

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

“Diseño de un sistema de depuración para moluscos bivalvos con
recirculación, a nivel de laboratorio”

PROYECTO INTEGRADOR

Previo a la obtención del Título de:

Ingeniero Mecánico

Presentada por:

Estephany Nathaly Adrián Erazo

Pedro Segundo Ruiz Wong

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2020

DEDICATORIA

El presente proyecto se lo dedico a mi madre por ser pilar fundamental a lo largo este trayecto. A mis amigos, compañeros de trabajo y jefes que distintas formas me apoyaron para culminar mi carrera.

Estephany Nathaly Adrián Erazo

El siguiente proyecto se lo dedico a mis padres por ser ejemplos y guía durante mis años de vida.

A mi Hermana Titi por aconsejarme y apoyarme en todo momento.

A mi esposa Erika por ayudarme durante este proceso.

A mi abuelo Humberto que ya descansa en paz y fue un ejemplo para mí.

Pedro Segundo Ruiz Wong

AGRADECIMIENTO

Mis más sinceros agradecimientos al Tnlgo. Jairon Triguero por su paciencia, apoyo incondicional en mis últimos años de estudio y ser un ejemplo de no rendirme ante las adversidades y ser perseverante. A mi gran amigo Andrés Damián y a todas aquellas personas que estuvieron conmigo a lo largo de mi carrera.

Al PhD. Jorge Silva y la PhD. Emérita Delgado por su colaboración y guía en este proyecto.

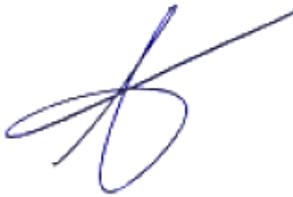
Estephany Nathaly Adrián Erazo

Agradezco a mis padres Pedro Ruiz D. y Nancy Wong B. quienes me brindaron su apoyo incondicional durante toda mi carrera, un agradecimiento especial al PhD. Jorge Silva y la PhD. Emérita Delgado por su colaboración, aprendizaje y guía durante este proyecto.

Pedro Segundo Ruiz Wong

DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Estephany Nathaly Adrián Erazo y Pedro Segundo Ruiz Wong* 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"



Estephany Nathaly
Adrián Erazo



Pedro Segundo Ruiz
Wong

EVALUADORES



PhD. Emérita Delgado Plaza

PROFESOR DE LA MATERIA



PhD. Jorge Silva León

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El crecimiento y desarrollo de la acuicultura ha avanzado a gran escala, la recolección de moluscos se ha convertido en una fuente de ingresos para distintas comunas pesqueras en el país, sin embargo el problema radica en que estos especímenes al momento de ser cultivados no pasan por un proceso adecuado de depuración y al ser consumidos provocan enfermedades debido que son portadores de diferentes tipos de bacterias o virus que originan enfermedades gastrointestinales. La finalidad de este proyecto es proporcionar a estas pequeñas comunas un sistema de depuración que les permita garantizar que su producto (moluscos) se encuentran aptos para el consumo humano. Ante esta necesidad se desarrolló un sistema compuesto por un tanque de principal el cual alimenta tres estaciones de depuración compuestas por filtros de sedimentación y un sistema UV para la purificación del agua, en vista que estos componentes son expuestos a agua salada se seleccionó materiales plásticos para su construcción tales como HDPE y PVC. Se observó que tanto los componentes seleccionados, como la red de distribución de tuberías son adecuados para este sistema, no se verán afectados dado que el caudal que atraviesa mediante estas es relativamente bajo. Se concluye que el diseño final se adapta a las necesidades planteadas por el cliente, quien obtendrá un sistema de depuración en el cual se asegura la eliminación de los diversos contaminantes microbianos optando por métodos de recirculación y purificación accesibles y eficaces, con un costo bajo de inversión en comparación con otros sistemas que implementa métodos químicos que son peligrosos tanto para los moluscos como operadores.

Palabras Clave: Moluscos bivalvos, Depuración, Luz Ultravioleta, Microorganismos.

ABSTRACT

The growth and development of aquaculture has advanced on a large scale, the collection of molluscs has become a source of income for different fishing communities in the country, however the problem is that these specimens at the time of being cultivated do not go through a proper purification process and when consumed they cause diseases because they are carriers of different types of bacteria or viruses that cause gastrointestinal diseases. The purpose of this project is to provide these small communes with a purification system that allows them to guarantee that their product (mollusks) are fit for human consumption. Faced with this need, a system composed of a main tank was developed which feeds three purification stations composed of sedimentation filters and a UV system for water purification, since these components are exposed to salt water, plastic materials were selected for its construction such as HDPE and PVC. It was observed that both the selected components and the pipe distribution network are suitable for this system, they will not be affected since the flow through these is relatively low. It is concluded that the final design is adapted to the needs raised by the client, who will obtain a purification system in which the elimination of the various microbial contaminants is ensured by opting for accessible and effective recirculation and purification methods, with a low cost of investment compared to other systems that implement chemical methods that are dangerous for both shellfish and operators.

Key Words: *Bivalve molluscs, Purification, Ultraviolet Light, Microorganisms.*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE PLANOS.....	XI
CAPÍTULO 1	1
1. Introducción.....	1
1.1 Descripción del problema	1
1.2 Justificación del problema	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos	3
1.4 Marco teórico.....	3
1.4.1 Enfermedades relacionadas con los moluscos Bivalvos	3
1.4.2 Depuración	4
1.4.3 Especies que necesitan depurarse	5
1.4.4 Tanque de depuración.....	5
1.4.5 Cajas y cestas para la depuración	6
1.4.6 Sistema de tuberías y circulación de agua	6
1.4.7 Sedimentación y filtración.....	7
1.4.8 Luz ultravioleta	9
1.4.9 Bomba de recirculación de agua	9

1.4.10	Aspersores	10
CAPITULO 2		11
2.	Metodología.....	11
2.1	Metodología del diseño	11
2.2	Requerimientos del sistema	13
2.2.1	Parámetros de diseño	13
2.2.2	Análisis de Alternativas	14
2.3	Selección de Alternativas	15
2.3.1	Matriz de decisión.....	15
2.4	Diseño propuesto	17
2.4.1	Consideraciones previas a la depuración.....	17
2.4.2	Consideraciones generales del sistema	18
2.4.3	Especificación del tanque.....	19
2.4.4	Especificaciones de cajas o cestas para la depuración.....	21
2.4.5	Especificaciones del filtro de arena	21
2.4.6	Especificaciones del filtro de sedimentación	22
2.4.7	Especificaciones del sistema UV (luz ultravioleta).....	22
2.4.8	Diseño del sistema de circulación y tuberías.....	23
CAPÍTULO 3		25
3.	RESULTADOS y ANÁLISIS	25
3.1	Diseño final del sistema de depuración.....	25
3.2	Selección del tanque de depuración.....	27
3.2.1	Cálculo de la estructura base del tanque de depuración.....	29
3.3	Selección del filtro de arena	38
3.4	Selección del filtro de sedimentación	39
3.5	Selección del Sistema UV	40

3.6	Dimensionamiento de bombas para estaciones individuales de circulación	40
3.6.1	Régimen hidráulico.....	41
3.6.2	Pérdidas de cargas en tuberías.....	44
3.6.3	Cálculo del cabezal de bomba	46
3.6.4	Potencia de la bomba.....	46
3.6.5	Selección de la bomba de recirculación	47
3.7	Dimensionamiento de bomba para el tanque de almacenamiento	48
3.7.1	Selección de bomba de circuito de llenado	54
3.8	Análisis de costos.....	55
3.8.1	Costos de componentes.....	55
3.8.2	Costos por mano de obra	56
3.8.3	Costo de mantenimiento.....	56
3.8.4	Costo total del proyecto.....	57
CAPÍTULO 4.....		58
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
4.1	Conclusiones.....	58
4.2	Recomendaciones.....	59

BIBLIOGRAFÍA

APÉNDICES

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
PVC	Policloruro de Vinilo
HPDE	Polietileno de Alta Densidad
AISI	American Iron and Steel Institute
OIE	Organización Mundial de Sanidad Animal
ISO	Organización Internacional de Estandarización
ABS	Acrylonitrile Butadiene Styrene
UV	Ultravioleta
FCV	Facultad de Ciencias de la Vida

SIMBOLOGÍA

A	Área de la sección transversal
ρ	Densidad
m	Metro
m ²	Metro cuadrado
m ³	Metro cubico
Q	Caudal
P	Presión
D	Diámetro de tubería
Re	Número de Reynolds
l	Litro
in	Pulgadas
M	Masa
kg	Kilogramo
h	Hora
s	Segundo
μ	Viscosidad cinemática
L	Longitud de tubería
ε	Coefficiente de rugosidad absoluta
h_L	Pérdidas totales
h_f	Pérdidas lineales
g	Gravedad
P _{cr}	Carga crítica
r	Radio de giro de masa
I	Momento de Inercia
A	Área de la sección transversal

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Diseño de la circulación del agua de mar para un sistema abierto.....	7
Figura 1.2. Diseño de la circulación del agua de mar para un sistema cerrado.....	7
Figura 1.3. Esquema de tanque de sedimentación.....	8
Figura 1.4. Filtro de arena presurizado para un sistema de depuración.....	9
Figura 1.5. Unidad de desinfección con luz ultravioleta en un tanque de depuración.....	9
Figura 1.6. Bomba de recirculación.....	10
Figura 2.1. Metodología del diseño para el sistema de depuración de moluscos bivalvos.....	12
Figura 2.2. Espectro electromagnético.....	23
Figura 2.3. Red del sistema de tuberías.....	24
Figura 3.1. Diseño final del sistema de depuración para moluscos bivalvos con recirculación de agua, a nivel de laboratorio.....	26
Figura 3.2. Estación de depuración para moluscos bivalvos con recirculación de agua.....	26
Figura 3.3. Vistas del tanque de polietileno de alta densidad, con aplicación de fuerza en el eje z y ubicación de presión hidrostática.....	27
Figura 3.4. Simulación de líquido dentro del tanque.....	28
Figura 3.5. Ilustración generada en factor de seguridad.....	28
Figura 3.6. Ilustración generada para Von Mises en vista completa y vista en corte del tanque de polietileno.....	29
Figura 3.7. Desplazamiento máximo de las paredes en vista total y vista en corte, del tanque de polietileno.....	29
Figura 3.8. Diseño final del sistema de depuración para moluscos bivalvos con recirculación de agua, a nivel de laboratorio.....	30
Figura 3.9. Cestas del tanque de depuración.....	31
Figura 3.10. Cestas del tanque de depuración.....	34
Figura 3.11. Cestas del tanque de depuración.....	35
Figura 3.12. Cestas del tanque de depuración.....	37
Figura 3.13. Cestas del tanque de depuración.....	38

Figura 3.14. Filtro de arena Pentair.....	39
Figura 3.15. Filtro de sedimentación PENTEK.....	39
Figura 3.16. Filtro de sedimentación Aqua UV.....	40
Figura 3.17. Ficha técnica del Sistema UV.....	41
Figura 3.18. Coeficiente de rugosidad absoluta según su material.....	43
Figura 3.19. Coeficiente de rugosidad absoluta según su material.....	43
Figura 3.20. Esquema simbólico del circuito de recirculación de cada tanque de depuración.....	46
Figura 3.21. Curvas de operación Bombas Pentair PM21.....	47
Figura 3.22. Bomba Pentair, modelo PM21.....	48
Figura 3.23. Esquema simbólico del sistema en configuración de llenado.....	48
Figura 3.24. Curva de operación de las bombas Pentair serie PM42.....	54
Figura 3.25. Modelo escogido para circuito de llenado: bomba Acuamain Pentair modelo PM42.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Alternativas para el método de depuración.....	15
Tabla 2.2 Criterios, parámetros y factores de ponderación para la matriz de decisión	16
Tabla 2.3 Matriz de decisión para el tipo de sistema de circulación.....	16
Tabla 2.4 Matriz de decisión para el método de depuración.....	17
Tabla 2.5 Propiedades del acero inoxidable AISI 316	20
Tabla 2.6 Propiedades del polietileno de alta densidad (HDPE).....	20
Tabla 2.7 Características técnicas y propiedades del PVC.....	24

ÍNDICE DE PLANOS

- PLANO 1 Diseño del sistema de depuración de moluscos bivalvos.
- PLANO 2 Vista superior del sistema de depuración de moluscos bivalvos.
- PLANO 3 Vista Isométrica del sistema de depuración de moluscos bivalvos.
- PLANO 4 PID del proceso de depuración de moluscos bivalvos.

CAPÍTULO 1

1. Introducción

1.1 Descripción del problema

El crecimiento y desarrollo de la acuicultura ha avanzado a gran escala con el pasar de los años, se conoce que los moluscos bivalvos son cultivados y consumidos a nivel mundial, por lo cual existen leyes que regularizan su comercialización y consumo, debido que, a estos, son portadores de diferentes tipos de bacterias o virus que originan enfermedades gastrointestinales. Actualmente se ha estandarizado la depuración de estos moluscos, por lo cual esta se ha convertido en una práctica habitual que ayuda que el bivalvo reduzca o elimine los patógenos mediante un proceso conocido como depuración, estos microorganismos son causantes de diversas enfermedades. (ACUIBIVA, 2008).

En el Ecuador se conoce que un 23.1% de la población se dedica a actividades de pesca y acuícola, en los cuales se encargan de la recolección de diversas especies entre ellas los moluscos, los cuales son muy comercializadas en todo el país, aún más en la región costa, por lo cual existen normativas técnicas que regulan el consumo de este molusco, sin embargo la falta de información o recursos económicos impide a los pequeños comerciantes cumplir con los parámetros que exigen las normas, en cuenta a que el nivel de microorganismos dentro del molusco es el mínimo, de tal manera que al ser consumido no afecte en la salud del individuo.(FAO, 2003)

Ante esta necesidad que se presenta en el país, se requiere construir un sistema de depuración de moluscos bivalvos que beneficien a una población dedicada a las actividades pesqueras, además contribuir con la creación de comunidades sostenibles y vida submarina según los objetivos de desarrollo sostenible. Se pretende que el futuro ingeniero mecánico adquiera las destrezas y el conocimiento necesario para optimizar dicha tecnología a las condiciones del agua circundante y de las especies para garantizar su inocuidad con el fin de

desarrollar un modelo de depuración a nivel de laboratorio, proyectado para satisfacer las necesidades de cooperativas de pescadores y/o regiones costeras.

1.2 Justificación del problema

Los moluscos bivalvos son portadores de microorganismos de agentes patógenos (virus y bacterias) que en su gran mayoría son considerados filtradores por su mecanismo de alimentación, por lo cual concentran contaminantes a un nivel muy elevado al de su entorno de agua circundante, ocasionando enfermedades en los seres humanos, los cuales son responsables de enfermedades como la gastroenteritis y la hepatitis infecciosa de tipo A. (SERNAPESCA, 2018)

Para esto con la finalidad de eliminar o reducir los riesgos antes de su consumo, existe la técnica llamada depuración que es un procedimiento que se aplican en muchos países con el objeto de eliminar los contaminantes microbianos de todos los moluscos bivalvos que puedan estar ligera o severamente contaminados. Dicho procedimiento (depuración o purificación) les ayuda a expulsar y separar los contaminantes de sus branquias y su tracto intestinal durante un período determinado de tiempo evitando que se vuelvan a contaminar. (Lee R., Lovatelli A. y Ababouch L., 2010)

Ecuador la práctica de depuración no es exigida, sin embargo la comercialización de estos moluscos es regulado por la normativa técnica NTE INEN 2729: NORMA PARA LOS MOLUSCOS BIVALVOS VIVOS Y LOS MOLUSCOS BIVALVOS CRUDOS, se aplica a los moluscos bivalvos vivos y crudos, que han sido desconchados y/o congelados, y/o han sido tratados para disminuir o limitar determinados organismos, además en esta normativa se indica los diferentes análisis a realizar según las normas ISO 16140 E ISO 6579, con estas se busca que la cantidad de microorganismos sea la mínima, para evitar problemas gastrointestinales en los consumidores. (INEN, 2013). Con la finalidad de regular la inocuidad de estos moluscos, es necesario proporcionar un sistema de depuración a las comunas pesqueras del país, el futuro ingeniero mecánico

realizará un estudio de factibilidad, para lo cual elaborará un prototipo de planta de depuración a escala de laboratorio.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar un modelo de depuración con recirculación de agua, a nivel de laboratorio.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Diseñar el proceso de un sistema de depuración para moluscos bivalvos (Biología e Ingeniería Mecánica)
- Calcular la capacidad de bombas, filtros, tuberías, etcétera, para la movilización de las aguas en el sistema (Ingeniería Mecánica).
- Diseñar la automatización del sistema de depuración a nivel de laboratorio (Ingeniería en Electrónica y Automatización e Ingeniería mecánica).
- Calcular los costos de producción de un sistema de depuración a nivel de laboratorio y extrapolación a escala comercial (Ingeniería Mecánica y Economía).

