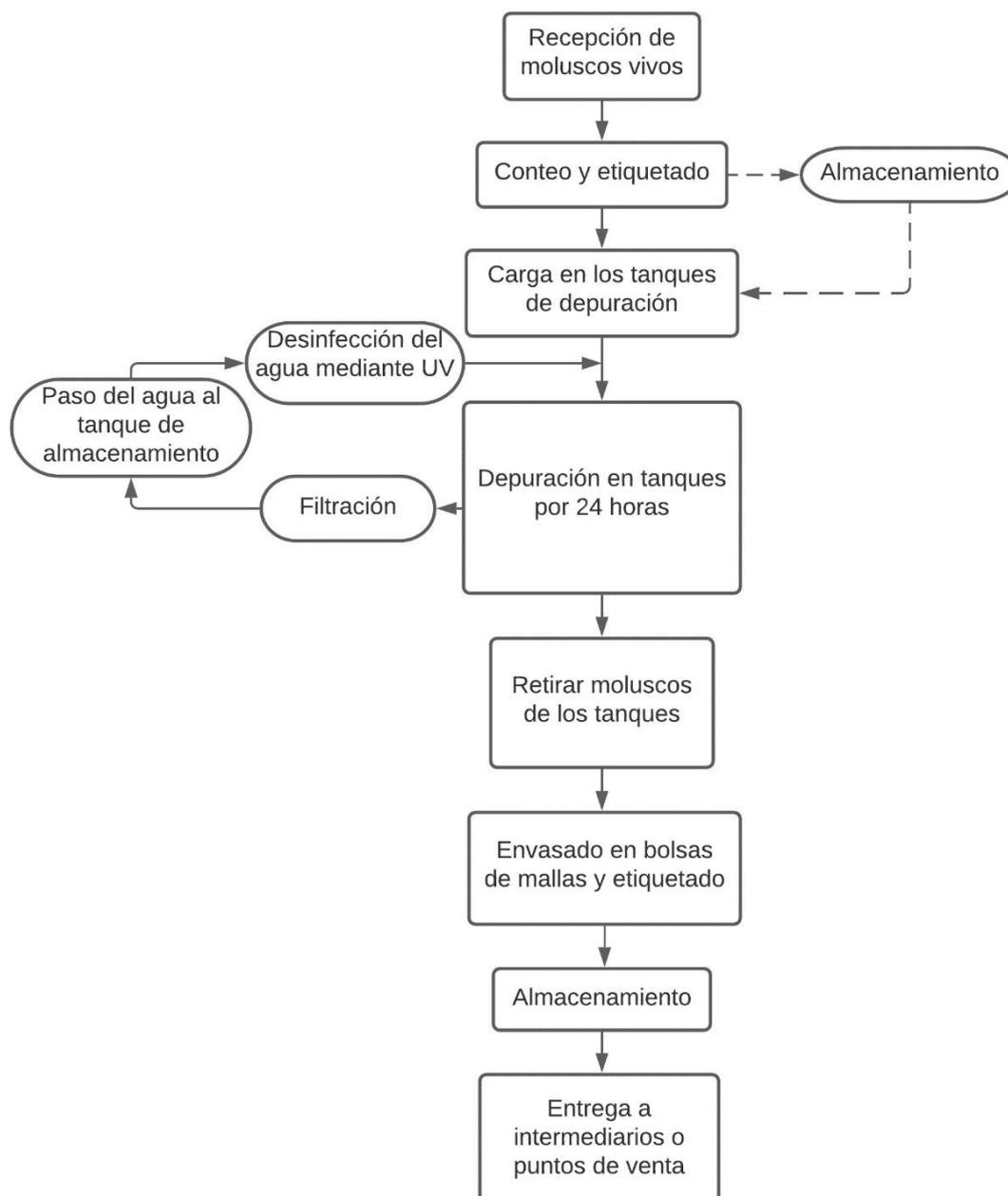
El producto final, que corresponde a las conchas prietas frescas, serán destinadas al consumo humano, donde se consume la “pulpa” o musculatura del organismo. El producto puede ser consumido crudo o cocido, así como procesado para la preparación de cocteles, ceviches, arroz con concha, conchas rellenas, entre otros platillos.

**Tabla 3.7. Ficha técnica del producto**

Nombre del producto	Concha prieta fresca	
		
<b>Descripción del producto</b>	<b>Figura 3.2. Concha prieta abierta (Obtenido de code.ac.uk)</b>	
Descripción del producto	Concha prieta ( <i>Anadara tuberculosa</i> ) recolectada y recibida en estado viva, depurada durante 24 horas y cuyas características microbiológicas cumplen con los criterios establecidos por el <i>Codex Alimentarius</i> .	
Lugar de elaboración	Producto elaborado en la planta depuradora de Puerto El Morro.	
Composición nutricional	Energía	70kcal/100g
	Proteína	11.40g
	Grasa total	0.5g
	Colesterol	-
	Glúcidos	4g
Ingredientes	Concha prieta ( <i>Anadara tuberculosa</i> )	
Presentación y empaque comerciales	Envasarlas en redes de malla, colocando la parte cóncava hacia abajo. La etiqueta de cada empaque es resistente al agua y permanece fija a pesar de la manipulación por el transporte. El etiquetado incluye la especie de molusco, la fecha de envasado, la fecha de caducidad y el número de autorización del centro de envasado, además, indica el país de origen. El peso aproximado es de 4 Kg.	
Tipo de conservación	En refrigeración, de 4 a 10°C (máximo 2 días).	
Consideraciones para el almacenamiento	La parte cóncava debe ir hacia abajo para permitir la salida de líquido que pierdan los moluscos.	

A continuación, se muestra el diagrama de flujo realizado, el cual presenta todas las fases del proceso de depuración, incluyendo las anteriores y posteriores a la operación (Gráfico, 3.4). Dicho diagrama está basado en las características del sistema de depuración diseñado por el equipo de la carrera de mecánica (ver apéndice G).

**Figura 3.4. Diagrama de flujo del proceso de depuración de bivalvos**



Para el análisis de peligros, el equipo identificó los posibles riesgos que podrían presentarse durante la ejecución de cada fase de la depuración y cuya aparición constituye una amenaza para la inocuidad del producto final. Los peligros obtenidos y clasificados en las categorías anteriormente descritas se muestran en la Tabla 3.8.

**Tabla 3.8. Listado de los peligros identificados para el proceso de depuración**

<b>Materia prima</b>	<b>Diseño del sistema de depuración</b>	<b>Condiciones del agua</b>	<b>Personal</b>
-Presencia de microorganismos en los bivalvos que exceden la capacidad de depuración. -Presencia de bivalvos rotos y/o muertos. -Contaminación por residuos de los bivalvos.	-Baja circulación de agua en el sistema. -Supervivencia de microorganismos. -Tiempo de depuración insuficiente. -Proliferación de microorganismos supervivientes.	-Alta temperatura. -Oxígeno disuelto insuficiente. -Salinidad inadecuada.	-Malas prácticas de manipulación que podrían contaminar a los moluscos.

Los resultados de las preguntas del árbol de decisiones y la determinación de los PCC se detallan en la Tabla 3.9. Se obtuvo un total de 5 puntos críticos de control y 9 peligros relacionados capaces de afectar la inocuidad del producto final. Para cada PCC existe una medida de control durante el proceso, cuya aplicación permite reducir la probabilidad de aparición de un peligro o asegurar que este se encuentra a niveles aceptables.

**Tabla 3.9. Determinación de los puntos críticos de control**

Fase	Peligros	Preguntas				¿PCC?
		1	2	3	4	
<b>Recepción</b>	Alta concentración de microorganismos en los bivalvos que exceden las capacidades de depuración	Sí	No	Sí	No	Sí
	Presencia de bivalvos rotos y/o muertos	Sí	No	No	–	No
<b>Conteo y etiquetado</b>	Malas prácticas de manipulación que podrían contaminar a los moluscos	Sí	No	No	–	No
<b>Depuración en tanques</b>	Baja circulación de agua	Sí	No	Sí	No	Sí
	Tiempo de depuración insuficiente	Sí	No	Sí	No	Sí
	Alta temperatura en el tanque	Sí	No	Sí	No	Sí
	Oxígeno disuelto insuficiente	Sí	No	Sí	No	Sí
	Condiciones de salinidad inadecuadas	Sí	No	Sí	No	Sí
<b>Filtración</b>	Contaminación por residuos de los bivalvos	Sí	Sí	–	–	Sí
<b>Desinfección con luz UV</b>	Supervivencia de bacterias	Sí	Sí	–	–	Sí
<b>Envasado y etiquetado</b>	Malas prácticas de manipulación que podrían contaminar el producto final	Sí	No	No	–	No
<b>Almacenamiento</b>	Proliferación de bacterias	Sí	Sí	–	–	Sí
<b>Entrega a intermediarios o puntos de venta</b>	Malas prácticas de manipulación que podrían contaminar el producto	Sí	No	No	–	No

El siguiente paso fue establecer los límites críticos para el control de cada PCC. Para los peligros asociados al diseño del proceso de depuración, los límites corresponden a las recomendaciones de la FAO (2010) sobre la circulación del agua, potencia de las lámparas UV, tiempo de depuración, condiciones de los filtros y del

almacenamiento. Para los peligros originados por las condiciones del agua (temperatura, oxígeno disuelto y salinidad), los límites consistieron en los rangos óptimos de supervivencia de *A. tuberculosa*, que corresponden a una temperatura no mayor a 28 °C, 5 mg/L de oxígeno disuelto y de 22 a 28 UPS (Calispa, 2018). Las características microbiológicas del agua luego de la desinfección con luz UV también deben cumplir los criterios sanitarios para las zonas de recolección sin tratamiento (FAO, 2010). Mientras que, para el peligro relacionado con los moluscos a depurar, el límite crítico corresponde al estándar microbiológico para las zonas “B” de producción de moluscos bivalvos (FSA, 2020). Los límites críticos propuestos se presentan en la columna respectiva del plan HACCP (Tabla 3.10).