1.4 Marco teórico

1.4.1 Enfermedades relacionadas con los moluscos Bivalvos

Según la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), a lo largo de los años, la producción de moluscos se ha visto afectada por diversas enfermedades, lo cual ha ocasionado tenga un impacto económico al momento de la comercialización de estos. Entre las enfermedades más comunes que presentan a causa del consumo de estos moluscos se encuentra el Norovirus, la cual ocasiona en el consumidor una infección autolimitante la cual tiene un periodo de incubación entre 12 – 48 horas, y por lo general tiene una duración entre 1 a 5 días, por lo general el paciente no padece secuelas de larga duración. (Lee R., Lovatelli A. y Ababouch L., 2010). Sin embargo, se conoce que existe una tasa de mortalidad, en un porcentaje muy pequeño de

la población que ha sido afectada por este virus. En algunos países se relaciona el consumo de esta especie con la hepatitis A, según estudios realizados la mayor parte de pacientes que padecen la enfermedad se debe al consumo del molusco, sin las correctas normas de preparación. (Lee R., Lovatelli A. y Ababouch L., 2010)

Se conocen varias enfermedades relacionadas al consumo de estos moluscos, por lo general el medio en el cual se desarrollan se encuentran contaminados por diversos factores entre ellos las aguas fecales, dependiendo de la zona en el cual se desarrollan, las enfermedades que puedan desarrollar son diferentes, aunque siempre están relacionadas directamente con problemas gastrointestinales. (Darrigran G., 2013)

1.4.2 Depuración

Los moluscos bivalvos se alimentan por filtración de fitoplancton y partículas de materia orgánica, que estas se encuentran suspendidas en el mar, al realizar el proceso de alimentación estos moluscos absorben ingredientes naturales y otros aportes extraños del medio que se acumulan en el tubo digestivo u otros órganos del bivalvo. (Darrigran G., 2013)

Los microorganismos que se encuentran en el agua no son peligrosos, pero cuando se acumulan en altas concentraciones en el interior de los moluscos, llegan a ser letales para estos. Una persona al consumir estos moluscos crudos o sin un buen proceso de cocción, corren en el riesgo de contraer alguna enfermedad. (Lee R., Lovatelli A. y Ababouch L., 2010)

Debido a estas circunstancias, es importante someter a los moluscos a un proceso que elimine dichos microorganismos que estos puedan contener en su interior, el método a utilizar no debe provocar estrés al molusco con la finalidad de evitar deteriorarse para el consumo humano.

Este proceso se conoce como depuración y consiste en mantener a los moluscos durante un periodo de tiempo en agua “estéril”, esto quiere decir que el medio en el cual se los coloca debe estar libre de cualquier

microorganismo existente o en que el nivel de los mismos tiene que ser muy bajo, es importante que los parámetros físicos – químicos, sean lo más parecidos a los que se encuentran cuando están en su hábitat natural, el periodo mínimo es 48 horas, en este proceso lo que ocurre es que el molusco al estar sumergido en este líquido empieza a filtrarlo, de tal manera que su tubo digestivo se llena con materia orgánica que está libre de bacterias vivas, expulsando al exterior las que tenía alojadas. Aunque este proceso garantiza que la depuración del molusco, esto no quiere decir que se eliminen todos los microorganismos dañinos. (Darrigran G., 2013)

1.4.3 Especies que necesitan depurarse

Como se mencionó anteriormente el proceso de depuración es apto para todas las especies de moluscos bivalvos, de tal manera de asegurar la eliminación de microorganismos que puedan afectar directamente al molusco o indirectamente al consumidor. Sin embargo, los moluscos más consumidos alrededor del mundo son las almejas, ostras y mejillones. (Lee R., Lovatelli A. y Ababouch L., 2010).

1.4.4 Tanque de depuración

Al momento de considerar un sistema de depuración es importante considerar cada uno de los componentes que estarán en contacto directo con el agua de mar, siendo una sustancia altamente corrosiva, esto se debe a las grandes cantidades de sal que posee. Otra variable que considerar del material, este no debe ser dañino para las especies marinas.

Entre los principales componentes del sistema de depuración, está el tanque que entra en contacto directo con el agua de mar, se recomienda que el material a utilizar sea acero inoxidable, cumpliendo así los estándares de calidad y durabilidad. (Lee R., Lovatelli A. y Ababouch L., 2010)

Son altamente recomendados en varias industrias, por lo general en la industria alimenticia. Aunque es la mejor opción, existe una desventaja, que es su alto costo por lo cual para un comerciante pequeño no sería una opción viable al momento de querer implementar estos sistemas. Entre otras de las

posibles opciones tenemos los tanques de polietileno de alta densidad o tanque de hormigón. La elección del tanque correcto se basará en las necesidades del cliente y que cumplan con las especificaciones y normas dispuestas para este tipo de moluscos.

1.4.5 Cajas y cestas para la depuración

Las cajas o cestas para la depuración son accesorios que facilitan la depuración de los moluscos. Estas son colocadas al interior de los tanques, y con estas cajas se busca que la cantidad de moluscos que ingresan a depurarse sea la correcta de tal manera que no se impida la apertura y filtración del agua de mar. De igual manera que con los tanques de depuración la elección del material se basa en que no afecte las especies marinas y este no se deteriore en un corto tiempo. Las características dependerán del diseño del sistema. (Lee R., Lovatelli A. y Ababouch L., 2010).

1.4.6 Sistema de tuberías y circulación de agua

La disposición de un sistema de recirculación de agua puede definirse como un ciclo abierto o cerrado. Dicho sistema puede consistir en uno o varios tanques con una fuente común de agua, en este caso agua de mar; Esta circulación debe realizarse en paralelo y no secuencialmente, con el objetivo de impedir los contaminantes crucen de un tanque a otro (ver figura 1.1).

Las tuberías de estos sistemas de depuración deben estar hechas con materiales que no se puedan corroer y sean aptas para el contacto con los alimentos. Por lo general se suele usar uno de estos materiales: plástico de acrilonitrilo butadieno estireno (ABS, por sus siglas en inglés), policloruro de vinilo (PVC) o acero inoxidable AISI 316 (grado alimenticio). El uso de este último es menos frecuente debido a su relativamente alto costo. (Lee R., Lovatelli A. y Ababouch L., 2010).

La circulación de agua purificada o desinfectada (ver figura 1.2) debe introducirse en la parte superior del tanque por medio de aspersores sobre la superficie del agua, y la succión a pocos centímetros de la base, para de esta manera evitar la suspensión del material sedimentado.

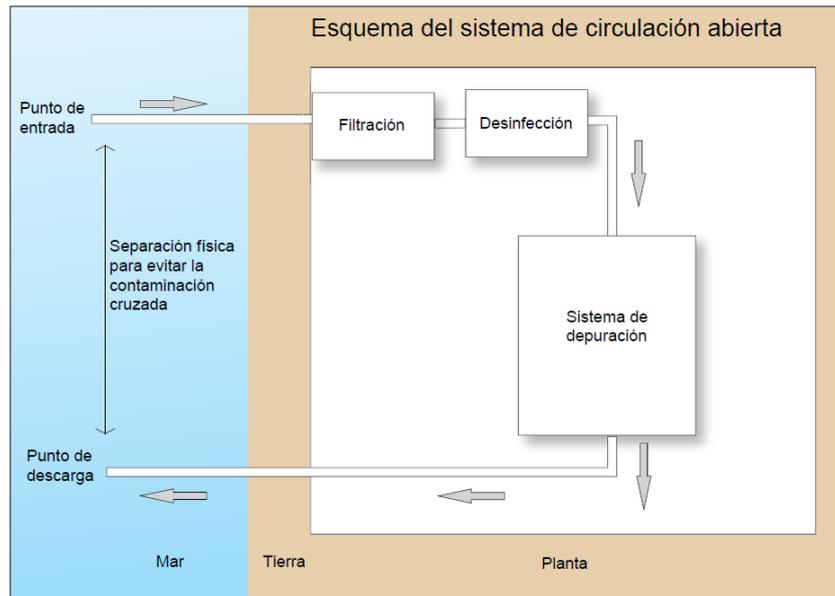


Figura 1.1.- Diseño de la circulación del agua de mar para un sistema abierto. (Lee & Ababouch, 2010).

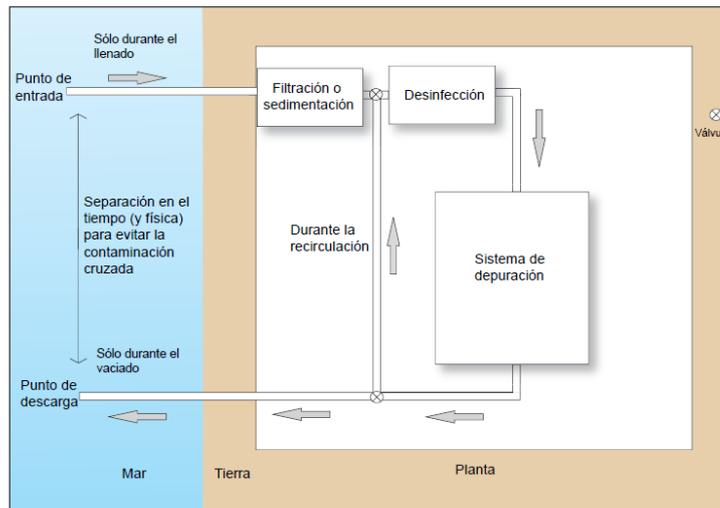


Figura 1.2.- Diseño de la circulación del agua de mar para un sistema cerrado. (Lee & Ababouch, 2010).

1.4.7 Sedimentación y filtración

La sedimentación es uno de los procedimientos más apropiados para la implementación de un sistema de recirculación de agua en un ciclo cerrado y para un sistema abierto se necesitan volúmenes de agua muy grandes. Es importante

considerar que el agua no debe ser perturbada durante el período de sedimentación.

Un tanque de depuración (ver figura 1.3) debe contener llaves de paso para el drenaje de los sedimentos o sólidos en la inferior del tanque y válvulas para la salida y el retorno del agua clarificada. - (Lee R., Lovatelli A. y Ababouch L., 2010).

La filtración en un sistema de depuración puede realizarse tanto para un sistema abierto como uno cerrado (recirculación); sin embargo, para el caso de un sistema con recirculación el tipo de filtración va a depender de la cantidad de circulación en la unidad. Los filtros suelen usarse previo al proceso de la desinfección.

Convencionalmente las unidades suelen ser de arena tal como se observa en la figura 1.4, que tienen más efectividad para eliminar partículas con dimensiones relativamente pequeñas.

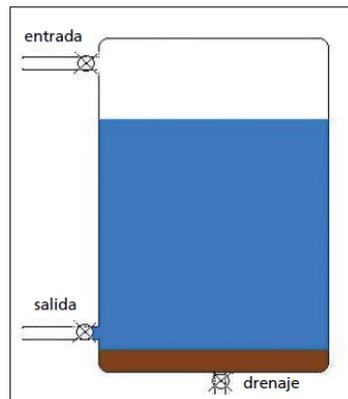


Figura 1.3.- Esquema de tanque de sedimentación. (Lee & Ababouch, 2010).



Figura 1.4.- Filtro de arena presurizado para un sistema de depuración. (Lee & Ababouch, 2010).

1.4.8 Luz ultravioleta

La luz ultravioleta se emplea en el tratamiento del agua, pueden utilizarse en sistemas abiertos o sistemas cerrados (recirculación). Es un equipo que contiene una cámara de radiación ultravioleta que ayuda a la desinfección y purificación del agua eliminando el 99.9% de los virus, bacterias, coliformes sin alterar las características físico químico del líquido (ver figura 1.5).

La luz ultravioleta se encuentra en una porción del espectro electromagnético que se está entre los rayos x y la luz visible, donde la aplicación más práctica de la desinfección UV se basa en la capacidad germicida de UVC que se encuentra entre 200 a 280 nm. (Lee R., Lovatelli A. y Ababouch L., 2010).



Figura 1.5.- Unidad de desinfección con luz ultravioleta en un tanque de depuración. (Lee & Ababouch, 2010).

1.4.9 Bomba de recirculación de agua

En el mercado existen muchos modelos de bombas para poder recircular un fluido a diferentes temperaturas y caudales. Para un sistema de depuración con sistema cerrado, lo más común es utilizar una bomba centrífuga. Esta bomba succiona el agua desde el reservorio que debe estar situado lo más cerca posible para el suministro. Una bomba centrífuga tiene como objetivo transformar la energía mecánica de un impulsor rotativo para convertirla en energía cinética y potencial. El motor eléctrico hace girar el propulsor mediante acoplamientos mecánicos que se encuentran por lo general en el interior de una carcasa. (Grundfos, s.f.)



Figura 1.6.- Bomba de recirculación. (Grundfos, 2010)

1.4.10 Aspersores

Un aspersor se le denomina a un dispositivo mecánico, cuya función es transformar un fluido líquido en rocío, cuya ventaja es expulsar el agua a una determinada presión y con una determinada boquilla que contiene un ángulo de disparo, que para su efecto 27° es el más eficiente. Esto es un sistema de depuración ayuda a mantener los niveles de oxígeno en el interior del tanque. (Lee R., Lovatelli A. y Ababouch L., 2010).

CAPITULO 2

2. Metodología

Se presenta un análisis teórico con tres alternativas que dan una solución al problema anteriormente planteado, estas alternativas se basaron en las necesidades y requerimientos del cliente, para este caso en particular, se trabajara con moluscos vivos, por lo cual es necesario que la solución ante la problemática expuesta sea la menos traumática para el individuo y evitar que estos se contaminen durante el proceso de depuración, a partir de esta premisa se considera las variables a analizar en la matriz de decisión.

2.1 Metodología del diseño

En la figura 2.1 se presenta la metodología utilizada para el desarrollo del proyecto, iniciando con la definición del problema propuesto se procedió a identificar las posibles soluciones y seleccionar la alternativa más viable, para esto se realizó dos matrices de decisión, una basada en los métodos de depuración y el tipo de sistema. Una vez seleccionada la mejor opción, se procedió a realizar el diseño conceptual y posteriormente pasar a un diseño final en el cual se detalla sus componentes, restricciones y dimensiones.

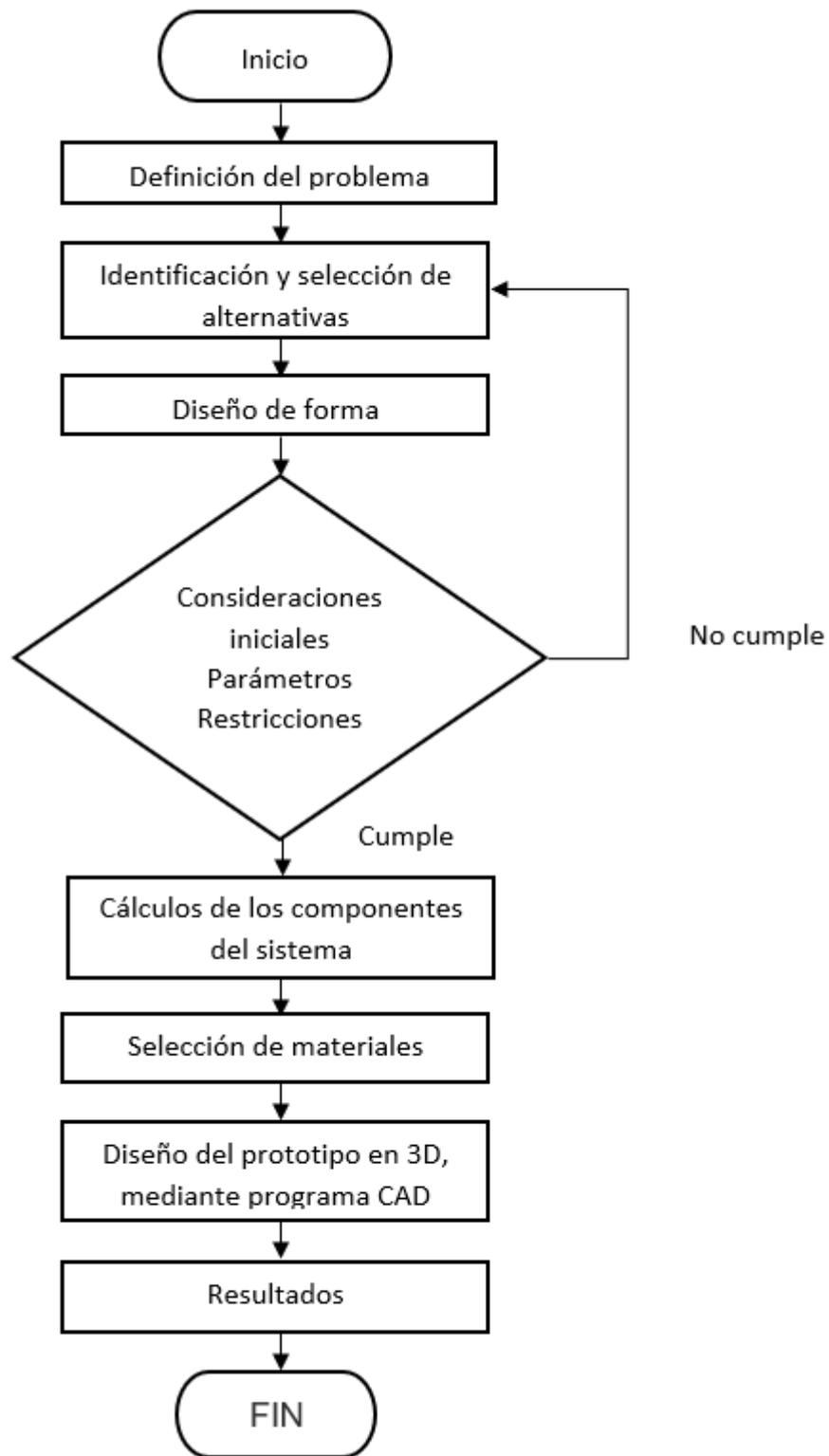


Figura 2.1 Metodología del diseño para el sistema de depuración de moluscos bivalvos.

2.2 Requerimientos del sistema

En este tópico se tomó en consideración todas las variables que puedan afectar a los moluscos, entre ellas la temperatura, salinidad, pH del agua de la tal forma que al momento que este individuo sea sometido a un proceso de depuración, no le provoque estrés, debido a que esto puede causar que el animal no sea apto para el consumo humano.

2.2.1 Parámetros de diseño

2.2.1.1 Costos de fabricación

Referente a los costos de fabricación, se busca que estos valores sean accesibles para las comunidades pesqueras, a partir de esta consideración se hizo un análisis previo de los componentes para el sistema de depuración, se optó por que estos sean fáciles de conseguir en el mercado nacional y dado al medio en el que se encontraran expuestos es necesario que estos cumplan con ciertas características como impermeabilidad, alta resistencia al impacto, alta durabilidad entre otras.

2.2.1.2 Mantenimiento del equipo

Al tratarse de un equipo para la depuración de especies vivas se considera que este deberá tener un mantenimiento preventivo, asegurando la conservación de este mediante revisiones periódicas y actividades de limpieza que garantice su funcionamiento y fiabilidad.

2.2.1.3 Funcionamiento del equipo

El equipo deberá ser de fácil funcionamiento para el operador, por lo cual se optó un sistema semiautomático, con la finalidad de evitar una contaminación por parte del operario, adicional se busca que los parámetros de control a llevar sean dados por el sistema para poder obtener una trazabilidad de estos valores.

2.2.1.4 Complejidad del equipo

Se requiere que la construcción del sistema sea lo menos compleja posible dado que a mayor complejidad los costos de construcción y mantenimiento aumentarían.

2.2.2 Análisis de Alternativas

Para el análisis de las alternativas se planteó dos variables, el sistema de circulación y el método de depuración. Referente al sistema de circulación se presentan dos alternativas que se detallan a continuación:

Alternativa A: Sistema de circulación cerrado

Un sistema cerrado tiene como ventaja un uso racional del agua, una alta eficiencia del sistema, un ambiente adecuado, facilitan el monitoreo y control de los parámetros físicos químicos como temperatura, salinidad, oxígeno, dióxido de carbono, potencial de hidrógeno (pH) y alcalinidad. Al lograr mantener estos parámetros fisicoquímicos estables se obtiene una mejor depuración de los moluscos.

Además, este tipo de sistemas permite reducir la contaminación por agentes externos, la transmisión de enfermedades y permite optimizar el uso de recursos tales como el agua, energía, etcétera. Su desventaja principal sería su alto costo y que se requiere personal cualificado para este tipo de sistemas.

Alternativa B: Sistema de circulación abierta

Un sistema abierto tiene riesgos muy altos para un sistema de depuración, entre los principales se encuentra una alta probabilidad de contaminación por agentes externos debido que está conectado con fuentes naturales de agua, esto afectaría también a los parámetros fisicoquímicos, esto no podrán ser controladas fácilmente, este suele ser un sistema de bajo costo y fácil operación para el usuario, pero no se asegura la calidad de vida de los moluscos. Para el método de depuración, se presentó tres alternativas (ver tabla 2.1) en la cual se

mencionan los parámetros a considerar al momento de elegir, cuál será la opción más apropiada, es importante mencionar que se busca que la alternativa escogida no afecte a los moluscos o su calidad de vida, pues esto afectaría el proceso de depuración.

Tabla 2.1 Alternativas para el método de depuración

Parámetros	Alternativas		
	Cloro (A)	Luz ultravioleta (B)	Ozono (C)
Costos de capital	Medio	Bajo	Alto
Costos operativos	Bajo	Bajo	Elevado
Costos de mantenimiento	Bajo	Medio	Elevado
Facilidad de mantenimiento	Regular	Fácil	Compleja
Instalación	Compleja	Simple	Compleja
Funcionamiento	Regular	Excelente	Malo
Toxicidad química	Si	No	Si
Efectos sobre el agua	Trihalometanos	Ninguno	Subproductos tóxicos
Claridad del agua	Baja	Elevada	Media
Riesgo para personal	Elevado	Medio	Medio
Efecto en el molusco	Irritante	Ninguno	Oxidante

2.3 Selección de Alternativas

2.3.1 Matriz de decisión

Se considero desarrollar dos matrices de decisión para el diseño, que nos permitan analizar cuál es el mejor del tipo de sistema y método de depuración, en la sección 2.3 se indican los parámetros de diseño que se considerara para la elaboración de estas.

A dichos parámetros se le considerara una ponderación numérica que permita evaluar cuán importante es una alternativa a diferencia de las otras, bajo los mismos criterios. La ponderación que se le asigno a cada parámetro de decisión se puede observar en la tabla 2.1.

Tabla 2.2 Criterios, parámetros y factores de ponderación para la matriz de decisión

Criterio	Parámetros	Factor de Ponderación (%)
Técnico	Mantenimiento	20
	Funcionamiento	15
	Complejidad	15
Económico	Costos	20
Seguridad industrial	Riesgo para el personal	15
Ambiental	Toxicidad química	15

Para los parámetros indicados en la tabla 2.1, se utilizó una escala del 5 al 20, en la cual se considera que:

- Ponderación 5% = Baja
- Ponderación 10% = Media
- Ponderación 20% = Alta

A partir de las consideraciones dadas en la tabla 2.1 y tabla 2.2, se realizará la construcción de las matrices de decisión, para seleccionar la mejora alternativa del sistema de circulación y método de depuración.

Tabla 2.3 Matriz de decisión para el tipo de sistema de circulación

Características	Ponderación	Alternativas	
		A	B
Mantenimiento	20	20	10
Funcionamiento	15	15	5
Complejidad	15	10	5
Costos	20	15	5
Riesgo para el personal	15	10	5
Toxicidad química	15	15	5
Total	100	85	35

Se observó que para el sistema de circulación (ver tabla 2.2), la alternativa que se adapta mejor a los parámetros de diseño establecidos es la opción A.

Tabla 2.4 Matriz de decisión para el método de depuración

Características	Ponderación	Alternativas		
		A	B	C
Mantenimiento	20	10	20	5
Funcionamiento	15	10	15	5
Complejidad	15	5	15	5
Costos	20	10	20	5
Riesgo para el personal	15	5	10	0
Toxicidad química	15	15	10	5
Total	100	55	90	25

Mientras que para el método de depuración se obtuvo que la alternativa B (ver tabla 2.3), es la óptima para el sistema de depuración. Por lo tanto, para diseño general del sistema se considerará las alternativas antes mencionadas, dado que estas se ajustan a los requerimientos y necesidades del cliente.

2.4 Diseño propuesto

2.4.1 Consideraciones previas a la depuración

Es importante conocer que las especies a depurarse atraviesan varios procesos antes de llegar al sistema, es vital que estos sean realizados de forma correcta, sin afectar de manera directa o indirecta al molusco. A continuación, se describen los procesos y las acciones a tomar para el manejo correcto de las especies.

- **Recolección:** el recolector debe asegurarse que la técnica utilizada no provoque una gran conmoción o daño a las especies, en caso de que no se cumpla con la anteriormente mencionado, el proceso de depuración no será eficiente o provocara una alta mortalidad de estos.
- **Transporte:** para realizar el transporte de los moluscos, se debe asegurar que no se encuentren expuestos a agentes contaminantes, condiciones ambientales extremas que puedan afectar la calidad de vida de las especies y exceso de vibraciones durante el trayecto.

- Almacenamiento: es necesario tener en cuenta al momento de manejar los moluscos, es vital que estos no sufran trastornos que causen estrés al mismo, por lo cual se debe evitar que estos sean aplastados, golpeados contra superficies duras o algún daño colateral que pueda mermar la depuración. Bajo esta premisa al momento de almacenarlos en la planta previo a su depuración, es importante que el operario conserve la calidad de vida del molusco, tomando las medidas necesarias.
- Selección: una vez ingresado los moluscos a la planta estos serán sometidos a un proceso de lavado en el cual se retirará cualquier material extraño que puedan tener adherido, posteriormente se ira eliminando aquellos que hayan muerto, estén severamente dañados o depredadores que suelen camuflarse entre los moluscos.

Cabe recalcar que los procesos antes mencionados son indispensables previo a la depuración, pues eliminan una cantidad considerable de agentes contaminantes externos, asegurando que el proceso de depuración sea óptimo y una vida comercial más larga.

2.4.2 Consideraciones generales del sistema

En la construcción del sistema se debe considerar que los equipos y componentes seleccionados sean de materiales que resistentes a las condiciones ambientales a la que estarán expuestos, para las superficies internas de los tanques es importante que el material sea fácil de limpiar y este no sea vea afectado por los diferentes agentes a los que será expuesto, durante el proceso.

Para la instalación del sistema, es importante que sea ubicado en un sitio en el cual no haya contaminación de las especies, por vía aérea o a través de plagas, de tal manera que se evite el contacto con cualquier tipo de contaminantes o agentes externos, sea posible controlar la temperatura y se encuentre libre de vibraciones externas.

2.4.3 Especificación del tanque

2.4.3.1 Tanque de almacenamiento

Dado que el tanque para almacenamiento tendrá como función alimentar los 3 tanques de depuración del sistema, este deberá tener una capacidad mayor a 1500 lts, ser resistentes al agua salada y a las condiciones ambientales a las que se encontrará expuesto, para fines prácticos se seleccionó un tanque con capacidad de 2500 lts disponible en el mercado nacional.

2.4.3.2 Tanque de depuración

Su función consiste en almacenar en cestas los moluscos bivalvos durante el proceso de depuración, por lo cual este tanque deberá tener poca profundidad y su longitud no triplicará su anchura, ser resistente a la corrosión e impermeable, con una capacidad de 500 lts y que soporte una carga máxima 90 kg.

2.4.3.3 Tanque de descarga

Este tanque se consideró para la recolección del agua una vez finalizado el proceso de depuración, por lo cual se requiere que tenga una capacidad máxima de 2500 litros.

2.4.3.4 Selección del material para los tanques

Dado que los tanque que conforman el sistema de depuración estarán expuesto a un alto grado de salinidad, estos tendrán que ser anticorrosivos e impermeables, se optó por dos materiales que cumplan con las características antes mencionadas que son acero y plástico.

Para el acero se consideró el AISI 316 (acero inoxidable austenítico), dado su bajo contenido de carbono y la adición de molibdeno en su composición química que lo vuelve más resistente a los cloruros y sulfuros por lo tanto este posee una buena resistencia a la corrosión, altas temperaturas, entre otras. Mientras que para el

plástico seleccionamos, debido a su alta resistencia a la corrosión, rayos UV y alta temperaturas. La selección entre ambos materiales se basó en sus propiedades (ver tablas 2.5 y 2.6), características técnicas y costos.

Tabla 2.5 Propiedades del acero inoxidable AISI 316

Densidad	8.03 g/cm ³
Punto de fusión	1370-1398 °C
Calor específico (Capacidad calorífica específica)	500 J/(Kg·K) a 20 °C
Resistividad eléctrica	0.74 μΩ·m (20°C)
Permeabilidad magnética	1.02 (Aproximado)
Modulo elástico	193 GPa (28×10 ⁶ psi)
Difusividad térmica	4.05 mm ² /s
Coeficiente de conductividad térmica	12.1 (20 °C)
	16.3 (100 °C)
	21.5 (500 °C)
Coeficiente de dilatación lineal	15.9 (20-100 °C)
	16.2 (20-300 °C)
	17.5 (20-500 °C)

Tabla 2.6 Propiedades del polietileno de alta densidad (HDPE)

Calor Específico (J K ⁻¹ kg ⁻¹)	1900
Coeficiente de Expansión Térmica (x10 ⁻⁶ K ⁻¹)	100-200
Conductividad Térmica a 23C (W m ⁻¹ K ⁻¹)	0,45-0,52
Temperatura de Deflexión en Caliente - 0.45MPa (C)	75
Temperatura de Deflexión en Caliente - 1.8MPa (C)	46
Temperatura Máxima de Utilización (C)	55-120

Bajo estas condiciones (ver tabla 2.5 y 2.6) acerca de sus propiedades y características se observa que el material óptimo para estos tanques sería acero

inoxidable AISI 316, pero el costo de este material es altamente elevado en comparación con un policloruro de vinilo (PVC), bajo la premisa que dicho sistema será utilizado para fines prácticos de investigación en un laboratorio la decisión final se basó en el factor costo optando por tanques plásticos.

2.4.4 Especificaciones de cajas o cesta para la depuración

Para la selección de las cajas del sistema de depuración, se considera que estas permitan un fácil manejo y evitar que las capas de moluscos impidan la apertura y filtración de agua de mar de los animales que se encuentran en niveles inferiores, por lo tanto, estas cajas deben poseer suficientes ranuras que permitan una libre circulación del agua y fácil evacuación de las heces que expulsan durante el proceso.

Dada estas condiciones, se seleccionó cajas de HDPE, por su alta resistencia al impacto, este material se mantiene en óptimas condiciones ante bajas temperaturas, impermeabilidad y una alta resistencia a productos químicos (ver tabla 2.6). Las dimensiones de las cajas requeridas para los tanques de depuración son 600 mm de largo x 400 mm de ancho x 130 mm de alto, en base a esto se calculó que para el tanque seleccionado de 500 lts, el número de cajas a colocar por tanque serán máximo 6.

2.4.5 Especificaciones del filtro de arena

En base al diseño propuesto, se requiere colocar un filtro de arena antes del tanque de almacenamiento de tal forma que este actúe en la retención de partículas en suspensión presentes en el agua de mar que es proporcionada por un tanquero.

Su funcionamiento se base en recolectar cualquier partícula a través de un lecho de arena, las cuales quedan atrapadas en los espacios entre los granos de arena, de tal manera que el agua que pase al tanque de almacenamiento posea una mínima cantidad de contaminantes y disminuya su turbidez.

Especificaciones del filtro de sedimentación

El filtro de sedimentación actúa como barrera para retener los sedimentos que se encuentren presentes en el agua y las partículas en suspensión más pequeñas que no fueron filtradas por el filtro de arena, las cuales son causantes de turbidez, es decir a mayor cantidad de partículas sólidas mayor grado de turbidez y menor calidad del agua.

Para el diseño se optó por colocar estos filtros en la zona de alimentación luego de la bomba que alimentara a los tanques de depuración y en las estaciones de depuración, dado que al momento de depurar los moluscos estos desprenden partículas que tengan adheridas, las cuales caen al tanque de depuración.

Dadas los requerimientos expuestos se seleccionó filtros de bolsas, las cuales están constituidos por una bolsa de polietileno dentro de una carcasa plástica, la bolsa tiene como función principal atrapar las pequeñas partículas a través de sus poros permeables durante la circulación del agua.

2.4.6 Especificaciones del sistema UV (luz ultravioleta)

La luz ultravioleta (UV) se utiliza para la desinfección de agua potable, residuales e industriales de varias calidades. Los sistemas de desinfección UV son diseñados según su aplicación, garantizando la calidad del agua que se está desinfectando y los objetivos de desinfección buscados.

Entre las alternativas planteadas para depuración del agua (ver sección 2.3), se optó que este proceso sea realizado mediante luz UV, dado que este tipo de sistemas poseen un mecanismo de desinfección el cual consiste en la dimerización del ADN, es decir que los microorganismos son inactivados provocando un daño fotoquímico en sus ácidos nucleicos cuando la longitud de onda está en un rango de 200 – 280 nm, es importante tener en cuenta este rango al momento de seleccionar una lámpara dentro de estos valores, pues en el caso de las bacterias y otros microbios estos pueden fotorepararse después de un periodo de 2 a 3 horas, si la longitud de onda a la que se encuentran expuestos está en un rango de 300 – 500 nm.

Otro de los parámetros a considerar en la selección es la velocidad de circulación del agua al atravesar este sistema, está relacionada con la eficiencia de lámpara,

dado que a mayor velocidad del fluido el proceso de purificación pierde su eficiencia.

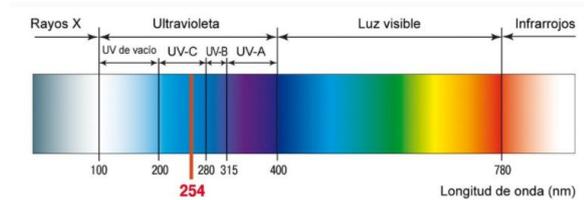


Figura 2.2 Espectro electromagnético

Entre los factores que intervienen en la eficiencia al seleccionar la lámpara de luz UV correcta está la turbidez y materia en suspensión. Estos se comportan como escudos de los agentes patógenos ante la dosis de UV, por lo cual se sugiere trabajar a una filtración baja de 40 micrones y 3 NTU de turbidez, además la vida útil según el fabricante recomienda que esta se cambie cuando se encuentren al 20% de su vida útil, para asegurar la calidad en la purificación del agua.

Bajo estos parámetros podemos asegurar que el proceso de purificación es efectivo y se logrará inactivar los diversos virus y/o bacterias como *Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, *S. paratyphi*, Otras *Salmonella*, *Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio vulnificus*, *Vibrio cholerae*, *Campylobacter spp.*, *Listeria monocytogenes*, Norovirus, virus de la hepatitis A, entre otros que están presentes en los moluscos bivalvos.

2.4.7 Diseño del sistema de circulación y tuberías

El sistema de depuración estará conformado por un tanque de almacenamiento que mediante una bomba alimentará a tres estaciones en las cuales se colocarán los moluscos y finalizado el proceso se llevará el agua de cada una de las estaciones a un tanque de descarga.

Las estaciones antes mencionadas estarán compuestas por un sistema UV, filtro de sedimentación, sistema de tuberías, válvulas de paso y una bomba que realizará el proceso de circulación del agua durante la depuración de los especímenes. En el diseño del sistema de tuberías se considerará redes de

distribución en serie y paralelo (ver figura 2.3), en caso de las estaciones de depuración se optó por un sistema de recirculación de agua dada sus ventajas tal como se menciona en la sección 2.3.