Los procedimientos de vigilancia se establecieron para cada PCC, con el fin de vigilar la aplicación de cada medida de control y el cumplimiento de los límites críticos. Estos se detallan en la columna respectiva de la Tabla 3.10.

Luego se establecieron las medidas correctivas que se deben aplicar cuando se determine alguna desviación de los límites críticos. En muchos casos, las medidas correctivas incluyeron la retirada del producto afectado del proceso de depuración. Se presentan las correspondientes medidas en su respectiva columna del plan HACCP (Tabla 3.10).

El procedimiento de verificación constará de dos pasos:

1. Evaluar el cumplimiento de los límites críticos, aplicación de las medidas de control y seguimiento de los procedimientos de vigilancia, a partir de los datos obtenidos de los registros.
2. Analizar las desviaciones que se presentaron, tomando en cuenta su frecuencia, la cantidad de productos afectados, la eficacia de las medidas correctivas y determinando las posibles causas de la desviación y las recomendaciones del caso.

Esta información se debe presentar en un reporte y en la frecuencia estipulada para cada PCC en la Tabla 3.10.

A continuación, se detalla el plan HACCP obtenido, presentado en la Tabla 3.10. El plan HACCP constituye la recopilación de los PCC establecidos, los peligros

asociados, las medidas de control, los límites críticos, los procedimientos de vigilancia, las medidas correctivas y la frecuencia de verificación para cada uno de los PCC.

**Tabla 3.10. Plan de Análisis de Peligros y Puntos Críticos para el proceso de depuración**

PCC	Peligros	Medidas de control	Límites críticos	Procedimiento de vigilancia				Medidas correctivas	Verificación
				Qué	Cómo	Quién	Cuándo		
PCC 1 Recepción de bivalvos	Alta concentración de microorganismos en los bivalvos que exceden la capacidad de depuración	Analizar la concentración de bacterias	No debe superar los 4600 NMP de <i>E. coli</i> en una prueba de 5 tubos y tres diluciones, para cada 100 g de carne y líquido de molusco	Concentración de <i>E. coli</i>	Método de cuantificación de la ISO 16649-3 o equivalente	Analista(s) del laboratorio	Cada entrada de productos	-Identificar los productos que no cumplen y eliminarlos del proceso.	Diariamente o en cada recepción cuando se determine alguna desviación
PCC 2 Depuración en tanques	Baja circulación de agua en los tanques	Controlar que la circulación de agua en los tanques sea suficiente	Circulación entre 9.5 y 14 m <sup>3</sup> /h	Velocidad de circulación del agua	Control con medidor de caudal	Encargado de la fase de depuración	Cada proceso	-Verificar estado de las bombas y realizar mantenimiento de ser necesario. -Identificar el producto afectado y volver a depurar.	Diariamente o para cada proceso cuando se determine alguna desviación
	Alta temperatura en el agua	Controlar la temperatura de los tanques	Temperatura del agua no mayor a 28 °C	Temperatura	Termómetro	Encargado de la fase de depuración	Cada proceso	-Aumentar la velocidad del flujo de agua hasta que baje la temperatura a la magnitud deseada. -Identificar el producto afectado y volver a depurar.	Semanalmente o para cada proceso cuando se determine alguna desviación
	Oxígeno disuelto insuficiente	Controlar el oxígeno disuelto en los tanques de depuración	Oxígeno disuelto no menor a 5 mg/L	Oxígeno disuelto	Oxímetro	Encargado de la fase de depuración	Cada proceso	-Aumentar la velocidad del flujo de agua hasta obtener la concentración de oxígeno deseada. -Identificar el producto afectado y volver a depurar.	Semanalmente o para cada proceso cuando se determine alguna desviación

	Condiciones de salinidad inadecuadas	Controlar salinidad en los tanques	Salinidad entre 22 y 28 UPS	Salinidad	Salinómetro	Encargado de la fase de depuración	Cada proceso	-Renovar el agua del tanque. -Identificar el producto afectado y volver a depurar.	Semanalmente o para cada proceso cuando se determine alguna desviación
	Tiempo de depuración insuficiente	Vigilar el tiempo de depuración en cada proceso	Duración de la depuración de 24 horas	Duración	Vigilancia y reloj	Encargado de la fase de depuración	Cada proceso	-Identificar el producto afectado y volver a depurar. -Investigar las causas del fallo en el control del tiempo.	Semanalmente o para cada proceso cuando se determine alguna desviación
PCC 3 Filtración	Contaminación por residuos de los moluscos	Control de las condiciones de los filtros de sedimentación	Ausencia de residuos acumulados en los filtros	Residuos acumulados en los filtros	Inspección visual	Encargado de la fase de depuración	Diario	-Limpiar los filtros con alta acumulación de residuos. -Identificar el producto afectado y volver a depurar.	Semanalmente o para cada proceso cuando se determine alguna desviación
PCC 4 Desinfección con luz UV	Supervivencia de microorganismos	Control de las condiciones de las lámparas UV	Potencia alrededor de 30 W	Intensidad de rayos UV	Verificación visual del estado	Encargado de la fase de depuración	Semanal	-Corregir el estado de las lámparas o cambiarlas. -Identificar el producto afectado y volver a depurar.	Semanalmente o para cada proceso cuando se determine alguna desviación
		Analizar la concentración de bacterias en el agua luego de la desinfección	Menor o igual a 230 NMP/100 ml de agua para coliformes totales y menor o igual a 43 NMP/100 ml de agua para coliformes fecales (Cumplimiento al 90%)	Concentración de coliformes totales y fecales	Determinación por la técnica de diluciones en tubo múltiple	Analista(s) del laboratorio	Semanal	-Corregir el estado de las lámparas o cambiarlas. -Identificar el producto afectado y volver a depurar.	Mensualmente o para cada proceso cuando se determine alguna desviación

PCC 5 Almacenamiento	Proliferación de microorganismos sobrevivientes	Almacenamiento en refrigeración	Temperatura entre 4 °C a 10 °C	Temperatura	Termómetro	Encargado del almacenamiento	Diario	-Identificar el producto afectado y volver a depurar o retirar el producto de la distribución. -Investigar las causas de la desviación.	Mensualmente o diariamente cuando se determine alguna desviación
-------------------------	---	---------------------------------	--------------------------------	-------------	------------	------------------------------	--------	--	--

La documentación y registros para el sistema de HACCP estará compuesto de la siguiente manera:

1. Diseño del sistema de HACCP

Donde se presentará la ficha técnica del producto, el diagrama de flujo del proceso de depuración y un resumen del análisis de peligros y el establecimiento de los puntos críticos de control.

2. Plan HACCP

En este documento se presentará el plan HACCP obtenido de acuerdo a los PCC establecidos.

3. Registro de control de los PCC

Este constará de formularios para registrar los resultados de los procedimientos de vigilancia, los parámetros medidos, las desviaciones encontradas y las medidas correctivas aplicadas (véase apéndice D).

4. Registro de verificación

Donde se recopilará todos los reportes realizados para los respectivos procedimientos de verificación.

Los sistemas de HACCP son de suma importancia para cualquier planta procesadora de productos alimenticios y su implementación es especialmente recomendada para aquellas dedicadas al manejo y suministro de bivalvos (Seafish, 2009). La validación del presente sistema de HACCP deberá realizarse cuando el sistema de depuración y los demás procesos se encuentren en funcionamiento. En dicha instancia, se verificará realmente el funcionamiento del sistema, su ajuste al proceso de depuración y su eficacia para optimizar el control de la calidad e inocuidad del producto final.

### **3.4 Factibilidad del proyecto**

La inversión inicial para el presente proyecto se encuentra detallada en la tabla 3.11, en donde se muestran los costos provenientes del sistema de depuración, del laboratorio microbiológico y del costo eléctrico de ambos espacios, dando como resultado que la inversión del proyecto es de \$404 398.75, el cual puede ser costado por capital propio o por préstamo bancario. En el presente proyecto se va a evaluar por capital propio.

**Tabla 3.11. Descripción de los costos de la inversión del proyecto.**

<b>Costo inversión</b>	<b>\$</b>	<b>Total</b>
<u>Costo mecánico</u>		\$ 35,859.17
Por descripción de tubería	\$ 988.30	
Por Bombas y filtros	\$ 18,462.41	
Por pintura	\$ 7,152.83	
Por Hormigon	\$ 9,255.63	
<u>Costo eléctrico</u>		\$ 257,818.70
Por operación mecánica	\$ 22,118.40	
Por operación sistemática	\$ 88,700.30	
Por planta fotovoltaica	\$ 140,000.00	
Celda de distribución	\$ 7,000.00	
<u>Costo de laboratorio</u>		\$ 110,720.88
Por equipos e insumos	\$ 110,720.88	
		<b>\$ 404,398.75</b>

Para la presente evaluación se analizaron dos situaciones, un sistema de depuración que tenga apoyo de una planta fotovoltaica y la otra, el sistema de depuración sin apoyo de una planta fotovoltaica. La inversión inicial aumenta un 57% si se le aumenta la planta fotovoltaica como se puede observar en la tabla 3.12. Sin embargo, aumentar la planta fotovoltaica junto con su celda de distribución va a permitir que el sistema siga funcionando a pesar de que se vaya la energía eléctrica.