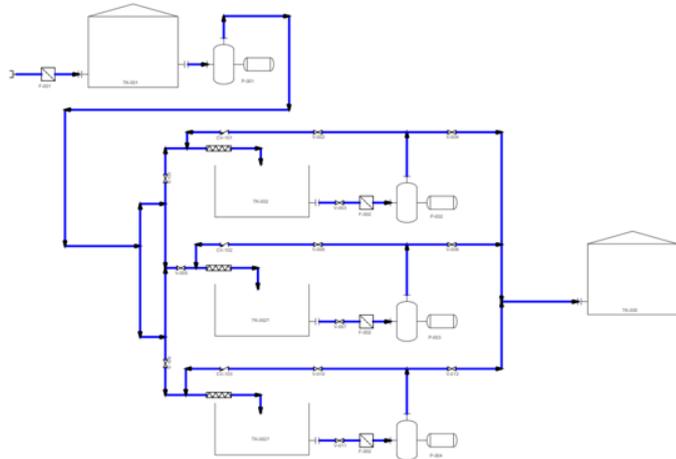


Figura 2.3 Red del sistema de tuberías

Dado que el fluido que atravesara por las tuberías es agua salada el material tiene que ser anticorrosivo, resistente a las condiciones ambientales que se encontrara expuesto y alta resistencia al impacto, por lo cual el material más apropiado para estas y sus componentes es el PVC por sus características técnicas y propiedades (ver tabla 2.7).

Tabla 2.7 Características técnicas y propiedades del PVC

Propiedades	Calor Específico ($J K^{-1} kg^{-1}$)	1000-1500
	Coefficiente de Expansión Térmica ($\times 10^{-6} K^{-1}$)	75-100
	Conductividad Térmica a 23C ($W m^{-1} K^{-1}$)	0,12-0,25
	Temperatura Máxima de Utilización (C)	50-75
	Temperatura Mínima de Utilización (C)	-30
	Temperatura de Deflación en Caliente - 0.45MPa (C)	70
	Temperatura de Deflación en Caliente - 1.8MPa (C)	67
Características técnicas	Resistencia a altas temperaturas	Buena
	Resistencia al impacto	Alta
	Resistencia a la tracción	Alta
	Resistencia a la corrosión	Buena

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS y ANÁLISIS

En esta sección se presenta el diseño final del sistema de depuración, los componentes seleccionados, la red de distribución de tuberías para las estaciones de depuración y el sistema.

También se presenta el análisis de costos, en el cual se detalla los gastos que se generaran al momento de construir el modelo propuesto, se incluyen los valores de costos por componentes, mano de obra y mantenimiento de tal forma que se realice una estimación del presupuesto que se invertirá para implementar este sistema.

3.1 Diseño final del sistema de depuración

En la figura 3.1, se observa el diseño final propuesto para el sistema el cual consistente en un tanque de almacenamiento que alimentara mediante una bomba a tres estaciones de depuración, cada una de ellas se conforman por un tanque para depuración de moluscos, cestas, sistema de luz UV, filtro de sedimentación, válvulas y un sistema de tuberías, el cual se encuentra conectado a una bomba independiente que permite la recirculación del agua (ver figura 3.2), finalizado el proceso se purgara el agua hacia una tanque de descarga.

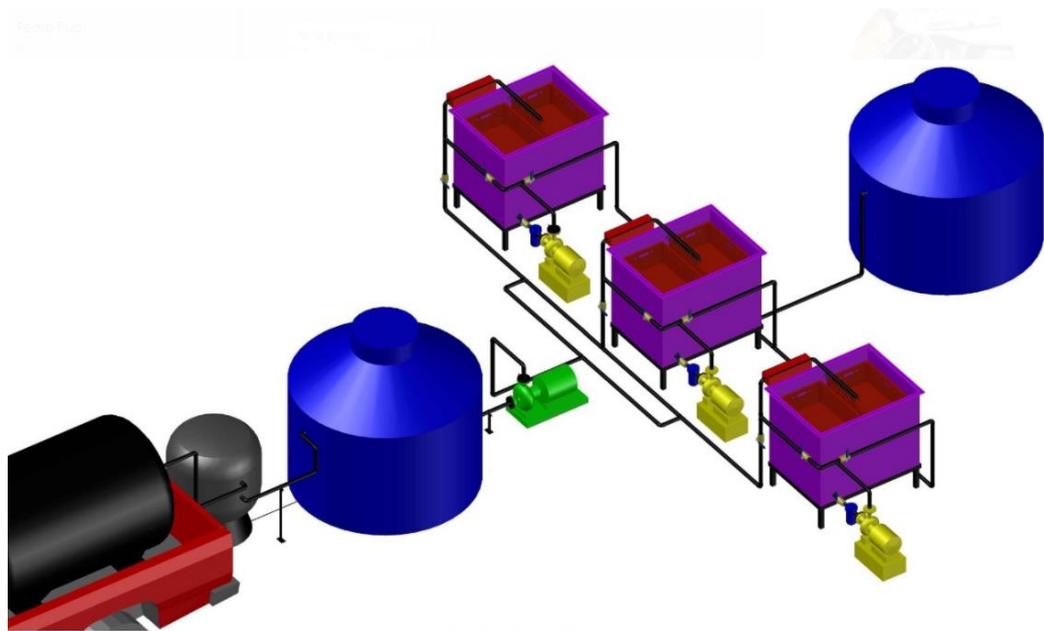


Figura 3.1 Diseño final del sistema de depuración para moluscos bivalvos con recirculación de agua, a nivel de laboratorio.

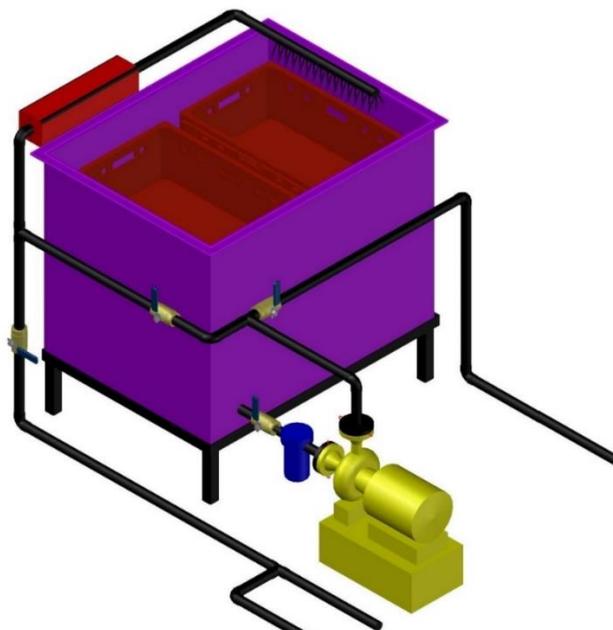


Figura 3.2 Estación de depuración para moluscos bivalvos con recirculación de agua.

3.2 Selección del tanque de depuración

La selección del tanque de depuración se basó en el material y los requisitos dados por el cliente, quien indicó que estos debían tener una capacidad de 500 lts y soportar una carga de 664 kg. A partir de esto seleccionamos un tanque rectangular de 970 mm alto x 720 mm ancho x 780 mm altura, estas dimensiones cumplen con el apartado de la FAO acerca de las especificaciones para tanques para sistemas a pequeña escala, el cual estará fabricado en HDPE. Bajo estas consideraciones se realizó una simulación mediante el programa Fusión 360 para análisis de esfuerzo estático considerando una carga distribuida (que será el peso de los moluscos y gavetas dentro de tanque).

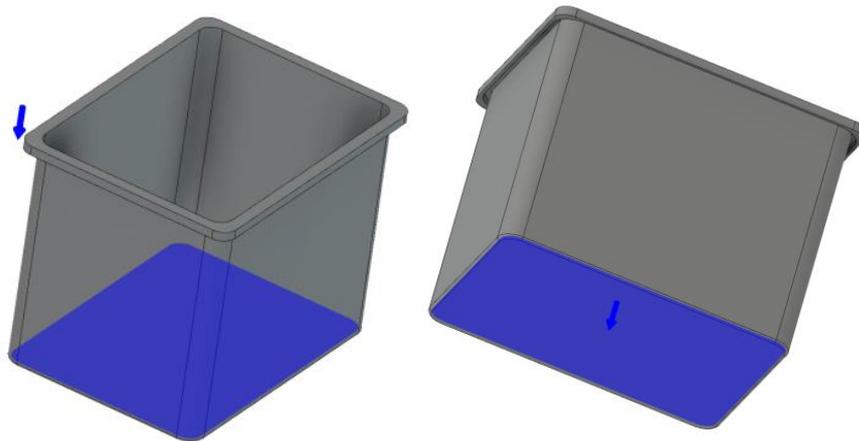


Figura 3.3.- Vistas del tanque de polietileno de alta densidad, con aplicación de fuerza en el eje z y ubicación de presión hidrostática.

En la figura 3.3 se podemos apreciar las vistas, aplicación de la fuerzas y ubicación donde se hará la simulación de presión hidrostática. Para nuestra aplicación usamos una carga de 664 kgf. Y restringimos también el movimiento de la base porque el tanque estará apoyado en el fondo.

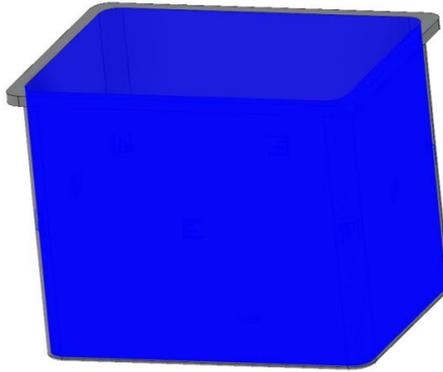


Figura 3.4.- Simulación de líquido dentro del tanque.

Posterior a la simulación, obtuvimos que el rango de valores entre los cuales se pueden escoger como factor de seguridad para diseñar el tanque de polietileno está entre 4.3 y 15, los valores que excedan de este rango pueden producir fisuras o fracturas en las paredes o aristas del tanque, como podemos observar en la figura 3.4.

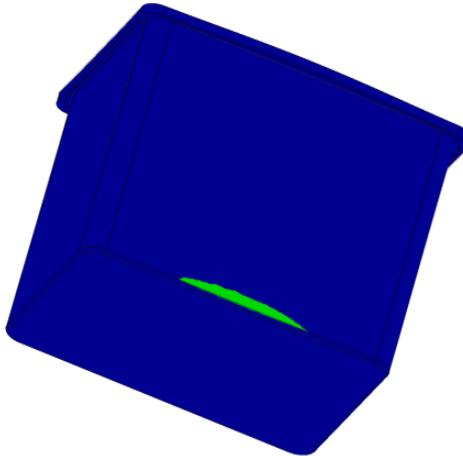


Figura 3.5.- Ilustración generada en factor de seguridad.

Encontramos también que el rango de valores aplicable para Von Mises fue de 0.002726Mpa como mínimo aplicable, y 6.53Mpa como valor máximo, y mediante la observación de la simulación observamos que el esfuerzo máximo se encuentra en la arista inferior (ver figura 3.6).

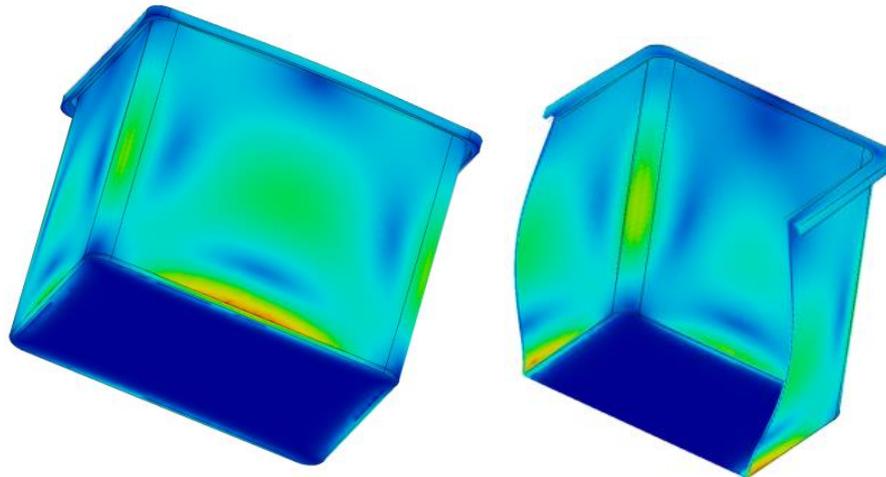


Figura 3.6.- Ilustración generada para Von Mises en vista completa y vista en corte del tanque de polietileno.

El desplazamiento máximo de las paredes que va a suceder en el tanque es de 24.38 mm, debido a la presión del agua ejercida contra las paredes del tanque y visualizada como una porción de material con un rango de colores que van desde el amarillo hasta el rojo, como su punto máximo de desplazamiento.

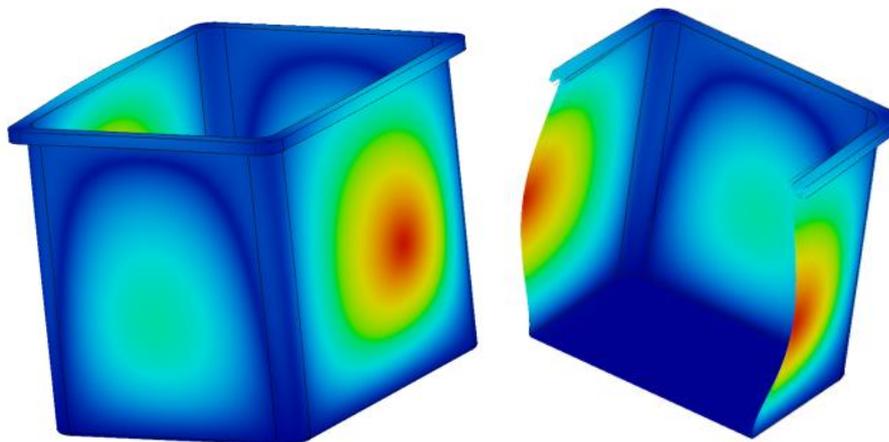


Figura 3.7.- Desplazamiento máximo de las paredes en vista total y vista en corte, del tanque de polietileno.

3.2.1 Cálculo de la estructura base del tanque de depuración

Para calcular la estructura base del tanque debemos considerar varios aspectos, tales como:

- a. Volumen del tanque de agua

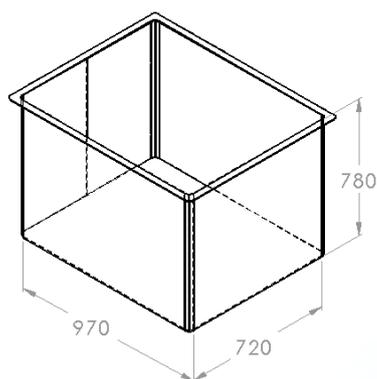


Figura 3.8 Diseño final del sistema de depuración para moluscos bivalvos con recirculación de agua, a nivel de laboratorio.

De manera general tenemos que:

$$V = A \times B \times C \quad (3.1)$$

Donde:

- V= Volumen del tanque [m³]
- A= ancho del tanque [m]
- B= Alto del tanque [m]
- C= Largo del tanque [m]

Entonces de la ecuación 1 obtenemos que:

$$V = (0.8 \times 0.7 \times 1)$$

$$V = 0.56 \text{ m}^3$$

Peso de los moluscos bivalvos en una gaveta:

Para la deposición de los moluscos bivalvos *Anadara tuberculosa* / *Anadara similis* o también llamada concha prieta, se utilizará una gaveta plástica. Cuyas medidas generales son las siguientes:

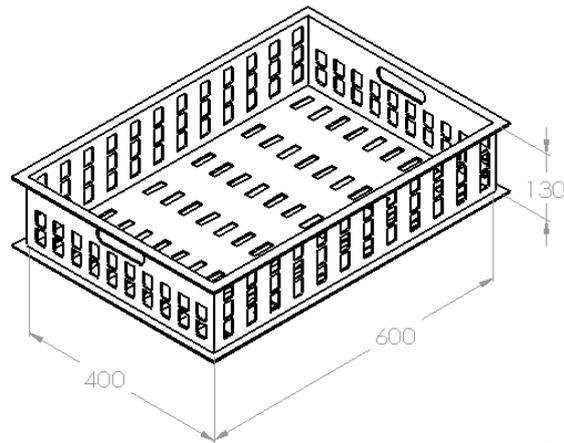


Figura 3.9.- Cestas del tanque de depuración.

La talla de comercialización de la *Anadara tuberculosa* o *concha prieta* es de 5 cm. Valor obtenido de la FAO (documento técnico de pesca).

A partir de esta manera información tenemos:

$$I1 = \frac{LG}{TC} \quad (3.2)$$

$$I2 = \frac{AG}{TC} \quad (3.3)$$

Donde:

- I1= número de individuos según largo de gaveta [und o individuos]
- I2= número de individuos según ancho de gaveta [und o individuos]
- LG= Largo de la gaveta [m]
- AG= Ancho de la gaveta [m]
- TC= talla de comercialización [m]

Entonces de la ecuación 2:

$$I1 = \frac{0.6}{0.05}$$

$$I1 = 12 \text{ individuos}$$

Entonces de la ecuación 3:

$$I2 = \frac{0.4}{0.05}$$
$$I2 = 8 \text{ individuos}$$

De la ecuación 1 y 2, tenemos:

$$I = I1 \times I \quad (3.4)$$

Donde:

I= Número de individuos por gaveta [und o individuos]

Entonces de la ecuación 4:

$$I = I1 \times I2$$
$$I = 12 \times 8$$
$$I = 96 \text{ individuos en una gaveta}$$

Considerando que en el tanque de depuración tenemos 3 filas y dos columnas de gavetas, tenemos lo siguiente:

$$TI = G \times I \quad (3.5)$$

Donde:

- TI= Total de individuos [und o individuos]
- G= Número de gavetas [und]
- I= Número de individuos por gaveta [und o individuos]

Entonces de la ecuación 5:

$$TI = 6 \times 96$$
$$TI = 576 \text{ individuos.}$$

Para nuestro sistema de depuración tendremos un total de 576 individuos, donde cada Anadara tuberculosa o concha prieta, tiene un peso aproximado de 20 gramos, es decir:

$$PTI = PI \times TI \quad (3.6)$$

Donde:

- TI= Total de individuos [und o individuos]
- PI= Peso aproximado del individuo [gr]
- PTI= Peso total de los individuos [gr]

Entonces de la ecuación 6:

$$PTI = 20 \times 576$$
$$PTI = 11.520 \text{ gramos}$$
$$PTI = 11.520 \text{ Kg.}$$

Procedemos a calcular la masa de agua que ocupa el recipiente.

Dado que el volumen es de 0.56 m^3 , tenemos lo siguiente:

$$\gamma = \frac{m}{v} \quad (3.7)$$

Donde:

- γ = Densidad del agua de mar $\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$
- m = masa del volumen de agua [kg]
- v = volumen del agua del tanque de depuración [m^3]

Despejando la masa [m]:

$$m = \gamma v$$
$$m = 1025 \text{ kg} * 0.56 \text{ m}^3$$
$$m = 574 \text{ Kg}$$

Es decir, el peso total del sistema es de 585.52 Kg, que representa 574 Kg la masa de agua del tanque, más 11.52 Kg que representa el peso de los 576 moluscos o individuos, se considerará un 10% adicional como factor de seguridad al sistema. Es decir un peso de 644 Kg.

Para esto, partiremos de un diseño estructural con perfil cuadrado (tubo cuadrado), cuyas medidas son los siguientes 50 mm x50 mm x3 mm. (referencia tabla de DIPAC)

Para esto se realizará el cálculo de Pandeo y análisis de flexión en perfiles horizontales a la estructura. Para conocer si este diseño previo fallará.

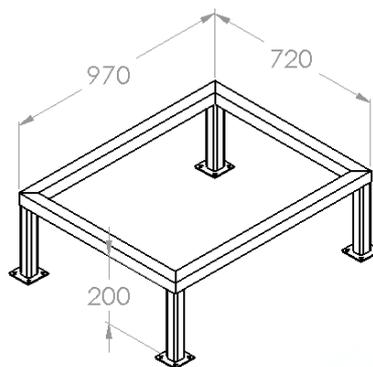


Figura 3.10.- Cestas del tanque de depuración.

Por tanto, tenemos lo siguiente:

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}} \quad (3.8)$$

Donde:

- r = radio de giro de masa [m]
- I = momento de inercia [m^4]
- A = área de la sección transversal del perfil [m]

$$r = \sqrt{\frac{21.2}{5.61}}$$

$$r = 1.943956 \text{ m}$$

Para el cálculo de la longitud efectiva tenemos que:

$$L_E = K * L \tag{3.9}$$

Donde:

- L_e = Longitud efectiva [m^2]
- K = factor de fijación de los extremos
- L = longitud de la columna [m]

Factor de fijación de los extremos mide el grado de limitación contra rotación de cada extremo. Se dan dos valores de K , valor teórico y el valor que por lo general se usa en situaciones prácticas.

<p>La forma de la columna pandeada se muestra con la línea de trazos</p>	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Valor teórico de k .	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Valores recomendados para el diseño cuando las restricciones reales se aproximan a las ideales.	0.65	0.80	1.2	1.0	2.10	2.0
Símbolos para las restricciones en los extremos.	Rotación restringida y traslación restringida.		Rotación restringida y traslación libre			
	Rotación libre y traslación restringida.		Rotación libre y traslación libre.			

Figura 3.11.- Cestas del tanque de depuración. (Silva,2017)

Por tanto:

$$L_E = K * L$$

$$L_E = 0.5 * 0.5$$

$$L_E = 0.25$$

Luego aplicamos la ecuación de Euler para carga crítica de pandeo, tenemos:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * E * I}{L_E^2} \quad (3.10)$$

Donde:

- P_{cr} = = carga crítica sometida de las columnas [**Kg**]
- E = Módulo de elasticidad [N/m²]
- I = Momento de inercia [cm⁴]
- L = longitud efectiva [m]

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * (200 \times 10^6) * (2.12 \times 10^{-7})}{0.25^2}$$

$$P_{cr} = 6695.54 \text{ kg}$$

$$6695.54 \text{ Kg} > 616 \text{ Kg}$$

Obtenemos que el peso total del sistema no supera a la carga crítica que soporta las columnas, por lo tanto, podemos decir que la estructura soportante elevada no fallará.

Análisis de flexión en perfiles horizontales

Se tiene una carga total de 644kg sobre la estructura. Para este análisis se trabajará con el caso extremo en que toda la carga se encuentra concentrada en las vigas de 1m, pues estas generarán el mayor momento flector debido a la mayor distancia entre apoyos. Asumiendo distribución simétrica de carga en cada lado, se modela cada viga como sometida a una carga uniforme de 322kgf/m=3155.6 N/m.

El esfuerzo cortante se obtiene integrando la carga p.

$$\Delta Q = -p * \Delta X \quad (3.11)$$

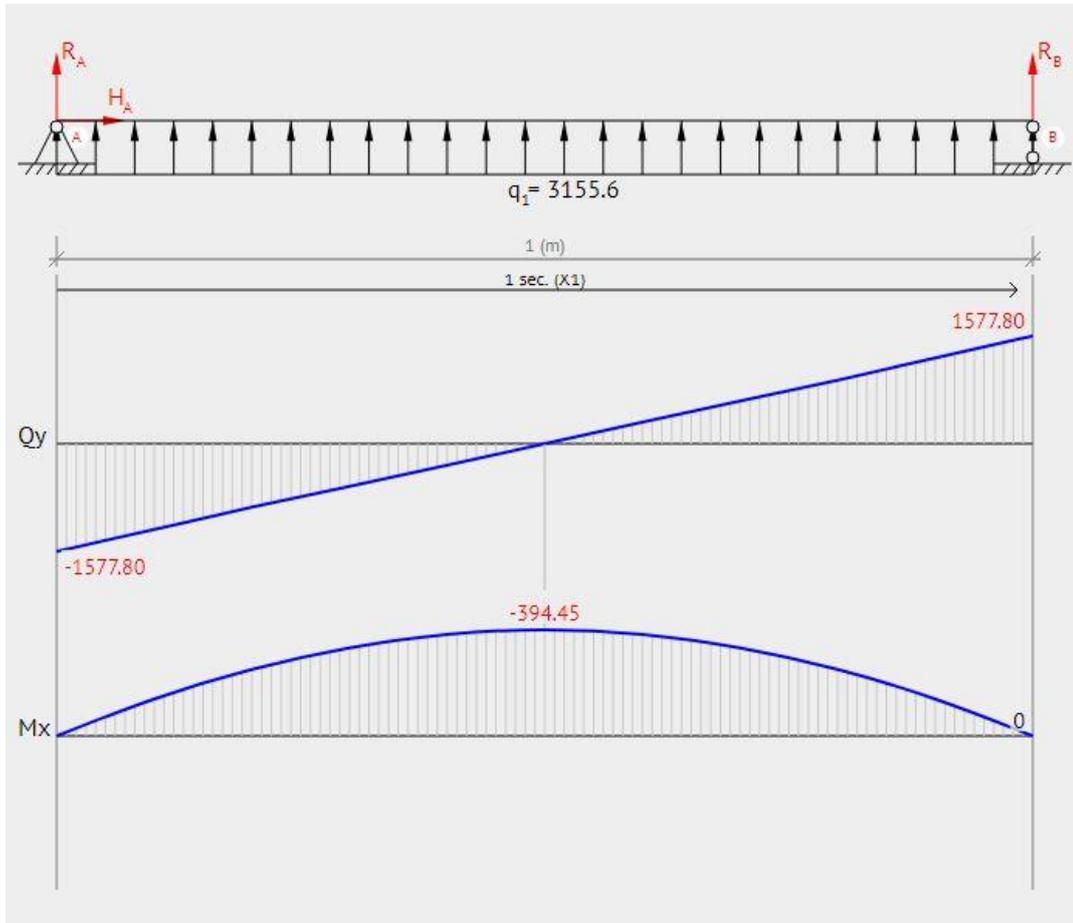


Figura 3.12.- Cestas del tanque de depuración. (Silva,2017)

Se obtiene que el momento flexor máximo es de 394.45 Nm. Para obtener la tensión máxima de flexión de la sección se tiene

$$\sigma_f = \frac{M}{W_x} \quad (3.12)$$

Donde \$W_x\$ es el módulo de resistencia a la flexión. De acuerdo con el fabricante de la viga, este es de \$4.48 \text{ cm}^3 = 4.48 \text{ e-6 m}^3\$

Dimensiones			Área	Ejes X-Xe Y-Y		
A mm	Espesor mm (e)	Peso Kg/m	Área cm ²	I cm ⁴	W cm ³	I cm ³
20	1.2	0.72	0.90	0.53	0.53	0.77
20	1.5	0.88	1.05	0.58	0.58	0.74
20	2.0	1.15	1.34	0.69	0.69	0.72
25	1.2	0.90	1.14	1.08	0.87	0.97
25	1.5	1.12	1.35	1.21	0.97	0.95
25	2.0	1.47	1.74	1.48	1.18	0.92
30	1.2	1.09	1.38	1.91	1.28	1.18
30	1.5	1.35	1.65	2.19	1.46	1.15
30	2.0	1.78	2.14	2.71	1.81	1.13
40	1.2	1.47	1.80	4.38	2.19	1.25
40	1.5	1.82	2.25	5.48	2.74	1.56
40	2.0	2.41	2.94	6.93	3.46	1.54
40	3.0	3.54	4.44	10.20	5.10	1.52
50	1.5	2.29	2.85	11.06	4.42	1.97
50	2.0	3.03	3.74	14.13	5.65	1.94
50	3.0	4.48	5.61	21.20	4.48	1.91
60	2.0	3.66	3.74	21.26	7.09	2.39
60	3.0	5.42	6.61	35.06	11.69	2.34
75	2.0	4.52	5.74	50.47	13.46	2.97
75	3.0	6.71	8.41	71.54	19.08	2.92
75	4.0	8.59	10.95	89.98	24.00	2.87
100	2.0	6.17	7.74	122.99	24.60	3.99
100	3.0	9.17	11.41	176.95	35.39	3.94
100	4.0	12.13	14.95	226.09	45.22	3.89
100	5.0	14.40	18.36	270.57	54.11	3.84

Figura 3.13.- Cestas del tanque de depuración. (Silva,2017)

La tensión máxima σ que soportará la viga entonces es de 88MPa, menor que los 285 MPa del límite de fluencia del acero indicado por el fabricante.

3.3 Selección del filtro de arena

Para el sistema de depuración, se requiere que el agua que ingresa al tanque de almacenamiento tenga la menor cantidad de partículas suspendidas estos filtran las partículas de mayor tamaño, para la selección nos basamos un filtro que sea capaz de purificar 2500 l, se optó por un filtro de **marca PENTAIR, Modelo A8000-100** con las siguientes características:

- Área de filtrado: 4.9 pie²
- Gravilla requerida 150 lbs.



Figura 3.14.- Filtro de arena Pentair.

3.4 Selección del filtro de sedimentación

Para el sistema de depuración se seleccionó un filtro de sedimentación con la finalidad de retener las partículas de arena, tierra y sedimentos de 1μ , para evitar en lo posible la obstrucción en las tuberías o provocar daños en el impeller de la bomba de recirculación.

Se seleccionó un filtro de marca PENTEK, Modelo PBH-410 con las siguientes características:

- Presión máxima 100 psi (6.9 bar).
- Conexión de entrada y salida de 1".
- Material: polipropileno reforzado.
- Dimensiones: 333 mm x 184 mm (13 1/2" x 7 1/4").



Figura 3.15.- Filtro de sedimentación PENTEK

3.5 Selección del Sistema UV

Para el sistema de depuración diseñar se necesitará implementar un sistema UV, para la purificación del agua en la cual se encontrarán los especímenes, en base al requerimiento de la longitud de onda y caudal se seleccionó un sistema UV, **marca AquaUv, modelo STL12** con las siguientes características:

- longitud de onda: 258 nm,
- potencia: 39W,
- dosis: 30 mj/cm²
- caudal: 3 m³
- tiempo de vida: 10000 horas.

Se debe tener en cuenta que entre más rápido circule el fluido a través del sistema menor va a ser la radiación, por lo tanto el proceso purificación no será efectivo.



Figura 3.16.- Filtro de sedimentación Aqua UV.

Dimensionamiento de bombas para estaciones individuales de circulación

Para la selección de las tuberías, se usó de criterio la velocidad de circulación del agua, según la FAO, se recomienda que para sistemas a pequeña escala la velocidad mínima sea 1.2 m³/h, otro requisito a considerar en la estación de depuración es sistema de luz UV, el cual indica que para lograr desactivar virus y/o bacterias, la longitud de onda de la lámpara debe estar en un rango de 200 – 300 nm, la eficiencia de la lámpara está relacionada con la velocidad a la que atraviesa el fluido por medio de esta, bajo esta premisa se seleccionó un sistema UV de la marca **AquaUv**, modelo **STL12**, que tiene una lámpara con una longitud de onda de **254 nm** y permite una velocidad de circulación máxima de 3 m³/h (ver figura 3.6). En base a estos requisitos se eligió trabajar a una velocidad de

circulación de 2.4 m³/h (el doble de la mínima requerida) que se encuentra dentro del rango establecido y se tomó en cuenta la entrada/salida del sistema UV es 25.4 mm (1in).

Model	SLT12	SLT24	SLT36	SLT50	SLT80	SLT100	SLT150
Flow Rate	12 gpm (3 m ³ /hr.)	24 gpm (6 m ³ /hr.)	36 gpm (8 m ³ /hr.)	50 gpm (11 m ³ /hr.)	80 gpm (18 m ³ /hr.)	100 gpm (23 m ³ /hr.)	150 gpm (34 m ³ /hr.)
Inlet/Outlet Ports	1"		1-1/2"	2"		3"	
Dimensions	92.5x18x25cm (36.4"x7"x9.8")		92.5x25x42cm (36.4"x9.8"x16.5")			92.5x32x41cm (36.4"x12.6"x16.1")	
Material	Stainless Steel #304 (SS316 on Request)						
Lamp Part# /Watts	G36T5L/4-LT, 39 Watts, 425mA, 254nm			GHO36T5L/4-LT, 80 Watts, 800mA, 254nm			
Rated Life	10,000 Hours						
Power Consumption	50W	100W	150W	193W	265W	390W	590W
Quartz Sleeve Part#	QS890, length 890mm						
Ballast Part#	GDB42540L2 100V.-240V./50-60Hz.			GDB80095L2, 100V.-240V./50-60Hz.			
Numbers of Lamp/ Quartz Sleeve/Ballast	1	2	3	2	3	4	6
*Flow Rate Stated at 30mJ/cm ² based on 95% UVT of EOL (End of Lamp Life)							

Figura 3.17.- Ficha técnica del Sistema UV.

Dado que las tres estaciones están compuestas por los mismos componentes y el circuito es idéntico, se realizó el análisis en base a una, los valores obtenidos serán los mismos para cada una de ellas.

3.5.1 Régimen hidráulico

El número de Reynolds (Re) es un parámetro adimensional, el cual indica la relación entre las fuerzas de inercia y viscosidad o la fricción que ocurre en el interior de una corriente que circula en una tubería de sección circular, la cual se la expresa con la siguiente ecuación:

$$R_e = \frac{\nu D}{\mu} \quad (3.13)$$

Donde:

- v = velocidad del fluido (m/s)
- D = diámetro interno de la tubería PVC (0.0243 m)
- μ = viscosidad cinemática del agua de mar

Este puede ser:

Régimen laminar: $Re < 2000$

Zona crítica o de transición: $2000 < Re < 4000$

Régimen turbulento: $Re > 4000$

La velocidad del fluido se calculará a través de la ecuación:

$$v = \frac{Q}{\frac{\pi \cdot D^2}{4}} \quad (3.14)$$

Donde:

Q = caudal (0.00067 m³/s)

D = diámetro interno de la tubería PVC (0.0243 m)

Calculando la velocidad obtenemos:

$$v = \frac{0.00067 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{\pi \cdot (0.0243)^2}{4}}$$
$$v = 1.437 \text{ m/s}$$

Una vez hallado el valor de la velocidad del fluido, se calculará el número de Reynolds:

$$R_e = \frac{(1.437 \text{ m/s}) (0.0243 \text{ m})}{9.5 \times 10^{-8}}$$
$$R_e = 37026.63$$

En base al resultado determinamos que el régimen del flujo es **turbulento**, por lo cual el factor de fricción se calcula por medio del **diagrama de**

Moody, para el cual se requiere conocer el valor del coeficiente de rugosidad absoluta (ϵ) del material de la tubería, para este sistema consideramos PVC, por lo tanto el coeficiente es igual a **0.015 mm** según la figura 2.3.