**Tabla 3.12. Costos de inversión considerando diferentes situaciones.**

Costos totales con planta fotovoltaica	\$404 398.75
Costos totales sin planta fotovoltaica	\$257 398.75

En la tabla 3.13 es posible apreciar el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) obtenidos para el sistema de depuración con planta fotovoltaica y sin la planta fotovoltaica, con los datos recopilados hasta el momento que se encuentra en el Apéndice E y Apéndice F. El caso en el cual se construya un sistema de depuración con planta fotovoltaica, se tendría un VAN y un TIR mayor, lo cual indica una mayor rentabilidad. Sin embargo, es importante apreciar que el VAN y el TIR del sistema sin planta fotovoltaica también son positivos, indicando que es rentable. Esta diferencia se da por el ahorro de energía que se daría en el caso 1, pero como se mencionó anteriormente, el capital que se debe tener es mucho mayor, por lo cual podría implementarse después de un periodo de tiempo luego de que el sistema se encuentre en funcionamiento.

**Tabla 3.13. Rentabilidad del proyecto analizando el VAN y el TIR de cada situación.**

	Sin planta fotovoltaica	Con planta fotovoltaica
<b>VAN</b>	\$2 628 053.06	\$3 718 511.35
<b>Tasa de descuento</b>	15%	15%
<b>TIR</b>	55%	96%

Los datos usados para obtener la rentabilidad permitieron conocer que para el caso 1, se podría recuperar la inversión y obtener ganancias en el tercer año de funcionamiento del sistema (Tabla 3.14). Mientras que, para el caso 2, sin planta fotovoltaica, durante los primeros 5 años de funcionamiento aún no se recupera la inversión (Tabla 3.15).

**Tabla 3.14. Periodo de recuperación para el caso 1 (sistema de depuración con planta fotovoltaica)**

Periodo de recuperación de inversión (PRI)				
Año	Saldo de inversión	Flujo anual	Rentabilidad exigida	Recuperación de inversión
1	\$ 1,606,415.30	\$ 1,634,180.69	\$ 80,320.77	\$ 1,553,859.92
2	\$ 52,555.38	\$ 1,572,511.03	\$ 2,627.77	\$ 1,569,883.26
3	\$ -1,517,327.88	\$ 1,572,511.03	\$ -75,866.39	\$ 1,648,377.42
4	\$ -3,165,705.30	\$ 1,572,511.03	\$ -158,285.27	\$ 1,730,796.29
5	\$ -4,896,501.60	\$ 1,572,511.03	\$ -244,825.08	\$ 1,817,336.11

**Tabla 3.15. Periodo de recuperación para el caso 2 (sistema de depuración sin planta fotovoltaica)**

Periodo de recuperación de inversión (PRI)				
Año	Saldo de inversión	Flujo anual	Rentabilidad exigida	Recuperación de inversión
1	\$ 2,459,415.30	\$ 1,563,343.19	\$ 122,970.77	\$ 1,440,372.43
2	\$ 1,019,042.88	\$ 1,501,673.53	\$ 50,952.14	\$ 1,450,721.39
3	\$ -431,678.51	\$ 1,501,673.53	\$ -21,583.93	\$ 1,523,257.46
4	\$ -1,954,935.97	\$ 1,501,673.53	\$ -97,746.80	\$ 1,599,420.33
5	\$ -3,554,356.30	\$ 1,501,673.53	\$ -177,717.81	\$ 1,679,391.34

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El sistema de depuración de moluscos bivalvos es un proyecto que traería varios beneficios a nivel social, económico y ambiental, debido a que permitirá cumplir con las normas sanitarias y comercializar con países como Estados Unidos de América y los de la Unión Europea. Permitirá mejorar la calidad de vida de las personas asociadas al recurso concha prieta, debido a que dispondrían de un ingreso más estable. Contribuirá a resguardar la salud de los consumidores de este producto, además de disminuir gastos hospitalarios y/o pérdidas monetarias por faltas al trabajo. Finalmente, se podrá aportar a la conservación del manglar que produce este valioso recurso.

### 4.1 Conclusiones

- ✓ La provincia de Esmeraldas es la que tiene una mayor producción de concha prieta en el Ecuador, seguida por El Oro y finalmente Guayas. El porcentaje de los consumidores y la cantidad de veces del consumo de la concha prieta incrementaría si es que se les certificaba que no se iban a enfermar por su consumo, ya que estarían dispuestos a consumirlas más seguidos, probar diferentes platos o volver a consumirlas.
- ✓ Se diseñó un laboratorio microbiológico basado en las pautas y recomendación de guías de referencia existentes, para cumplir con las características de diseño de laboratorios básicos de nivel 1. El laboratorio se encuentra equipado con los materiales y equipos necesarios para llevar a cabo los análisis microbiológicos requeridos de los moluscos bivalvos. Dichos análisis son indispensables para certificar que el sistema de depuración se encuentra funcionando adecuadamente, además de que permitirán evidenciar el cumplimiento de las normas sanitarias establecidas y garantizar la inocuidad de los productos depurados.
- ✓ Se diseñó un sistema de HACCP basado en 5 puntos críticos de control, para los cuales se establecieron límites críticos, procedimientos de vigilancia, medidas correctivas, procedimientos de verificación y un sistema de registro. El sistema de HACCP permitirá el control y la eliminación de

los riesgos que afectan a la inocuidad desde el proceso de depuración, en lugar de basarse únicamente en los controles de calidad del producto final; por lo cual, contribuirá a maximizar la seguridad de las conchas y se disminuirá el riesgo de ofrecer productos potencialmente peligrosos para la salud.

- ✓ Finalmente, con los datos recolectados hasta el momento se puede concluir que el proyecto es rentable, ya sea con la planta fotovoltaica o sin ella, debido a que los TIR y VAN calculados fueron positivos.

## 4.2 Recomendaciones

- En el caso de las encuestas realizadas a nivel nacional, es recomendable a incluir a más personas para no tener sesgos y tener una muestra más fiable. Además, para tener datos actualizados sobre la producción de la concha prieta a nivel nacional en las tres provincias.
- Se recomienda hacer los ajustes respectivos al diseño del laboratorio, una vez se disponga de la ubicación para su levantamiento, tomando en cuenta el área disponible, las condiciones del terreno y los factores ambientales. De igual manera, una vez implementado el laboratorio, es recomendable la elaboración de un manual de los criterios microbiológicos y las metodologías de análisis elegidas para los moluscos bivalvos, así como de cualquier otro control microbiológico que se agregue al proceso.
- Una vez el sistema de depuración se encuentre en funcionamiento, se recomienda realizar la validación y las modificaciones del caso para el sistema de HACCP. Para esto, un nuevo análisis de peligros podría ser necesario, con el fin de identificar los posibles riesgos ignorados o subestimados durante el presente diseño teórico.
- Se recomienda realizar un diagnóstico sobre el cumplimiento de las respectivas normas de higiene en la planta de depuración, una vez esta se encuentre en funcionamiento. Este estudio, además de ser un prerrequisito para la implementación del sistema de HACCP, permitirá identificar las posibles falencias de higiene y bioseguridad que podrían comprometer la calidad del producto.

# Bibliografía

- Abreu, A., Rigotto, C., Moresco, V., Kleemann, C., Teixeira, A., Polil, . . . Monte, C. (2012). The depuration dynamics of oysters (*Crassostrea gigas*) artificially contaminated with hepatitis A virus and human adenovirus. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, 107(1), 11-17. doi:<https://doi.org/10.1590/S0074-02762012000100002>
- Aguilera Díaz, A. (2017). El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas. *Cofin Habana*, 11(2), 322-343.
- Alam, K., & Mahal, A. (2014). Economic impacts of health shocks on households in low and middle income countries: a review of the literature. *Global Health*, 10(21). doi:<https://doi.org/10.1186/1744-8603-10-21>
- Alarcón, I. (2019, agosto 18). *Aguas servidas, un riesgo para los ríos del país*. El Comercio. <http://www.elcomercio.com/tendencias/aguas-servidas-riesgo-rios-ecuador.html>
- Amoroso, M. L. (2020). Accumulation and Depuration Kinetics of Rotavirus in Mussels Experimentally Contaminated. *Food Environmental Virology*, 12, 48-57. doi:<https://doi.org/10.1007/s12560-019-09413-0>
- Anacleto, P., Maulvault, A., Nunes, M., Carvalho, M., & Rui, R. (2015). Effects of depuration on metal levels and health status of bivalve molluscs. *Food Control*, 47, 493-501. doi:10.1016/j.foodcont.2014.07.055
- Análisis de mercado: Contenido y objetivo | OBS Business School*. (s. f.). Recuperado 24 de noviembre de 2020, de <https://obsbusiness.school/es/blog-investigacion/direccion-general/analisis-de-mercado-contenido-y-objetivo>
- Andrews, W., Wang, H., Jacobson, A., Ge, B., Zhang, G., & Hammack, T. (2020, julio 20). *BAM Chapter 5: Salmonella | FDA*. FDA. <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-5-salmonella#Isol>

- Barile, N., Scopa, M., Nerone, E., Mascilongo, G., Recchi, S., Cappabianca, S., & Antonetti, L. (2009). Study of the efficacy of a closed cycle depuration system on bivalves molluscs. *Veterinaria Italiana*, 45(4), 555-566. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20391418/>
- Boletín técnico APA 2017.pdf*. (s. f.). Recuperado 14 de noviembre de 2020, de [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas\\_Ambientales/Municipios\\_2017/Agua\\_potable\\_alcantarillado-2017/Boletin%20tecnico%20APA%202017.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2017/Agua_potable_alcantarillado-2017/Boletin%20tecnico%20APA%202017.pdf)
- Bouchet, P., Lozouet, P., Maestrati, P., & Heros, V. (2002). Assessing the magnitude of species richness in tropical marine environments: exceptionally high numbers of molluscs at a New Caledonia site. *Biological Journal of the Linnean Society*, 75(4), 421-436. doi:10.1046/j.1095-8312.2002.00052.x
- Brown, L. O. (1955). *Comercialización y Análisis del Mercado*. IICA Biblioteca Venezuela.
- Budiawan, B., Arif, R., Asrini, M., & Bakri, R. (2018). Effect of depuration treatment and analysis of heavy metals content (Hg and Pb) on green mussels (*Perna viridis*) culture in Jakarta Bay waters. *AIP Conf. Proc.* doi:<https://doi.org/10.1063/1.5064071>
- Calispa, A. (2018). *Cría en cautiverio de concha prieta (Anadara tuberculosa – Anadara similis) en el Estuario del Río Portoviejo y el estuario del Río Chone para fortalecer los medios de vida tradicionales comunitarios, en los cantones Portoviejo, Sucre y San Vicente*.
- Carpio, E. P., Soto, M. E. M., Díaz, A. M., Armijos, C. C., Minuche, P. R., Reyes, J. C., & Monroy, C. R. (2020). IMPORTANCIA DE LA PRODUCCIÓN DE LA CONCHA PRIETA (*Anadara tuberculosa*) EN LAS COSTAS ECUATORIANAS. *Revista ESPAMCIENCIA ISSN 1390-8103*, 11(1), 34-46.