Material	Rugosidad absoluta ϵ (mm)
Concreto centrifugado nuevo**	0.16
Concreto centrifugado con protección bituminosa**	0.0015 a 0.125
Concreto de acabado liso**	0.025
Concreto alisado interiormente con cemento**	0.25
Concreto con acabado rugoso**	10.00
Acero bridado	0.91 a 9.10
Tubería de acero soldada	0.046
Acero comercial o hierro dulce	0.046
Hierro fundido asfaltado	0.120
Hierro fundido	0.260
Hierro fundido oxidado**	1.0 a 1.5
Hierro galvanizado	0.15
Madera cepillada	0.18 a 0.90
Arcilla vitrificada*	0.15
Asbesto cemento nuevo**	0.025
Asbesto cemento con protección interior de asfalto**	0.0015
Vidrio, cobre, latón, madera bien cepillada, acero nuevo soldado y con una mano interior de pintura, tubos de acero de precisión sin costura, serpentines industriales, plástico, hule. **	0.0015

Figura 3.18.- Coeficiente de rugosidad absoluta según su material

A partir del diagrama de Moody (ver figura 2.4), se obtiene, el factor de corrección en base a este diagrama es igual a **f= 0.021**.

$$\frac{\epsilon}{d} = \frac{0.0015}{25.4} \quad vs \quad Re = 35423.11$$

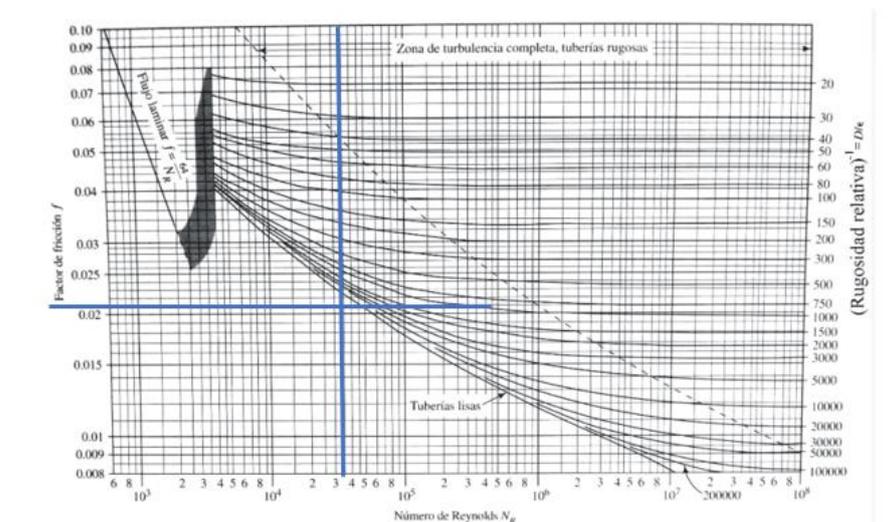


Figura 3.19.- Coeficiente de rugosidad absoluta según su material

3.5.2 Pérdidas de cargas en tuberías

Para el sistema de tuberías se considera que en el interior de estas existirán pérdidas lineales y singulares por lo cual las pérdidas totales se lo definen mediante la siguiente ecuación:

$$h_L = \sum h_f + \sum h_s \quad (3.14)$$

Donde:

- h_f : pérdidas lineales estas se producen por contacto entre el fluido y las paredes rugosas de las tuberías.
- h_s : pérdidas singulares, se presentan por los accesorios que se encuentran presentes en el sistema por ejemplo válvulas, codos, entre otros.

Pérdidas lineales

Para calcular estas pérdidas utilizamos la ecuación de Darcy Weisbach la cual se encuentra en función.

$$h_f = \frac{16}{\pi^2} \left(\frac{fL}{2g} \right) \frac{Q_{total}^2}{D^5} \quad (3.15)$$

Donde:

- f : factor de fricción
- L : longitud de tubería (m)
- D : diámetro interno de la tubería (m)
-

Mediante esta ecuación obtenemos las pérdidas lineales:

$$h_f = \frac{16}{\pi^2} \left(\frac{0.021 \cdot 2.87}{2(9.81)} \right) \frac{0.00067^2}{0.0243^5} = 0.26$$

$$h_f = 0.2 \text{ m}$$

Pérdidas singulares

Se calculo mediante la ecuación de acuerdo con la cantidad de accesorios que existan en el sistema

$$h_{acc} = \frac{16}{\pi^2} \left(\sum k_L + f \left(\frac{\sum L_e}{D} \right) \right) \frac{Q^2_{total}}{2gD^4} \quad (3.16)$$

Donde:

- k_L : pérdidas por accesorios a lo largo de la tubería.
- L_e : Longitud equivalente de accesorio.

En la tabla 3.2 se especifican los accesorios seleccionados para el sistema de tuberías.

Tabla 3.1.- Longitudes equivalentes de los accesorios para cálculos de pérdidas mayores.

Longitud equivalente relativa (Le/D)	Longitud equivalente (mm)	Cantidad	Subtotal
Le/D Codos 90°	20	4	80
Le/D Válvula rápida PVC	8	2	16
Le/D T como codo de 90°	20	2	40
Longitud equivalente relativa total			136

Accesorios	k	Cantidad	Total
Entrada brusca	0.5	1	0.5
Coefficiente de pérdidas menores total			0.5

3.5.3 Cálculo del cabezal de bomba

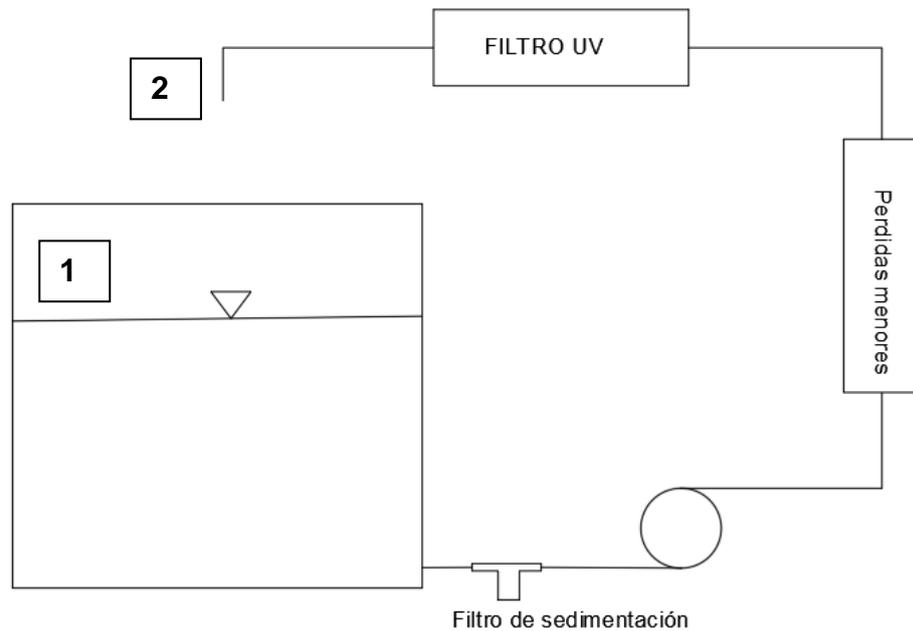


Figura 3.20.- Esquema simbólico del circuito de recirculación de cada tanque de depuración

Se utiliza la ecuación de Bernoulli entre los puntos de la superficie del tanque de depuración y la salida del tubo de recirculación, la diferencia de alturas es de 20 cm, la velocidad inicial en 1 se aproxima como cero, y tanto la superficie como el final del tubo se consideran a presión atmosférica. Se calcula el cabezal necesario de la bomba para que el caudal en el circuito sea de 2.4 m³/h.

$$z_1 + \frac{P_1}{\rho \cdot g} + \frac{v_1^2}{2g} + h_B = z_2 + \frac{P_2}{\rho \cdot g} + \frac{v_2^2}{2g} + h_L$$

$$h_B = (z_2 - z_1) + \frac{P_2 - P_1}{\rho \cdot g} + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} + h_L$$

$$h_B = 2.14 \text{ m}$$

3.5.4 Potencia de la bomba

$$P = \rho \cdot g \cdot Q_t \cdot h_b \quad (3.17)$$

Donde:

- ρ : densidad del agua salada
- g : gravedad (9,81 m/s²)
- Q_t : caudal a suministrar en (2.4 m³/s)
- h_b : altura dinámica total (m)

Tenemos que la potencia a la que trabajara la bomba es:

$$P = (1028,19 \text{ Kg/m}^3) \cdot (9,81 \text{ m/s}) \cdot (0,00067 \text{ m}^3/\text{s}) \cdot (2,40 \text{ m})$$

$$P = 0,017 \text{ kW}$$

3.5.5 Selección de la bomba de recirculación

Se necesita una bomba que provea 2.14m de cabezal para 2.4 m³/h, se selecciona una bomba para acuicultura **PM 21** de la marca **acuamain Pentair**, la cual coincide con un punto de operación cercano y dentro de nuestros límites de 1.2 m³/h y 3m³/h.

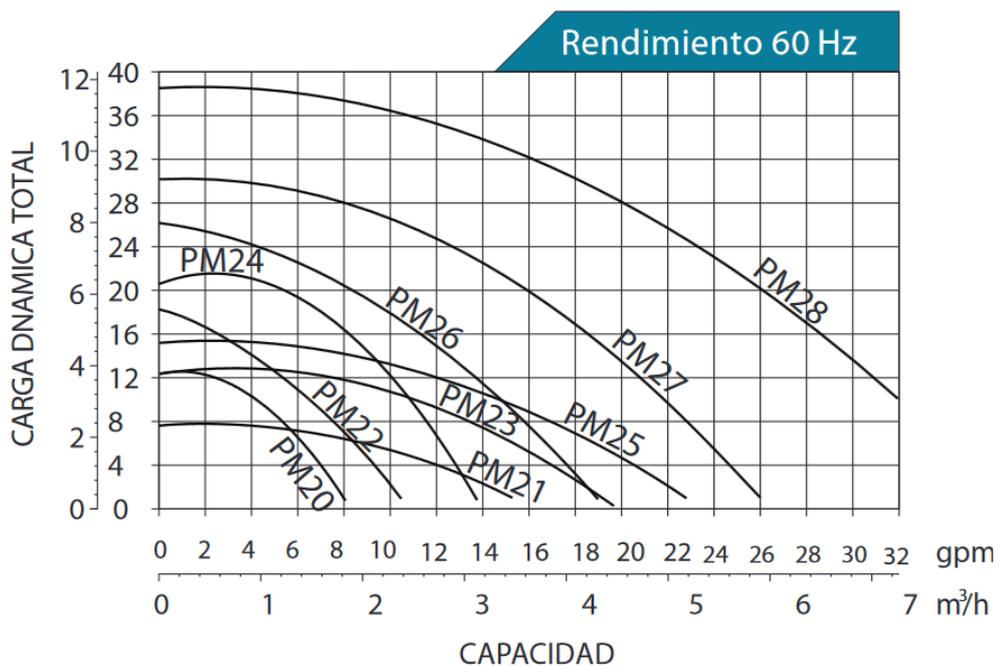


Figura 3.21.- Curvas de operación Bombas Pentair PM21



Figura 3.22.- Bomba Pentair, modelo PM21

3.6 Dimensionamiento de bomba para el tanque de almacenamiento

El sistema completo de depuración funciona en 3 configuraciones, el controlador del sistema manipula las válvulas de este de modo que se active solo uno de tres circuitos a la vez. En la primera configuración, el tanque de almacenamiento bombea agua salada a los 3 tanques de depuración, manteniéndose los circuitos de recirculación y descarga cerrados. La segunda configuración los 3 tanques de depuración recirculan agua filtrándola, cerrando el circuito de llenado y descarga, y la última configuración, las 3 bombas de recirculación son usadas para purgar los 3 tanques de depuración a un tanque de descarga.

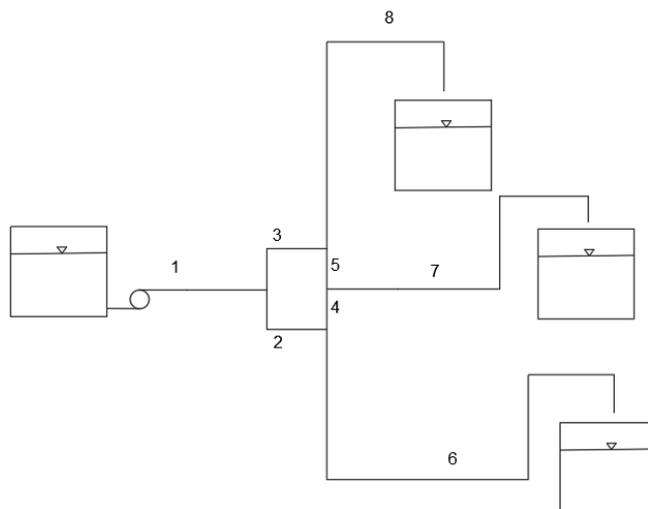


Figura 3.23.- Esquema simbólico del sistema en configuración de llenado, se numeran las 8 ramas del circuito, cada rama tiene sus respectivas pérdidas mayores y menores que no se han representado para mayor claridad de la topología del circuito.

Se desea seleccionar una bomba que mantenga los caudales de llenado Q6, Q7 y Q8 entre 1.2 y 3 m³/h para un apropiado funcionamiento del sistema.

Para esto se probarán varios valores de cabezal para la bomba en la rama 1 y se determinará cual es el mínimo valor de cabezal que resulte en valores aceptables en los flujos 6,7 y 8.

El sistema consta de 8 incógnitas (los caudales) y se necesitan 8 ecuaciones. Estas provienen de los análogos de las leyes de Kirchhoff para redes de tuberías, con la conservación de masa en cada nodo como primera ecuación, y la suma nula de caídas de cabezal en un lazo cerrado como segunda ecuación.

Las ecuaciones son:

$$Q_1 = Q_2 + Q_3$$

$$Q_3 = Q_5 + Q_8$$

$$Q_5 + Q_4 = Q_7$$

$$Q_2 = Q_4 + Q_6$$

$$(Z_{almacenamiento} - Z_{tanque\ de\ depuración\ 6}) + H_{bomba} = H_{1l} + H_{2l} + H_{6l}$$

$$H_{2l} + H_{4l} = H_{3l} + H_{5l}$$

$$H_{6l} = H_{4l} + H_{7l}$$

$$H_{8l} = H_{5l} + H_{7l}$$

Donde:

$$H_{L_i} = \left(K_{total_i} + f_i \left(\frac{L_i}{D_i} + \frac{L_{e_i}}{D_i} \right) \right) v_i^2 / 2g$$

representa las pérdidas de cabezal en cada ramal.

Estas ecuaciones representan un sistema de ecuaciones no lineales donde dado un cabezal de bomba y alturas para la superficie del agua de los tanques (se asume que la altura del agua de los 3 tanques de depuración es la misma), se obtienen los 8 caudales de las distintas ramas de la red.

Cabe resaltar que como es un proceso de llenado Δz varía con el tiempo entre 50 cm y -1.1m. Sin embargo, debido a la lentitud del proceso sigue siendo posible usar las ecuaciones de estado estable mostradas arriba. Para los cálculos se usa

el valor conservador de -1.1 m para la diferencia de nivel de agua entre los tanques.

Para resolver el sistema se tienen los siguientes parámetros para cada rama:

Tabla 3.2.- Longitudes equivalentes de los accesorios para cálculos de pérdidas menores.

PÉRDIDAS MENORES 1			
Distancia equivalente (Le/D)	Distancia equivalente (mm)	Cantidad	Subtotal
Le/D codos 90°	20		0
Le/D Válvula rápida PVC abierta	8	1	8
Distancia equivalente total			8

Minor loss coefficients (K)	K	Cantidad	Subtotal
Tee cruzando	2	3	6
Entrada	0.5		0
Coeficiente de pérdidas menores total			6

L(m)	D(mm)	Rugosidad(mm)
2.5	24.3	0.0015

Tabla 3.3.- Longitudes equivalentes de los accesorios para cálculos de pérdidas menores.

PÉRDIDAS MENORES 2			
Distancia equivalente (Le/D)	Distancia equivalente (mm)	Cantidad	Subtotal
Le/D codos 90°	20	1	20
Le/D Válvula rápida PVC abierta	8		0
Distancia equivalente total			20

Minor loss coefficients (K)	K	Cantidad	Subtotal
Tee cruzando	2	1	2
Entrada	0.5		0
Coeficiente de pérdidas menores total			2

L(m)	D(mm)	Rugosidad(mm)
1.3	24.3	0.0015

Tabla 3.4.- Longitudes equivalentes de los accesorios para cálculos de pérdidas menores.

PÉRDIDAS MENORES 3			
Distancia equivalente (Le/D)	Distancia equivalente (mm)	Cantidad	Subtotal
Le/D codos 90°	20	1	20
Le/D Válvula rápida PVC abierta	8		0
Distancia equivalente total			20

Minor loss coefficients (K)	K	Cantidad	Subtotal
Tee cruzando	2	1	2
Entrada	0.5		0
Coefficiente de pérdidas menores total			2

L(m)	D(mm)	Rugosidad(mm)
1,3	24,3	0,0015

Tabla 3.5.- Longitudes equivalentes de los accesorios para cálculos de pérdidas menores.

PÉRDIDAS MENORES 4			
Distancia equivalente (Le/D)	Distancia equivalente (mm)	Cantidad	Subtotal
Le/D codos 90°	20		0
Le/D Válvula rápida PVC abierta	8		0
Distancia equivalente total			0

Minor loss coefficients (K)	K	Cantidad	Subtotal
Tee cruzando	2		0
Entrada	0.5		0
Coefficiente de pérdidas menores total			0

L(m)	D(mm)	Rugosidad(mm)
1.1	24.3	0.0015

Tabla 3.6.- Longitudes equivalentes de los accesorios para cálculos de pérdidas menores.