- CDC. (Noviembre de 2013). *Illness-Causing Bacteria, Parasites and Viruses in Fish, Shellfish and Water*. Obtenido de <http://www.bccdc.ca/resource-gallery/Documents/Educational%20Materials/EH/FPS/Fish/Illness-Causing%20Bacteria%20and%20Viruses%20Nov13.pdf>
- Codex Alimentarius. (2004). *Principios Generales de Higiene de los Alimentos*. OMS.
- CODEX, & INEN. (2008). *Norma para los moluscos bivalvos vivos y los moluscos bivalvos crudos (CODEX STAN 292-2008, MOD)*. CODEX 2008. [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_2729.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2729.pdf)
- Comisión Europea. (2015). *REGLAMENTO (UE) 2015/2285 DE LA COMISIÓN - de 8 de diciembre de 2015—Que modifica el anexo II del Reglamento (CE) no 854/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen normas específicas para la organización de controles oficiales de los productos de origen animal destinados al consumo humano, por lo que se refiere a determinados requisitos para los moluscos bivalvos, los equinodermos, los tunicados y los gasterópodos marinos vivos, así como el anexo I del Reglamento (CE) no 2073/2005, relativo a los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios*. 3.
- Cuesta, A. (2005). *GUÍA PARA LA ACREDITACION DE LABORATORIOS DE MICROBIOLOGÍA DE ALIMENTOS*. [http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP\\_FaoRlc/old/prior/comagric/codex/ria3014/pdf/4-biolo.pdf](http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/comagric/codex/ria3014/pdf/4-biolo.pdf)
- Delgado, D. (2018). *Niveles de coliformes totales y Escherichia coli en Anadara tuberculosa y Anadara similis en el Recinto El Morro, provincia del Guayas*. Tesis para la obtención del título de Ingeniería Ambiental, Universidad de Guayaquil,

- Facultad de Ciencias Naturales, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/29451/1/Dayana%20Delgado.pdf>
- El-Gamal, M. (2011). The effect of depuration on heavy metals, petroleum, hydrocarbons, and microbial contamination levels in *Paphia undulata* (Bivalvia: Veneridae). *Czech J. Anim. Sci.*, 56(8), 345–354. doi:10.17221/2395-CJAS
- Escóbar Llanos, J. (2002). *La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar*. CEPAL, División de Recursos Naturales e Infraestructura.
- FAO. (1997). *Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) y directrices para su aplicación*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/Y1579S/y1579s03.htm>
- FAO. (2010). *Depuración de bivalvos: Aspectos fundamentales y prácticos*. Roma: ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN.
- FAO. (2015). *Normativa Técnica Sanitaria Unificada para alimentos procesados, plantas procesadoras de alimentos, establecimientos de distribución, comercialización, transporte de alimentos y establecimientos de alimentación colectiva*. Obtenido de FAO: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu165821.pdf>
- FAO. (2018). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos del desarrollo sostenible*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO. (2020). *El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura. La sostenibilidad en acción*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FSA. (2020). *Shellfish Classification*. Obtenido de Food Standards Agency: <https://www.food.gov.uk/business-guidance/shellfish-classification>

- Feng, P., Weagant, S., Grant, M., & Burkhardt, W. (2020, octubre 9). *BAM Chapter 4: Enumeration of Escherichia coli and the Coliform Bacteria | FDA*. FDA.  
<https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-4-enumeration-escherichia-coli-and-coliform-bacteria#1st-mug>
- Giribet, G. (2008). *Bivalvia: Phylogeny and Evolution of the Mollusca*. California: Berkeley.
- González Arteaga, C. E., & González Arteaga, H. Y. (2016). Evaluación química y microbiológica de la playa de “los esteros” en la ciudad de Manta. *La Granja*, 23(1).  
<https://doi.org/10.17163/lgr.n23.2016.05>
- Gosling, E. (2015). *Marine Bivalve Molluscs* (2 ed.). Irlanda: Wiley.
- Halliday, M., Kang, L., Zhou, T., Hu, M., Pan, Q., Fu, T., . . . Hu, S. (1991). An epidemic of hepatitis A attributable to the ingestion of raw clams in Shanghai, China. *J. Infect. Dis.*, 164(5), 852-859. doi:10.1093/infdis/164.5.852
- Hidalgo-Villon, A., Arévalo-Castro, O., & Carreño-Rosario, H. (2020). Contaminación por Coliformes Totales y Escherichia Coli en Concha (Anadara Tuberculosa y Anadara Similis) en Jambelí, El Oro, Ecuador. *INVESTIGATIO*, 14, 1-11.  
doi:<https://doi.org/10.31095/investigatio.2020.14.1>
- IPIAP Ecuador. (2020, octubre 21). *WEBINAR ACTIVIDADES PRODUCTIVAS E INVESTIGATIVAS ASOCIADAS A BIODIVERSIDAD DÍA 1*.  
<https://www.youtube.com/watch?v=HofUdfgBRQo>
- ISO 6579-1. (2017). *ISO 6579-1:2017(en), Microbiology of the food chain—Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of Salmonella—Part 1: Detection of Salmonella spp.* <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:6579:-1:ed-1:v1:en>

- ISO 16649. (2017). *ISO 16649-3:2015(en), Microbiology of the food chain—Horizontal method for the enumeration of beta-glucuronidase-positive Escherichia coli—Part 3: Detection and most probable number technique using 5-bromo-4-chloro-3-indolyl-β-D-glucuronide*. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:16649:-3:ed-1:v2:en>
- Iwamoto, M., Ayers, T., Mahon, B., & Swerdlow, D. (2010). Epidemiology of Seafood-Associated Infections in the United States. *Clinical Microbiology Review*, 23(2), 399-411. doi:10.1128/CMR.00059-09
- Lee, R., Lovatelli, A., Ababouch, L., & Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2010). *Depuración de bivalvos: Aspectos fundamentales y prácticos*.
- Lees, D., Younger, A., & Dore, B. (2010). Depuration and relaying. *Safe Mangement of Shellfish and Harvest Waters*, 145-181.
- Maiti, S., & Chowdhury, A. (2013). Effects of Anthropogenic Pollution on Mangrove Biodiversity: A Review. *Journal of Environmental Protection*, 04, 1428-1434. <https://doi.org/10.4236/jep.2013.412163>
- Mangrove forests—What you should know about these forests*. (s. f.). The Mangrove Alliance. Recuperado 13 de noviembre de 2020, de <http://www.mangrovealliance.org/mangrove-forests/>
- Martinez-Albores, A., Lopez-Santamarina, A., Rodriguez, J., Ibarra, I., Mondragón, A., Miranda, J., . . . Cedepa, A. (2020). Complementary Methods to Improve the Depuration of Bivalves: A Review. *Foods*, 9(2), 129. doi:10.3390/foods9020129
- Mendoza, O., & Alvitres, V. (2015). Crecimiento y supervivencia de *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) a tres densidades. *Manglar*, 12(1), 55-64. Obtenido de <https://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/35>

- Montiel, M., García, Y., Severeyn, H., & Morales, F. (2009). Depuración bacteriana y física de la almeja *Polymesoda Solida* a pequeña escala. *Rev. Cient.*, 19(5), 533-538. Obtenido de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-22592009000500014&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592009000500014&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Morton, B. (13 de Febrero de 2020). *Bivalves: Class of molluscs*. Obtenido de Britannica: <https://www.britannica.com/animal/bivalve>
- Nappier, S., Graczyk, T., & Schwab, K. (2008). Bioaccumulation, Retention, and Depuration of Enteric Viruses by *Crassostrea virginica* and *Crassostrea ariakensis* Oysters. *Applied and Environmental Microbiology*, 74(22), 6825-6831. doi:10.1128/AEM.01000-08
- OMS. (2005). *Manual de Bioseguridad en el Laboratorio* (Tercera ed.). Ginebra: Organización Mundial de la Salud.
- Pawiro, S. (2010). Bivalves: Global production and trade trends. *Safe Management of Shellfish and Harvest Waters*.
- Pernia, B., Mero, M., Cornejo, X., & Zambrano, J. (2019). *IMPACTOS DE LA CONTAMINACIÓN SOBRE LOS MANGLARES DE ECUADOR* (p. [manglaresdeamerica.com/index.php/ec/issue/view/2](http://manglaresdeamerica.com/index.php/ec/issue/view/2)).
- Polo, D., Álvarez, C., Díez, J., Darriba, S., Longa, A., & Romaldea, J. (2014). Viral elimination during commercial depuration of shellfish. *Food Control*, 43, 206-212. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.03.022>
- Polo, D., Alvarez, C., Vilariño, M., Longa, A., & Romalde, J. (2014). Depuration kinetics of hepatitis A virus in clams. *Food Microbiology*, 39, 103-107. doi:<https://doi.org/10.1016/j.fm.2013.11.011>

- Potasman, I., Paz, A., & Odehm, M. (2002). Infectious Outbreaks Associated with Bivalve Shellfish Consumption: A Worldwide Perspective. *Clinical Infectious Diseases*, 35(8), 921-928. doi:<https://doi.org/10.1086/342330>
- Prado-Carpio, E., Martínez-Soto, E., Morris Díaz, A., Castro-Armijos, C., Renteria, P., Coronel-Reyes, J., & Rodríguez, C. (2020). Importancia de la producción de la concha prieta (*Anadara tuberculosa*) en la costa ecuatoriana. *ESPAMCIENCIA*, 11(1), 34-46. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/343254272\\_THE\\_IMPORTANCE\\_OF\\_THE\\_PRODUCTION\\_OF\\_BLACK\\_SHELL\\_Anadara\\_tuberculosa\\_ON\\_THE\\_EC\\_UADORIAN\\_COAST\\_Informacion\\_del\\_articulo](https://www.researchgate.net/publication/343254272_THE_IMPORTANCE_OF_THE_PRODUCTION_OF_BLACK_SHELL_Anadara_tuberculosa_ON_THE_EC_UADORIAN_COAST_Informacion_del_articulo)
- Prado-Carpio, E., Martínez-Soto, M., Rodriguez-Monroy, C., Núñez-Guerrero, Y., Quiñonez-Cabeza, M., Nazareno-Veliz, I., & Castillo-Cabeza, N. (2020). Descripción de la cadena de producción del molusco bivalvo concha prieta "*Anadara tuberculosa*". *Engineering, Integration, and Alliances for a Sustainable Development*. Buenos Aires: EasyChair Preprint.
- Pretell, K. (2016). *Identificación de bacterias cultivables y no cultivables procedentes de la sangre y el tracto digestivo de reproductores de concha negra Anadara tuberculosa*. Tesis para optar el grado de Magister en Ciencias con mención en: Biotecnología Molecular, Universidad Nacional de Tumbes, Escuela de Posgrado, Tumbes. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12390/200>
- Rendón, M., Suárez, E., & Mejía, M. (2009). Manejo Sustentable Y Comercialización De Concha Prieta En Cautiverio En Puerto El Morro (Provincia Del Guayas), Para Su Exportación Hacia España. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/28792642\\_Manejo\\_Sustentable\\_Y\\_Co](https://www.researchgate.net/publication/28792642_Manejo_Sustentable_Y_Co)

mercionalizacion\_De\_Concha\_Prieta\_En\_Cautiverio\_En\_Puerto\_El\_Morro\_Provincia\_Del\_Guayas\_Para\_Su\_Exportacion\_Hacia\_Espana

- Rice, M. (2001). Environmental Impacts of Shellfish Aquaculture: Filter Feeding to Control Eutrophication. *Marine Aquaculture and the Marine Environment: A Meeting for the Stakeholders in the Northeast*. Boston: Cape Cod Press.
- Savini, G., Casaccia, C., Barile, N., Paoletti, M., & Pinoni, C. (2009). Norovirus in bivalve molluscs: a study of the efficacy of the depuration system. *Veterinaria Italiana*, 45(4), 535-539. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Chiara\\_Pinoni/publication/43136383\\_Norovirus\\_in\\_bivalve\\_molluscs\\_A\\_study\\_of\\_the\\_efficacy\\_of\\_the\\_depuration\\_system/links/02e7e53980c61c3fa1000000/Norovirus-in-bivalve-molluscs-A-study-of-the-efficacy-of-the-depuration-s](https://www.researchgate.net/profile/Chiara_Pinoni/publication/43136383_Norovirus_in_bivalve_molluscs_A_study_of_the_efficacy_of_the_depuration_system/links/02e7e53980c61c3fa1000000/Norovirus-in-bivalve-molluscs-A-study-of-the-efficacy-of-the-depuration-s)
- Sanchez, J. D. (2015, mayo 10). *OPS/OMS | El sistema HACCP: Los siete principios*. Pan American Health Organization / World Health Organization. [https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=10913:2015-sistema-haccp-siete-principios&Itemid=41452&lang=es](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10913:2015-sistema-haccp-siete-principios&Itemid=41452&lang=es)
- Seafish. (2009). *HACCP guidelines for bivalve dispatch and purification centres*. Grimsby: Seafish.
- SGS. (2015). *The economic impacts of pathogens in food products*. Obtenido de <https://www.sgs.com/en/news/2015/07/the-economic-impact-of-pathogens-in-food-products>
- Sorroza, L., Velazquez, P., Santacruz, R., Echeverría, E., Yáñez, M., & Solano, G. (2018). Reducción de la carga bacteriana de la concha negra *Anadara tuberculosa* para consumo humano. *Espacios*, 39(45), 34-40. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/331212546\\_DisminucionReduccion\\_de](https://www.researchgate.net/publication/331212546_DisminucionReduccion_de)

\_la\_carga\_bacteriana\_en\_la\_concha\_negra\_Anadara\_tuberculosa\_para\_consu  
mo\_humano\_Reducing\_bacterial\_load\_in\_Anadara\_tuberculosa\_for\_human\_co  
nsumption\_Contenido

Vega, L., Marín, C., Pacheco, O., & Zuñiga, C. (2013). Preliminary assessment of small scale bacterial depuration of *Crassostrea gigas* and *Anadara* spp., Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Rev. Mar. Cost.*, 5, 107-117. doi:10.15359/revmar.10-5.7

Vera, A., & Villalón, M. (2005). La Triangulación entre Métodos Cuantitativos y Cualitativos en el Proceso de Investigación. *Ciencia & Trabajo*.  
<http://www.uprh.edu/elopez/13%20Triangulacion.pdf>

# Apéndices

## Apéndice A

### Preguntas para la entrevista a representantes de las asociaciones pesqueras de la costa ecuatoriana.

- ¿La comunidad tiene servicio de luz, agua potable, internet, alcantarillado?
- ¿cuántas hectáreas corresponden a su asociación?
- ¿Cuántas personas se encuentran registradas en la asociación?
- De los \_\_\_ pescadores, ¿Cuántos se dedican a la pesca de concha prieta? ¿Hay alguna mujer que se dedique a la pesca de concha?
- Aproximadamente ¿Cuánto es el promedio de conchas prietas pescadas por día?
- ¿Cuántas horas al día le dedican a esta actividad? ¿Lo realizan todos los días?
- ¿Cuál es el destino final de dichas conchas? (Consumo propio, venta)
- ¿Existe una época en el año que no se pesque concha prieta?
- ¿En qué época del año se extrae una mayor cantidad de concha prieta? ¿Una menor cantidad de concha prieta?
- ¿Ha visto algún cambio en la abundancia de la concha prieta en estos últimos años?
- Las conchas pescadas, ¿cómo se venden? ¿A cuánto? ¿En dónde?
- Considera que hay alguna fuente de contaminación (i.e. desechos de comunidad, desechos industriales como fertilizantes o pesticidas, plástico, descargas de camaroneras)
- ¿Ha escuchado sobre enfermedades asociadas al consumo de concha?
- ¿Conoce el término depuración de concha?

## Apéndice B

### Preguntas para los posibles consumidores de la concha prieta (*Anadara tuberculosa*)

1.- Elija el género con el que se identifica

- Femenino
- Masculino
- Otros

2.- ¿Cuál es su edad?

- 18-28 años
- 29-40 años
- 40-50 años
- Mayores a 50 años

3.- Escoja la provincia en donde reside

4.- ¿Le gusta comer concha prieta (*Anadara tuberculosa*)? Si la respuesta es NO, diríjase a la pregunta 8.

5. ¿Cada cuánto consume conchas?

- 2-4 veces al mes
- 1 vez al mes
- 1 vez cada dos meses
- 2 veces cada tres meses
- 1 vez al año
- 2-4 veces al año

6. ¿Cuánto gasta aproximadamente en cada consumo de conchas?

- Hasta \$20
- \$20-\$40
- Más de \$40

7. ¿Cree usted haberse enfermado alguna vez por consumir concha?

- Sí
- No

8. ¿Por qué no consume concha?