PÉRDIDAS MENORES 5			
Distancia equivalente (Le/D)	Distancia equivalente (mm)	Cantidad	Subtotal
Le/D codos 90°	20		0
Le/D Válvula rápida PVC abierta	8		0
Distancia equivalente total			0

Minor loss coefficients (K)	K	Cantidad	Subtotal
Tee cruzando	2		0
Entrada	0.5		0
Coefficiente de pérdidas menores total			0

L(m)	D(mm)	Rugosidad(mm)
1.1	24.3	0.0015

Tabla 3.7.- Longitudes equivalentes de los accesorios para cálculos de pérdidas menores.

PÉRDIDAS MENORES 6			
Distancia equivalente (Le/D)	Distancia equivalente (mm)	Cantidad	Subtotal
Le/D codos 90°	20	3	60
Le/D Válvula rápida PVC abierta	8	1	8
Distancia equivalente total			68

Minor loss coefficients (K)	K	Cantidad	Subtotal
Tee cruzando	2		0
Entrada	0.5		0
Coefficiente de pérdidas menores total			0

L(m)	D(mm)	Rugosidad(mm)
2.7	24.3	0.0015

Tabla 3.8.- Longitudes equivalentes de los accesorios para cálculos de pérdidas menores.

PÉRDIDAS MENORES 7			
Distancia equivalente (Le/D)	Distancia equivalente (mm)	Cantidad	Subtotal
Le/D codos 90°	20	2	40
Le/D Válvula rápida PVC abierta	8	1	8
Distancia equivalente total			48

Minor loss coefficients (K)	K	Cantidad	Subtotal
Tee cruzando	2	1	2
Entrada	0.5		0
Coeficiente de pérdidas menores total			2

L(m)	D(mm)	Rugosidad(mm)
1.6	24.3	0.0015

Tabla 3.9.- Longitudes equivalentes de los accesorios para cálculos de pérdidas menores.

PÉRDIDAS MENORES 8			
Distancia equivalente (Le/D)	Distancia equivalente (mm)	Cantidad	Subtotal
Le/D codos 90°	20	3	60
Le/D Válvula rápida PVC abierta	8	1	8
Distancia equivalente total			68

Minor loss coefficients (K)	K	Cantidad	Subtotal
Tee cruzando	2		0
Entrada	0.5		0
Coeficiente de pérdidas menores total			0

L(m)	D(mm)	Rugosidad(mm)
2.57	24.3	0.0015

Insertando estos parámetros en el sistema de 8 ecuaciones es posible resolver los 8 caudales desconocidos una vez se ha establecido un caudal de bomba. Se encontró que un cabezal de bomba de 10 m llena los tanques de depuración en las ramas 6,7,8 con los caudales de **2.52, 2.23 y 2.55 m³/h** respectivamente, además de pasar un caudal de 7.3 m³/h por la bomba en la rama 1. Se necesita entonces **una bomba de 7.3 m³/h con 10 m de cabezal** que sea resistente al agua salada.

3.6.1 Selección de bomba de circuito de llenado

Se selecciona la bomba de acuicultura Acuamain Pentair PM42, como se puede observar en la curva de funcionamiento, el punto de operación será muy cercano al punto deseado por lo que se obtendrá un caudal que llene los tanques los más rápido posible sin evitar que funcionen los filtros UV.

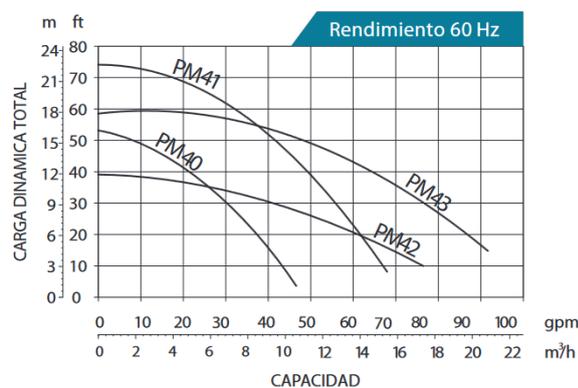


Figura 3.23.- Curva de operación de las bombas Pentair serie PM42



Figura 3.24.- Modelo escogido para circuito de llenado: bomba Acuamain Pentair modelo PM42

3.7 Análisis de costos

Se detalla los costos aproximados a invertir en el proyecto, los equipos y componentes fueron cotizados en el mercado nacional por lo cual los valores que se presentan tabla incluyen el IVA. A continuación, se presentan los costos clasificados en equipos, componentes, mano de obra, mantenimientos y costos indirectos.

3.7.1 Costos de componentes

En la tabla 3.12.- se describen los costos de cada uno de los componentes y equipos que conforman la parte mecánica del sistema de depuración para moluscos bivalvos, las cotizaciones fueron realizadas con proveedores nacionales que ofrecen equipos de calidad a costos accesibles.

Tabla 3.10.- Costos de los componentes del sistema de depuración

Cantidad	Descripción	Costo Unitario (USD)	Costo total (USD)
3	Tanques de HPDE (500 lts)	\$ 177,00	\$ 531,00
2	Tanques de HPDE (2500 lts)	\$ 209,08	\$ 418,16
18	Cajas plásticas (600 mm x 400 mm x 130 mm)	\$ 35,20	\$ 633,60
3	Bombas	\$ 350,00	\$ 1.050,00
1	Bomba	\$ 350,00	\$ 350,00
3	Sistemas luz UV	\$ 750,19	\$ 2.250,57
3	Carcasas para filtros de sedimentación	\$ 75,00	\$ 225,00
4	Fundas de polietileno para sedimentación	\$ 15,00	\$ 60,00
1	Filtro de arena	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00
15	Tuberías PVC (largo 6 m, diámetro 1 in)	\$ 2,66	\$ 39,90

24	Accesorio codo de 90°	\$ 0,21	\$ 5,04
3	Accesorio T	\$ 0,26	\$ 0,78
3	Válvula check	\$ 0,76	\$ 2,28
3	Perfil cuadrado de 2" x 3 mm de espesor	\$ 36,17	\$ 108,51
6	Válvula globo	\$ 2,00	\$ 12,00
Total			\$ 7.140,84

3.7.2 Costos por mano de obra

Para el cálculo de estos costos tomamos como referencia el documento salarios mínimos sectoriales y tarifas emitido por el ministerio de trabajo del Ecuador (ver apéndice G), se definió los costos la mano de obra para la construcción del prototipo. En la tabla 3.13, se indica el personal necesario y el tiempo estimado en el cual se desarrollará el proyecto.

Tabla 3.11.- Costos por mano de obra para fabricación del sistema

Personal técnico	No. trabajadores	Días laborables	Sueldo diario	Total
Soldador	1	5	\$ 20,00	\$ 100,00
Mecánico	2	10	\$ 20,00	\$ 200,00
Valor total				\$ 300,00

3.7.3 Costo de mantenimiento

Para el sistema se ha considerado realizar un mantenimiento preventivo anual, estos costos se calcularon en base a las acciones a realizar.

Tabla 3.12.- Costos por mano de obra para fabricación del sistema

Descripción de las actividades	Cantidad	Valor unitario (USD)	Costo total (USD)
Limpieza mecánica en el interior del tanque de depuración. (fondo y paredes).	3	\$ 15,00	\$ 45,00

Mantenimiento preventivo de la bomba de recirculación, comprende:			
Suministro y cambio de rodamientos.	4	\$ 280.0	\$ 1.120,00
Suministro y cambio de sello mecánico.			
Barnizado de motor eléctrico.			
Acabado de pintura anticorrosiva a carcasa.			
Limpieza de filtro de sedimentación, incluye cambio de filtro de manga.	4	\$ 45.00	\$ 180,00
Limpieza mecánica de la tubería perforada PVC para descarga y succión de agua. Limpieza de orificios en tubería.	3	\$ 10.00	\$ 30,00
Total			\$ 1.375,00

3.7.4 Costo total del proyecto

En esta sección se estima el valor total del proyecto en base a los costos de componentes, equipos, mano de obra y mantenimiento, cabe aclarar que el valor puede estar sujeto a variaciones dado que las proformas tienen una vigencia de 1 mes. En la tabla 3.15. se detalla los rubros considerados.

Tabla 3.13.- Costo total del proyecto

Descripción	Costo (USD)
Costos por componentes	\$ 10.000,00
Costos por mano de obra	\$ 300,00
Costos por mantenimiento	\$ 500,00
Costo total	\$ 10.800,00

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- La importancia de este proyecto radica en diseñar un sistema de depuración en el cual se asegure la eliminación de los diversos contaminantes microbianos causantes de enfermedades gastrointestinales, consiguiendo de esta manera especímenes aptos para su comercialización y consumo según las regularizaciones dadas por el estado, en este caso se diseñó un sistema a escala de laboratorio con la finalidad de analizar cuan factible son estos sistemas al depurar moluscos bivalvos.
- En el diseño del sistema se consideró dos variables, el método de purificación y sistema de circulación del agua en el tanque de depuración en la cual se encontrarán los especímenes, se presentaron varios criterios entre ellos técnicos, económicos, seguridad industrial y ambiental para la selección de la mejor alternativa. Por medio de estos se determinó el sistema de depuración que más se adecuó para cubrir las necesidades y requerimiento del cliente en este caso la facultad FCV- ESPOL.
- En base a las alternativas planteadas se puede concluir que el método de depuración para el agua más eficiente es aquel que se realiza mediante luz ultravioleta, dado que es capaz de desactivar virus y bacterias a una longitud de onda entre 200 nm a 300nm, asegurando un proceso de desinfección seguro, no es peligroso para los especímenes ni operarios, además el costo y mantenimiento de este tipo de sistemas es económico en comparación con otros.
- Se concluyó que el plástico es un material óptimo para los diferentes componentes del sistema de depuración, en el caso de los tanques y cestas se seleccionó HDPE, para las tuberías y sus accesorios el PVC, ambos poseen buenas propiedades mecánicas, son resistente a las condiciones ambientales

que se encontraran expuestos y su bajo costo en comparación con elementos de acero inoxidable.

- Los equipos tales como el sistema de luz ultravioleta, bombas y filtros de sedimentación deben ser resistentes a la corrosión, dado que estarán expuestos a agua de mar, la cual podría provocar daños y/o reducir el tiempo de vida de estos.
- Para el sistema de tuberías realizamos dos análisis uno de la estación de depuración y otro del sistema completo, en el cual se consideró las pérdidas por los accesorios y filtros de sedimentación a partir del análisis planteado se seleccionó las bombas adecuadas para un correcto funcionamiento del sistema.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda que el diseño propuesto provoque el menor daño posible a los moluscos, dado que, si estos se ven afectados con lesiones o mueren durante el proceso, la depuración no puede ser garantizada y el espécimen no será apto para el consumo humano.
- Al momento de la selección de los componentes como el tanque y las cestas se optó por un material plástico en este caso HDPE (polietileno de alta densidad), el cual es resistente a la corrosión, no contamina a las especies y tiene un bajo costo, en comparación con un acero inoxidable.
- Referente a las lámparas UV, se recomienda llevar un control de las horas de uso dado que el fabricante sugiere que estas se reemplacen por lo menos unas 100 horas antes de lo que indica ser el máximo periodo de vida útil.
- Se recomienda al operario que antes de ingresar los especímenes al sistema de depuración debe verificar que en los pasos previos a este proceso estos no tienen huéspedes internos (como por ejemplo estrellas de mar, algas, etcétera), resultaran con lesiones o muertos, en caso de que lo anteriormente

mencionado ocurriera la depuración será fallida y/o provocar un fallo en sistema por presencia de cuerpos extraños.

- Evitar que el lugar seleccionado para la instalación del equipo sea una zona expuesta a contaminantes, vibraciones o altas temperaturas dado que pueden afectar al sistema provocando fallos y/o reduciendo su tiempo de vida útil.
- Considerar que el operador debe tener conocimientos acerca del funcionamiento del sistema con recirculación y llevar un control de los parámetros fisicoquímicos, de tal forma de evitar fallos ocasionados por una mala manipulación.
- Dado que es un proyecto a escala de laboratorio, se seleccionó un filtro de arena, el cual se recomienda para la filtración de agua con cargas bajas o medianas de contaminantes por ejemplo para materia orgánica como inorgánica, algas, entre otras partículas que su máximo tamaño sean 20 micras.
- En el caso de los filtros de sedimentación se sugiere que estos sean tipo bolsas los cuales poseen una carcasa, que es recomendable elegir una de material plástico, este tipo de filtros suelen tener una mayor capacidad para la retención de partículas y son de fácil mantenimiento y limpieza.
- Se recomienda que finalizado el proceso de depuración se escoja una muestra de cada cesta, para realizarle un análisis microbiológico en las cuales se garantice que se redujo el nivel de contaminante, bacterias y virus según lo permitido por las organizaciones que regularizan el consumo de estos especímenes, verificando que el proceso de depuración es óptimo.
- Para la instalación del sistema de depuración el usuario deberá ubicar el mismo en un sitio que se encuentre libre de agentes contenientes y no se encuentre expuesto a vibraciones que puedan ocasionar estrés al molusco pues esto afectaría la calidad del proceso.

BIBLIOGRAFIA

LEE, R., & ABABOUCHE, L. (2010). DEPURACIÓN DE BIVALVOS: ASPECTOS FUNDAMENTALES Y PRÁCTICOS. FAO, 1(2), 5-9. [HTTP://WWW.FAO.ORG/3/I0201S/I0201S.PDF](http://www.fao.org/3/I0201S/I0201S.pdf)

DARRIGRAN, G. A. (2013). LOS MOLUSCOS BIVALVOS APORTES PARA SU ENSEÑANZA. EN LOS MOLUSCOS BIVALVOS (1 ED ED., PP. 6-9). LA PLATA. [HTTP://NATURALIS.FCNYM.UNLP.EDU.AR/REPOSITORIO/_DOCUMENTOS/SIPCYT/BFA003233.PDF](http://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar/repositorio/_documentos/sipcyt/bfa003233.pdf)

WHITE, F. M. (2004). FLUJOS VISCOSOS EN CONDUCTOS. EN MECÁNICA DE FLUIDOS (5.A ED., PP. 335-342). MCGRAW-HILL EDUCATION.

FOOD EQUIPMENT AMERICAN NATIONAL STANDARD NSF INTERNATIONAL STANDARD ANSI/NSF, NSF INTERNATIONAL, ANN ARBOR, MI, 48113

RAKOCY, J.E., MASSER, M.P. Y LOSORDO, T.M. 2006. RECIRCULATING AQUACULTURE TANK PRODUCTION SYSTEMS: AQUAPONICS— INTEGRATING FISH AND PLANT CULTURE. REPORT, SOUTHERN REGIONAL AQUACULTURE CENTER.

SEGOVIA, M., 2002. BIOFILTROS DE MEDIO EXPANDIBLE: UNA NUEVA OPCIÓN EN ACUICULTURA. PANORAMA ACUÍCOLA 7(5):10-11

MALONE, F.R Y BEECHER L. 2000. USE OF FLOATING BEAD FILTERS TO RECONDITION RECIRCULATING WATER IN WARMWATER AQUACULTURE PRODUCTION SYSTEMS. AQUACULTURE ENGINEERING. 22:57-73.

RAKOCY, J.E. 1997. INTEGRATING TILAPIA CULTURE WITH VEGETABLE HYDROPONICS IN RECIRCULATING SYSTEMS.

PIERCE, B.A. Y RAKOCY, J.E. (EDS.). TILAPIA AQUACULTURE IN THE AMERICAS. WORLD AQUACULTURE SOCIETY. BATON ROUGE, LA. PP. 163 -184

LEAL DIEGO, A. G., DORES RAMOS, A. P., MARQUES SOUZA, D. S., DURIGAN, M., GREINERT-GOULART, J. A., MORESCO, V., AMSTUTZ, R. C., MICOLI, A. H., ROMEU CANTUSIO NETO, CÉLIA REGINA MONTE BARARDI, & REGINA MAURA BUENO FRANCO.

(2013). SANITARY QUALITY OF EDIBLE BIVALVE MOLLUSKS IN SOUTHEASTERN BRAZIL USING AN UV BASED DEPURATION SYSTEM. OCEAN & COASTAL MANAGEMENT, 72, 93-100. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.OCECOAMAN.2011.07.010](https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2011.07.010)

ROBERT L., M. (2015). MECÁNICA DE FLUIDOS - 7A EDICIÓN (7.A ED.). PEARSON EDUCATION.

C. SORIO, J., & P. PERALTA, J. (2017). EVALUATION OF A SMALL SCALE UV-TREATED RECIRCULATING DEPURATION SYSTEM FOR OYSTERS (*CRASSOSTREA IREDALEI*). AMERICAN JOURNAL OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY, 5(4), 117-124. [HTTPS://DOI.ORG/10.12691/AJFST-5-4-1](https://doi.org/10.12691/AJFST-5-4-1)

ACUICULTURA, F. O. E., & DE ACUICULTURA, F. O. E. (2012). ENFERMEDADES DE MOLUSCOS BIVALVOS DE INTERES EN ACUICULTURA. FUNDACIÓN OBSERVATORIO ESPAÑOL DE ACUICULTURA. KOVITVADHI, S., KOVITVADHI, U., SAWANGWONG, P., & MACHADO, J. (2008). A LABORATORY-SCALE RECIRCULATING AQUACULTURE SYSTEM FOR JUVENILES OF FRESHWATER PEARL MUSSEL *HYRIOPSIS (LIMNOSCAPHA) MYERSIANA* (LEA, 1856). AQUACULTURE, 275(1-4), 169-177. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.AQUACULTURE.2007.12.029](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.12.029)

ANGULO, A.: METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS APLICANDO EL MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS, 101PP., TRABAJO DE DIPLOMA EN OPCIÓN AL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO, UNIVERSIDAD CATÓLICA DE LIMA, PERÚ. 2011.