- No la ha probado
- Tiene miedo a enfermarse
- La ha probado y no le ha gustado
- Es caro
- Prefiere otros platos

9. Escoja las opciones sobre qué haría si le certifican que no se va a enfermar por el consumo de la concha prieta.

- Probaría algún plato de concha prieta
- Seguiría sin probar
- Otros

## Apéndice C

### Requerimientos adicionales de diseño para el laboratorio microbiológico

#### Características de diseño del laboratorio microbiológico nivel 1 (OMS, 2005)

1	El espacio debe ser suficiente para la realización del trabajo de laboratorio, la limpieza y el mantenimiento.
2	Las superficies para las paredes y los suelos serán lisas, resistentes a los químicos y los desinfectantes, impermeables y fáciles de limpiar.
3	Las superficies de trabajo deben ser resistentes a ácidos, soluciones alcalinas, disolventes, desinfectantes y al calor.
4	La iluminación debe ser adecuada para la realización del trabajo, evitándose los reflejos.
5	El mobiliario debe ser resistente y se debe distribuir para facilitar la limpieza, dejando espacios entre mesas y debajo de ellas.
6	El espacio debe ser suficiente para almacenar los artículos y materiales de uso común, evitándose la aglomeración sobre mesas de trabajo.
7	Debe existir un espacio seguro destinado al almacenamiento de material radioactivo, disolventes, soluciones con producción de gases, entre otros reactivos peligrosos.
8	Los lugares donde se guardará la ropa y objetos personales de los trabajadores del laboratorio, deben encontrarse fuera de las zonas de trabajo.
9	Los lugares destinados para comer, beber y descansar, se encontrarán fuera de las zonas de trabajo.
10	De ser posible, en cada sala habrá fregaderos con agua corriente (mientras más mejor).
11	Las puertas deben disponer de protección contra el fuego y cerrarse automáticamente.
12	Se dispondrá de una autoclave para la esterilización del material del laboratorio.
13	Los sistemas de seguridad deberán de disponer de protección contra incendios, duchas y lavado de ojos.
14	Se debe disponer de salas de primeros auxilios de fácil accesibilidad.
15	Se deberá disponer de ventilación mecánica para la introducción de aire del exterior, de lo contrario, abrir las ventanas y también será aceptable.
16	Es necesario un suministro de agua de buena calidad destinada a las operaciones del laboratorio.
17	Es necesario un suministro de electricidad seguro e iluminación de emergencia.
18	Se dispondrá de un suministro seguro de gas, con mantenimiento constante.

## Apéndice D

### Formularios de seguimiento para el control de los PCC

**Tabla D1. Formulario para el control de la recepción de moluscos**

<b>Registro 1. Control de la recepción de moluscos</b>				
Fecha y hora de recepción	Nombre del recolector	Cantidad de moluscos	Zona de recolección	Resultados microbiológicos
En caso de alguna desviación:				
Descripción de la desviación			Descripción de las medidas correctivas efectuadas	
Nombre del responsable			Firma	

**Tabla D2. Formulario para el control de la fase de depuración**

<b>Registro 2. Control de la fase de depuración</b>					
Nº de tanque:					
Fecha y hora de inicio de la depuración	Velocidad de circulación del agua	Temperatura del agua	Oxígeno disuelto	Salinidad	Fecha y hora de término de la depuración
En caso de alguna desviación:					
Descripción de la desviación			Descripción de las medidas correctivas efectuadas		
Nombre del responsable			Firma		

**Tabla D3. Formulario para el control de la filtración**

<b>Registro 3. Control de la filtración</b>	
Nº de tanque:	Fecha y hora de revisión:
En caso de alguna desviación:	
Descripción de la desviación	Descripción de las medidas correctivas efectuadas
Nombre del responsable	Firma

**Tabla D4. Formulario para el control de la desinfección con luz UV**

<b>Registro 4. Control de la desinfección con luz UV</b>		
<b>Nº de tanque:</b>	<b>Fecha y hora de revisión:</b>	<b>Intensidad de luz:</b>
En caso de alguna desviación:		
<b>Descripción de la desviación</b>	<b>Descripción de las medidas correctivas efectuadas</b>	
<b>Nombre del responsable</b>	<b>Firma</b>	

**Tabla D5. Formulario para el control del almacenamiento**

<b>Registro 5. Control del almacenamiento</b>			
<b>Código del lote de moluscos</b>	<b>Fecha y hora de entrada al almacenamiento</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Fecha y hora de salida del almacenamiento</b>
En caso de alguna desviación:			
<b>Descripción de la desviación</b>	<b>Descripción de las medidas correctivas efectuadas</b>		
<b>Nombre del responsable</b>	<b>Firma</b>		

## Apéndice E

### Flujo con planta y celda Autores: Ariana Asanza y Nicole Zambrano

Año	0	1	2	3	4	5
Ingresos esperados		\$ 2,764,800.00	\$ 2,764,800.00	\$ 2,764,800.00	\$ 2,764,800.00	\$ 2,764,800.00
costos de producción		\$ -122,248.88	\$ -122,248.88	\$ -122,248.88	\$ -122,248.88	\$ -122,248.88
Costos de laboratorio		\$ -110,720.88	\$ -207,457.60	\$ -207,457.60	\$ -207,457.60	\$ -207,457.60
Utilidad bruta		\$ 2,531,830.24	\$ 2,435,093.52	\$ 2,435,093.52	\$ 2,435,093.52	\$ 2,435,093.52
Gastos adm.		\$ -14,400.00	\$ -14,400.00	\$ -14,400.00	\$ -14,400.00	\$ -14,400.00
Gastos de depreciación equipos		\$ -80,879.75	\$ -80,879.75	\$ -80,879.75	\$ -80,879.75	\$ -80,879.75
Utilidad antes part. Tra		\$ 2,436,550.49	\$ 2,339,813.77	\$ 2,339,813.77	\$ 2,339,813.77	\$ 2,339,813.77
15% Participación tranajadores		\$ -365,482.57	\$ -350,972.07	\$ -350,972.07	\$ -350,972.07	\$ -350,972.07
Utilidad antes de impuestos		\$ 2,071,067.92	\$ 1,988,841.70	\$ 1,988,841.70	\$ 1,988,841.70	\$ 1,988,841.70
Impuesto a la renta (25%)		\$ -517,766.98	\$ -497,210.43	\$ -497,210.43	\$ -497,210.43	\$ -497,210.43
Utilidad neta		\$ 1,553,300.94	\$ 1,491,631.28	\$ 1,491,631.28	\$ 1,491,631.28	\$ 1,491,631.28
depreciación equipos		\$ 80,879.75	\$ 80,879.75	\$ 80,879.75	\$ 80,879.75	\$ 80,879.75
Inversión de equipos	\$ -404,398.75					
Capital de trabajo	\$ -1,202,016.55					
Flujo neto efectivo	\$ -1,606,415.30	\$ 1,634,180.69	\$ 1,572,511.03	\$ 1,572,511.03	\$ 1,572,511.03	\$ 1,572,511.03

## Apéndice F

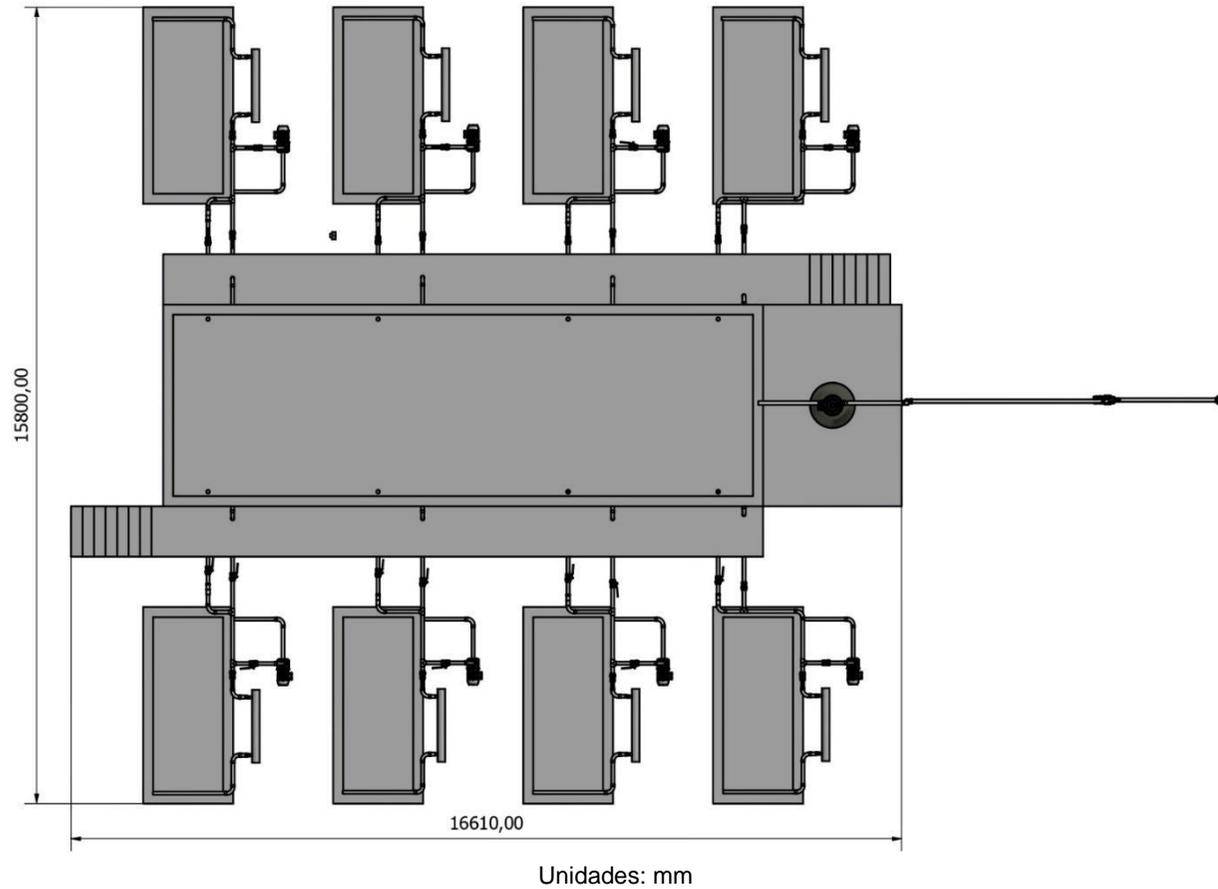
### Flujo sin planta y celda Autores: Ariana Asanza y Nicole Zambrano

Año	0	1	2	3	4	5
Ingresos esperados		\$ 2,764,800.00	\$ 2,764,800.00	\$ 2,764,800.00	\$ 2,764,800.00	\$ 2,764,800.00
costos de producción		\$ -122,248.88	\$ -122,248.88	\$ -122,248.88	\$ -122,248.88	\$ -122,248.88
Costos de laboratorio		\$ -110,720.88	\$ -207,457.60	\$ -207,457.60	\$ -207,457.60	\$ -207,457.60
Utilidad bruta		\$ 2,531,830.24	\$ 2,435,093.52	\$ 2,435,093.52	\$ 2,435,093.52	\$ 2,435,093.52
Servicios básicos		\$ -80,000.00	\$ -80,000.00	\$ -80,000.00	\$ -80,000.00	\$ -80,000.00
Gastos adm.		\$ -28,800.00	\$ -28,800.00	\$ -28,800.00	\$ -28,800.00	\$ -28,800.00
Gastos de depreciación equipos		\$ -51,479.75	\$ -51,479.75	\$ -51,479.75	\$ -51,479.75	\$ -51,479.75
Utilidad antes part. Tra		\$ 2,371,550.49	\$ 2,274,813.77	\$ 2,274,813.77	\$ 2,274,813.77	\$ 2,274,813.77
15% Participación tranajadores		\$ -355,732.57	\$ -341,222.07	\$ -341,222.07	\$ -341,222.07	\$ -341,222.07
Utilidad antes de impuestos		\$ 2,015,817.92	\$ 1,933,591.70	\$ 1,933,591.70	\$ 1,933,591.70	\$ 1,933,591.70
Impuesto a la renta (25%)		\$ -503,954.48	\$ -483,397.93	\$ -483,397.93	\$ -483,397.93	\$ -483,397.93
Utilidad neta		\$ 1,511,863.44	\$ 1,450,193.78	\$ 1,450,193.78	\$ 1,450,193.78	\$ 1,450,193.78
depreciación equipos		\$ 51,479.75	\$ 51,479.75	\$ 51,479.75	\$ 51,479.75	\$ 51,479.75
inversión equipos	\$ -257,398.75					
Capital de trabajo	\$ -2,202,016.55					
Flujo neto efectivo	\$ -2,459,415.30	\$ 1,563,343.19	\$ 1,501,673.53	\$ 1,501,673.53	\$ 1,501,673.53	\$ 1,501,673.53

## Apéndice G

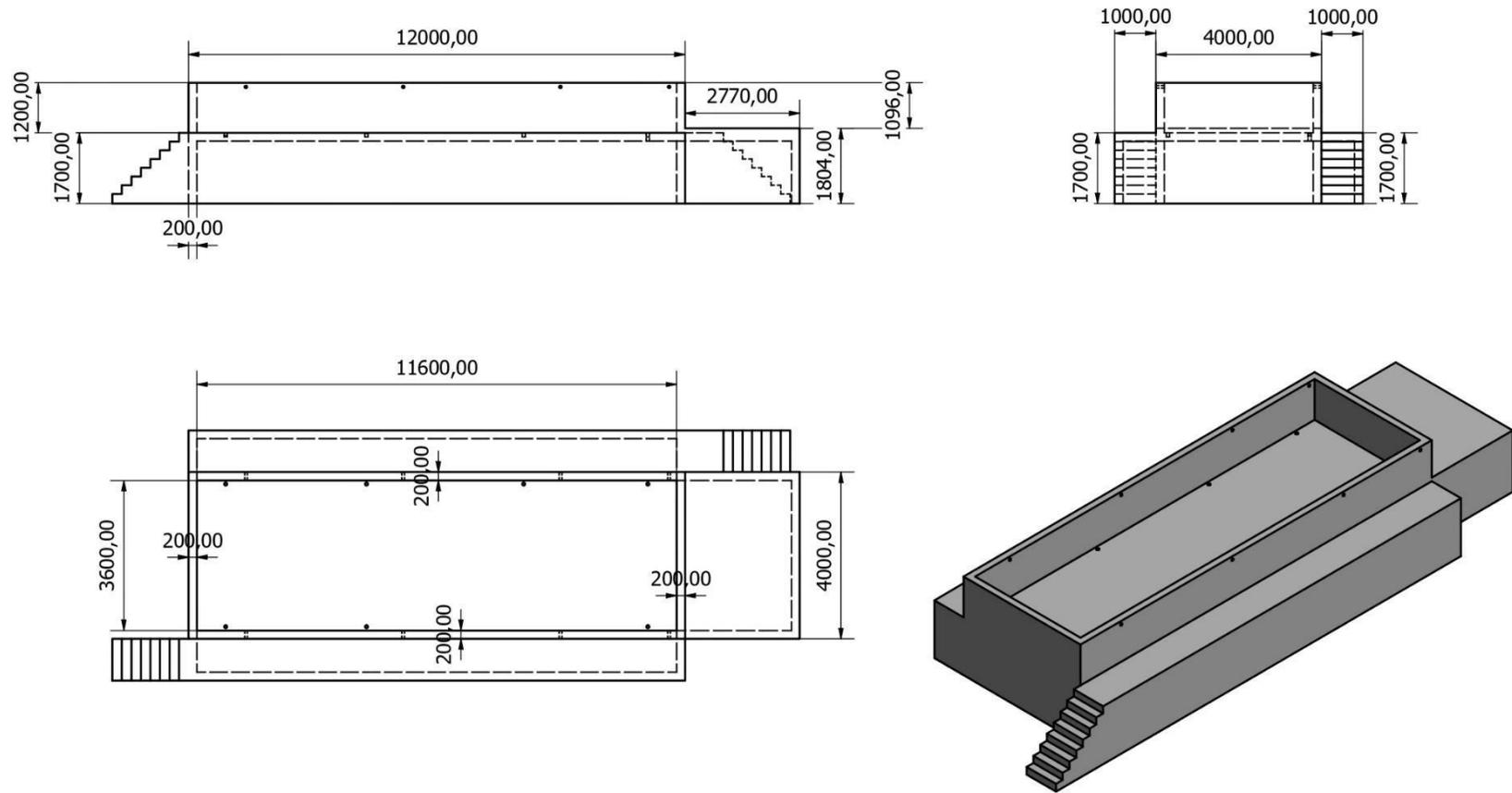
**Figura G1. Sistema de depuración: Ensamblaje de tanques**

Autores: José Cárdenas y Jonathan García



**Figura G2. Sistema de depuración: Tanque de almacenamiento de agua**

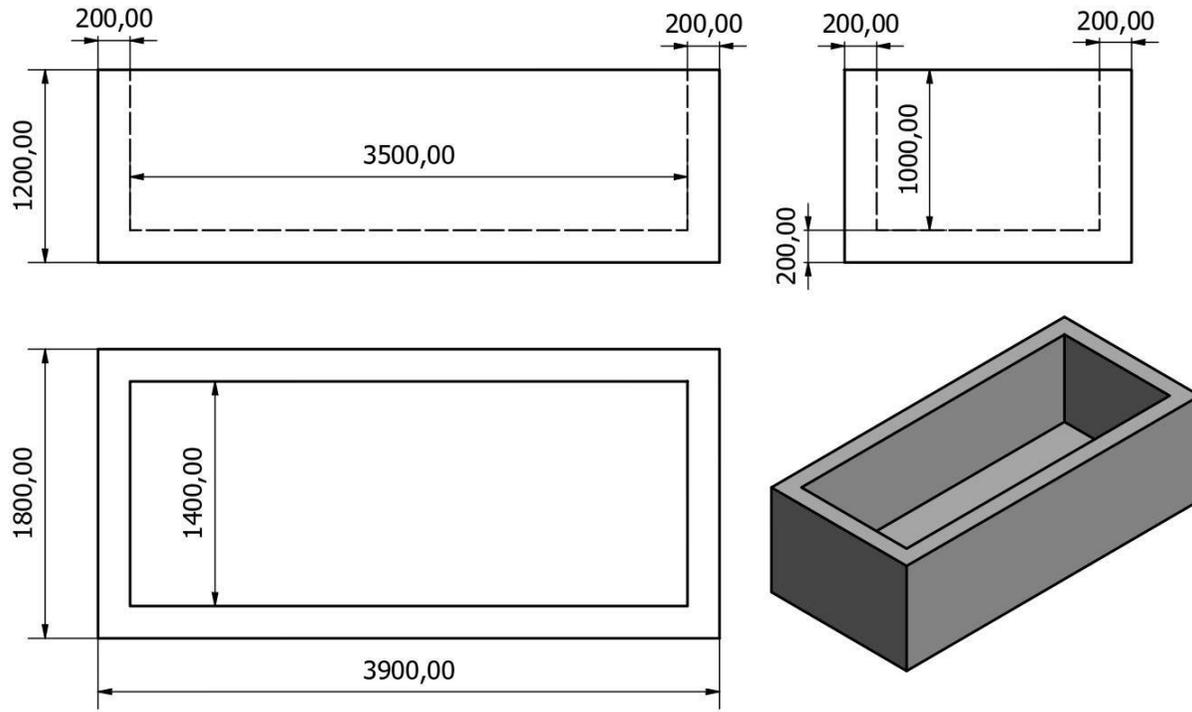
Autores: José Cárdenas y Jonathan García



Unidades: mm

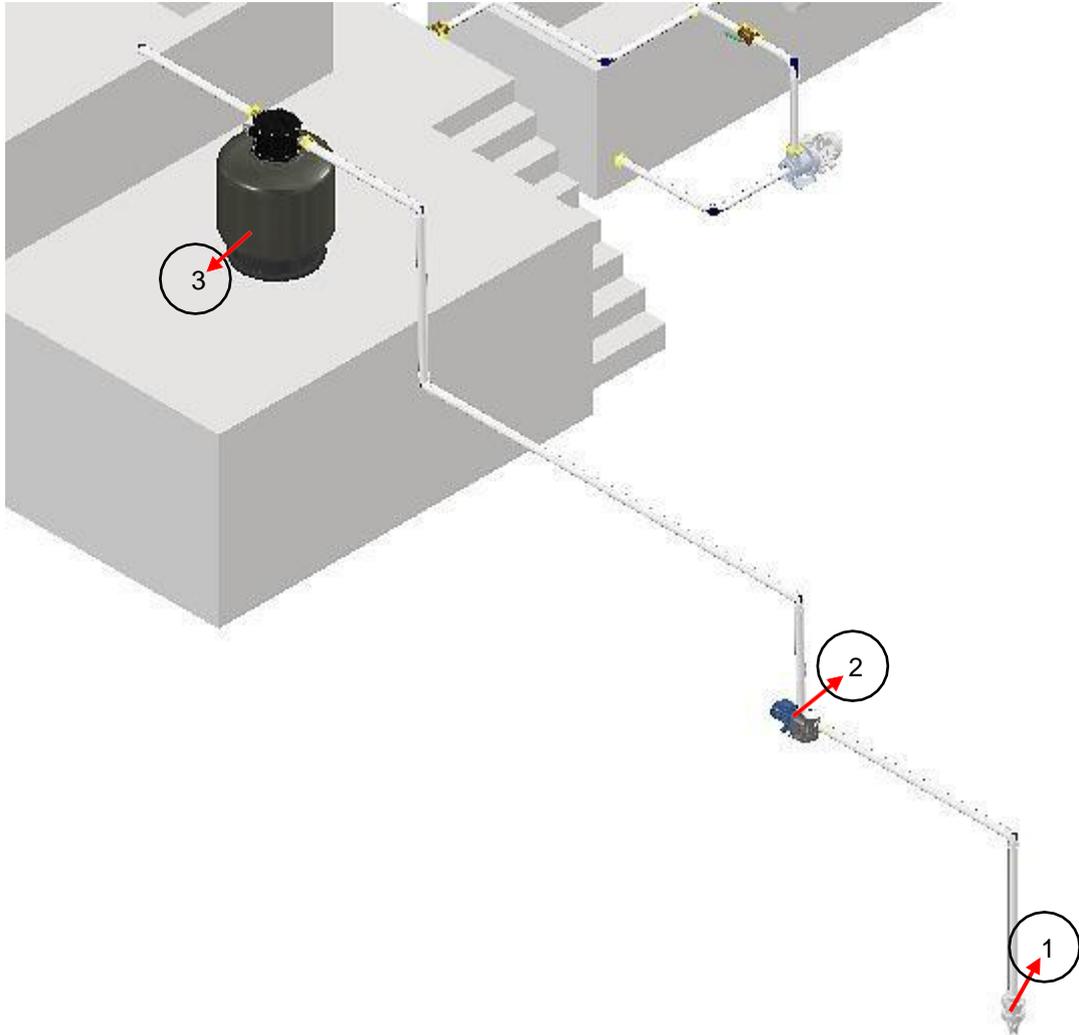
**Figura G3. Sistema de depuración: Tanque de depuración**

Autores: José Cárdenas y Jonathan García



Unidades: mm

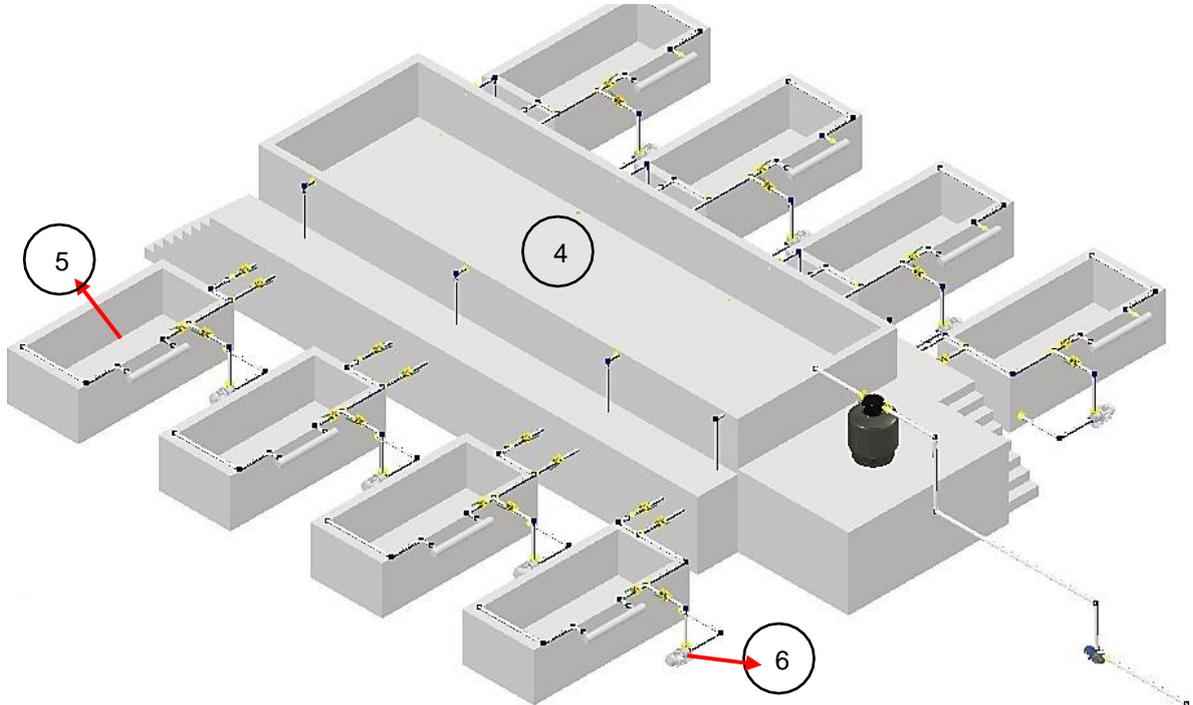
**Figura G4. Sistema de depuración: Componentes (Parte 1)**  
Autores: José Cárdenas y Jonathan García



1. Válvula check (ubicada a orillas del mar)
2. Bomba de abastecimiento
3. Filtro de arena

### Figura G5. Sistema de depuración: Componentes (Parte 2)

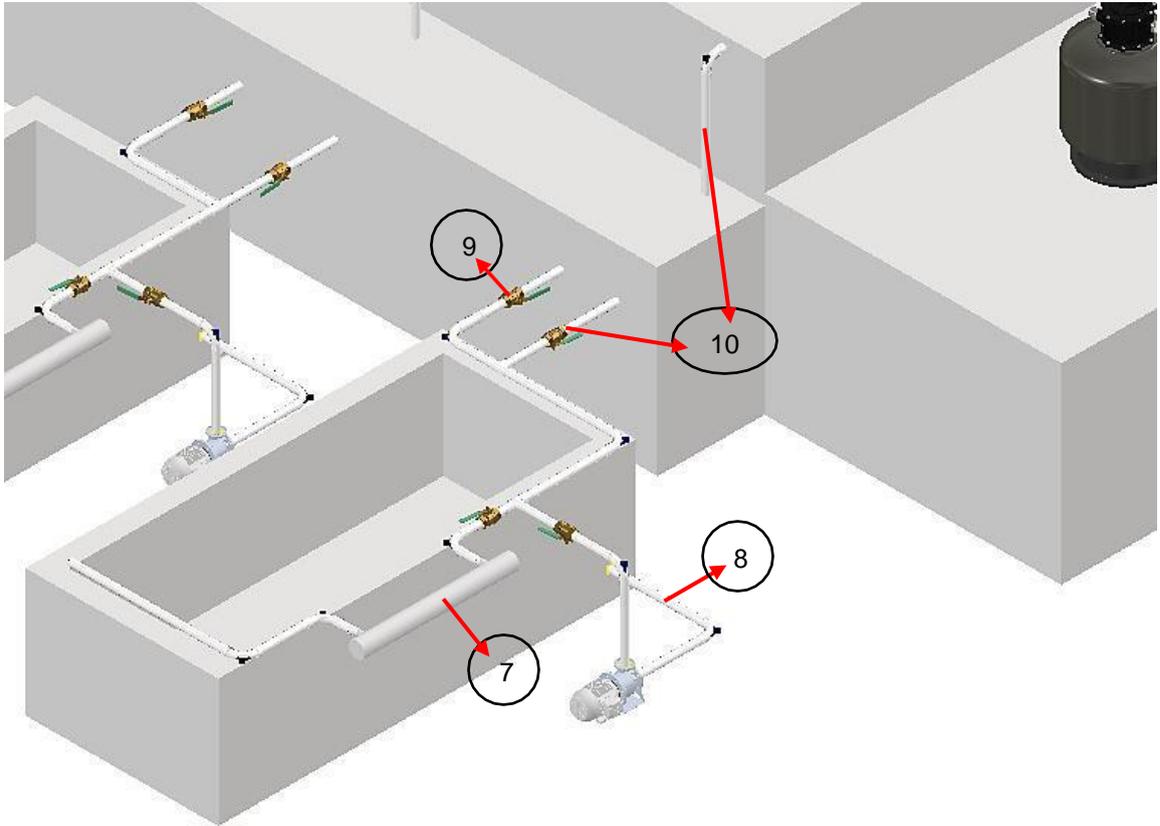
Autores: José Cárdenas y Jonathan García



- 4. Tanque de almacenamiento con capacidad de 40500 litros
- 5. Tanque de depuración con capacidad de 4500 litros
- 6. Bomba de depuración

### Figura G6. Sistema de depuración: Componentes (Parte 3)

Autores: José Cárdenas y Jonathan García



7. Filtro de luz UV

8. Filtro de sedimentación

9. Tubería para llenar el tanque de depuración desde el de almacenamiento

10. Tubería para conducir el agua desde el tanque de depuración al de almacenamiento