CINGUALBRES, ESTRADA, ROBERTO.: ANÁLISIS NUMÉRICO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA DEL MODELO DE CASA DE CULTIVO ESPAÑOLA, UNIVERSIDAD DE HOLGUÍN, CUBA, 2007.

CARDENAS, HAROLD. CONSTRUCCIÓN DE TANQUES PARA ALMACENAMIENTO DE AGUA. CIMTE. CALÍ, COLOMBIA 1981.

BARDACH, J. E., J. H. RYTHER Y W. O. MCLARNEY. 1986. ACUACULTURA: CRIANZA Y CULTIVO DE ORGANISMOS MARINOS Y DE AGUA DULCE. EDITORIAL AGT EDITOR, S. A. 739 PP.

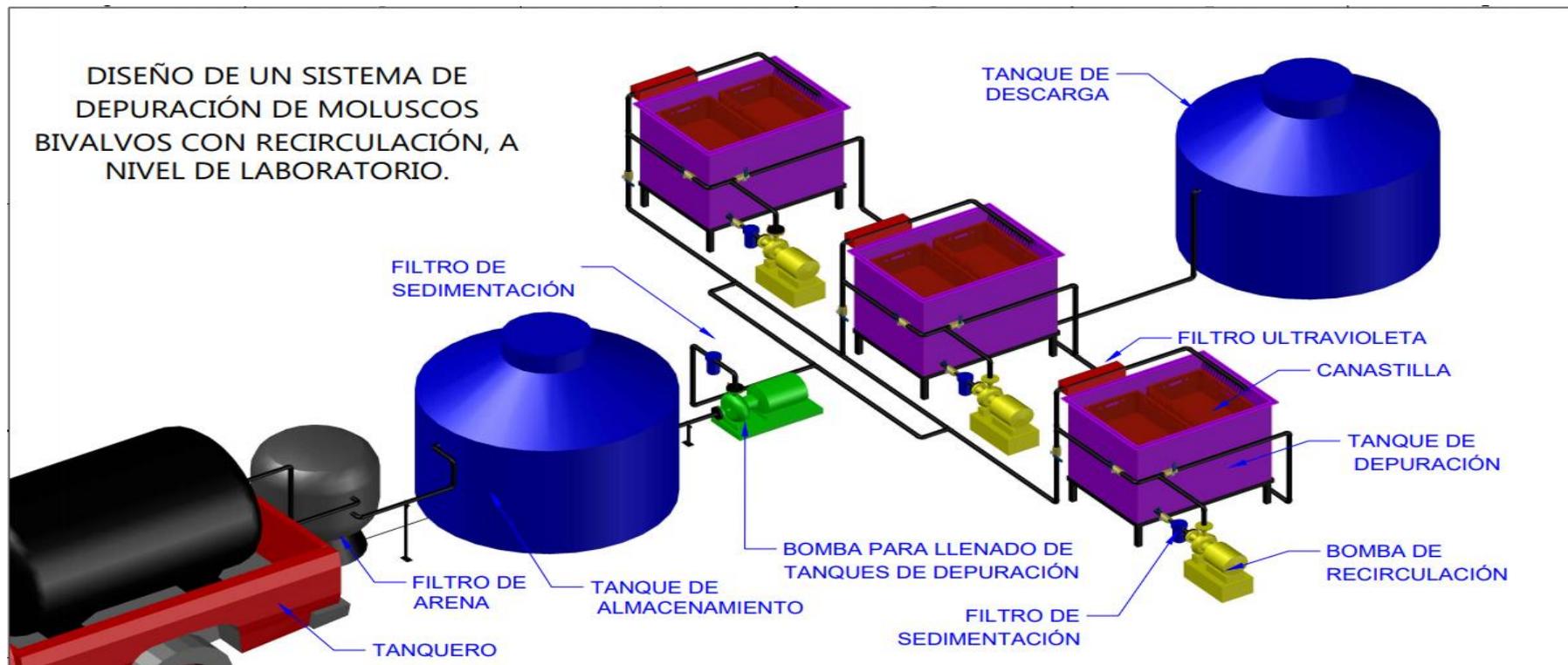
ÁLVAREZ-BORREGO, S. & J. ÁLVAREZ-BORREGO. 1982. TEMPORAL AND SPATIAL VARIABILITY OF TEMPERATURE IN TWO COASTAL LAGOONS. CALCOFI REPORTS, 23: 188-197. - ÁLVAREZ-BORREGO, S., G. BALLESTEROS-GRIJALVA & Y A. CHEE-BARRAGÁN. 1975.

ESTUDIO DE ALGUNAS VARIABLES FISICOQUÍMICAS SUPERFICIALES EN BAHÍA SAN QUINTÍN, EN VERANO, OTOÑO E INVIERNO. CIENCIAS MARINAS, 2 (2): 1-9.

APÉNDICES

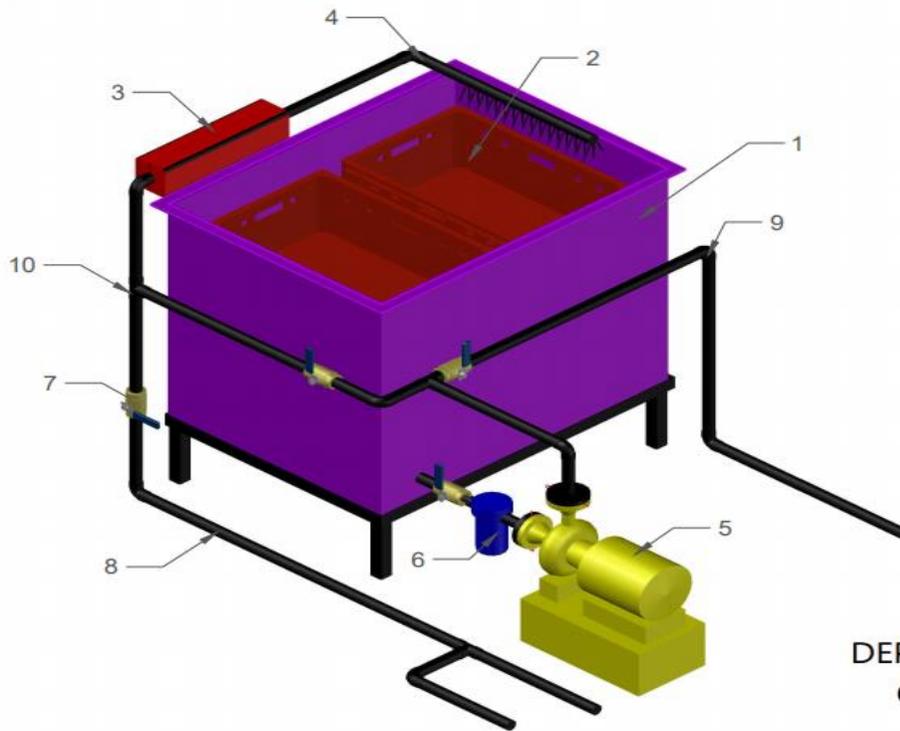
APÉNDICE A
PLANOS DE FABRICACIÓN

PLANO 1.- DISEÑO DE SISTEMA DE DEPURACIÓN DE MOLUSCOS BIVALVOS.



TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EN MM, A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO.	PLANO N°: 1	DISEÑO DE UN SISTEMA DE DEPURACIÓN PARA MOLUSCOS BIVALVOS CON RECIRCULACIÓN, A NIVEL DE LABORATORIO.	CANTIDAD: 1	ESCALA: 1:40	ESPOL
REVISIONES	VISTA: VISTA ISOMÉTRICA	MATERIAL: VARIOS	FIMCP		
OBSERVACIONES	DISEÑADO POR: ESTEPHANY NATHALY ADRIAN ERAZO PEDRO SEGUNDO RUIZ WONG	FECHA: 27/08/2020			
VISTA ISOMETRICA DEL MODELO FINAL A NIVEL DE LABORATORIO	REVISADO POR: PbD EMERITA ALEXANDRA DELGADO PLAZA PbD JORGE FRANCISCO SILVA LEON	REVISIÓN: 0			

PLANO 2.- VISTA SUPERIOR DEL SISTEMA DE DEPURACIÓN DE MOLUSCOS BIVALVOS.

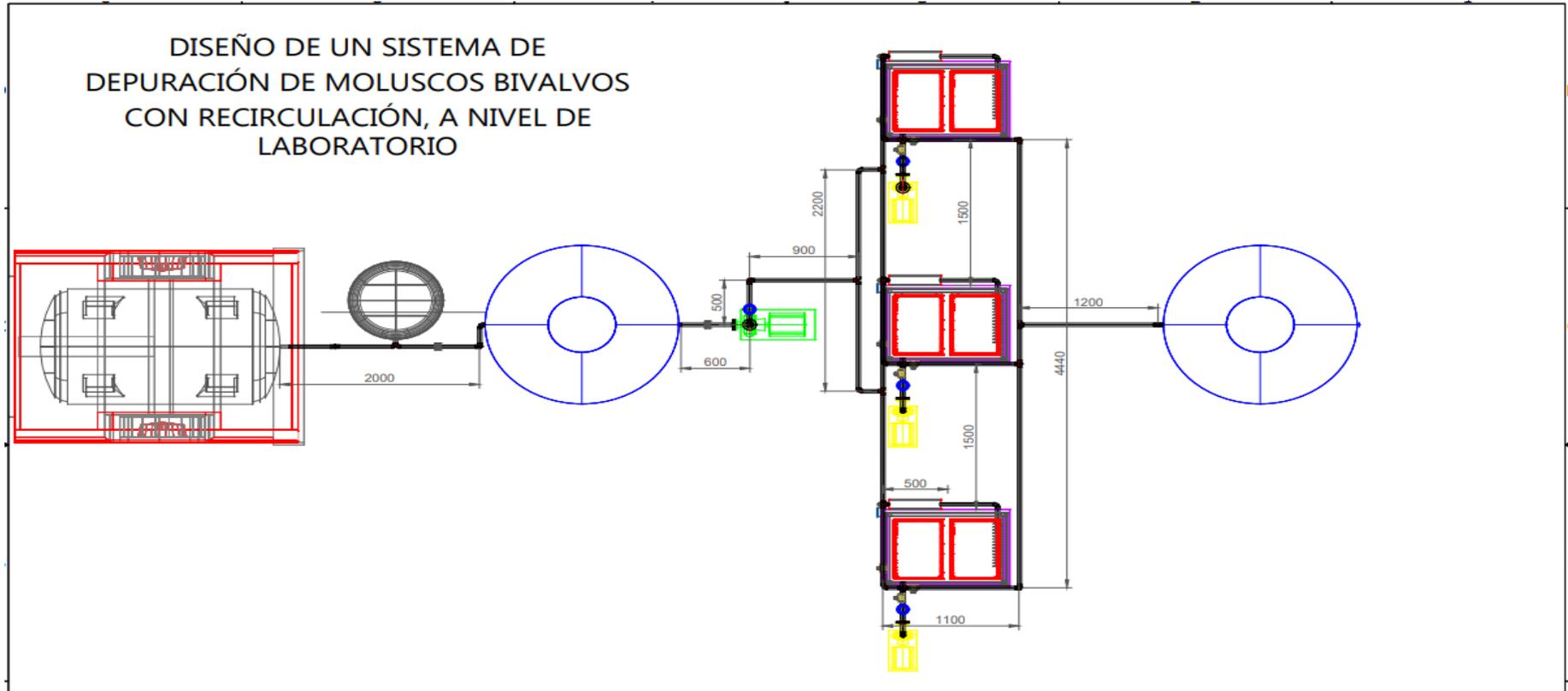


LISTA DE COMPONENTES		
ELMTO	CTDAD	Nº DE PIEZA
1	3	TANQUE DE DEPURACIÓN
2	18	CANASTILLAS PVC
3	3	FILTRO ULTRAVIOLETA
4	3	TUBO PVC PERFORADO
5	3	BOMBA RECIRCULACIÓN
6	3	FILTRO SEDIMENTACIÓN
7	14	VÁLVULA RÁPIDA PVC
8	1	TUBERÍA DE PVC DE 1" DE DIÁMETRO
9	28	CODOS 90° PVC DE 1"
10	12	TEE PVC DE 1"

DISEÑO DE UN SISTEMA DE DEPURACIÓN DE MOLUSCOS BIVALVOS CON RECIRCULACIÓN, A NIVEL DE LABORATORIO

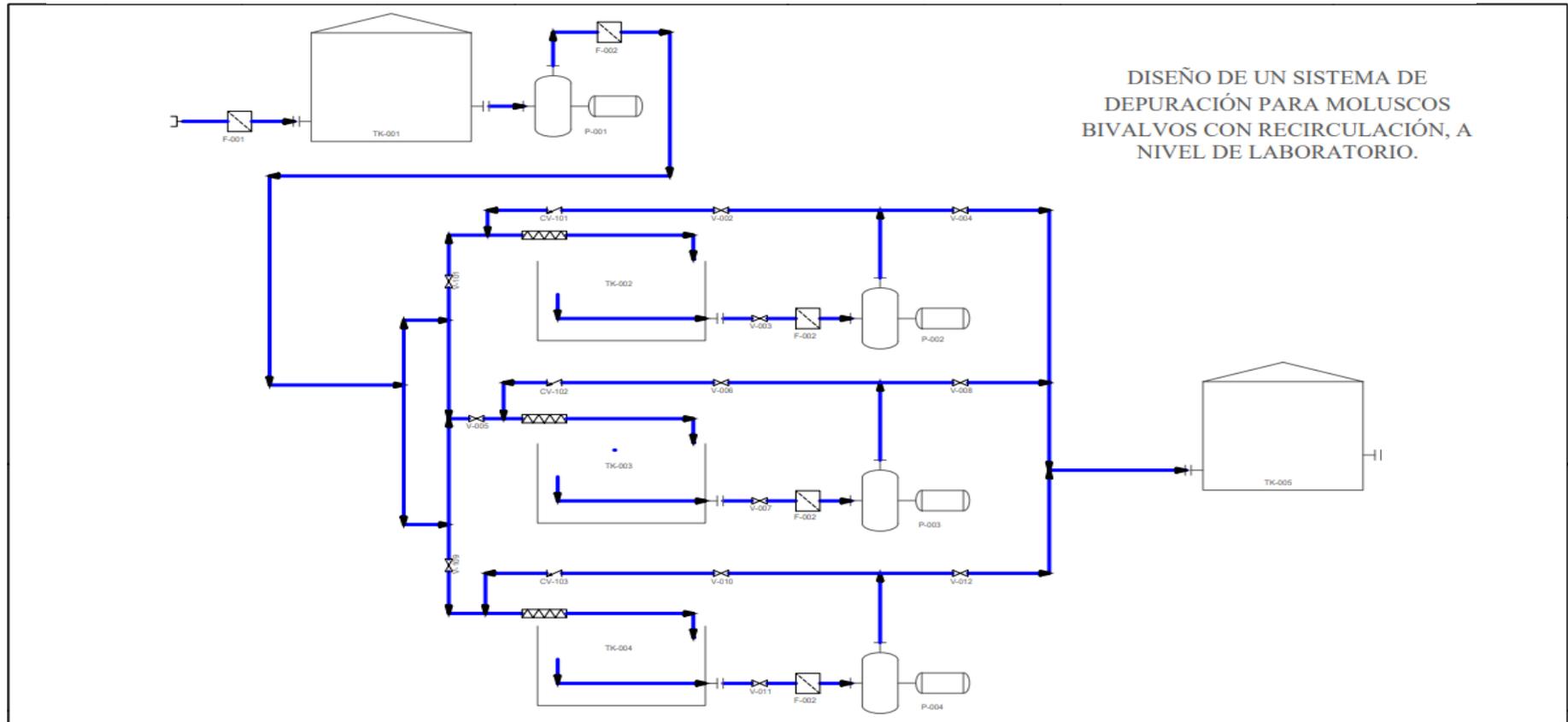
TODAS LAS MEDIDAS TIENE TOLERANCIAS DE ± 1 mm, A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO	PLANO N°: 3	DISEÑO DE UN SISTEMA DE DEPURACIÓN PARA MOLUSCOS BIVALVOS CON RECIRCULACIÓN, A NIVEL DE LABORATORIO.	CANTIDAD: 1	ESCALA: 1:40	FIMCP ESPOL
REVISIONES OBSERVACIONES	VISTA: VISTA ISOMÉTRICA - COMPONENTES DEL SISTEMA DE CIRCULACIÓN	MATERIAL: VARIOS			
VISTA ISOMETRICA DEL MODELO FINAL A NIVEL DE LABORATORIO	DISEÑADO POR: ESTEPHANY NATHALY ADRIAN ERAZO PEDRO SEGUNDO RUIZ WONG	FECHA: 27/08/2020			
	REVISADO POR: PhD EMERITA ALEXANDRA DELGADO PLAZA PhD JORGE FRANCISCO SILVA LEON	REVISIÓN: 0			

PLANO 3.- VISTA ISOMÉTRICA DEL SISTEMA DE DEPURACIÓN DE MOLUSCOS BIVALVOS.



TODAS LAS MEDIDAS TIENE TOLERANCIAS DE ± 1 mm, A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO		PLANO N°: 5	DISEÑO DE UN SISTEMA DE DEPURACIÓN PARA MOLUSCOS BIVALVOS CON RECIRCULACIÓN, A NIVEL DE LABORATORIO.	CANTIDAD: 1	ESCALA: 1:40	FIMCP ESPOL
REVISIONES	VISTA: VISTA PLANTA COTAS GENERALES	MATERIAL: VARIOS	FIMCP		ESPOL	
OBSERVACIONES	DISEÑADO POR: ESTEPHANY NATHALY ADRIAN ERAZO PEDRO SEGUNDO RUIZ WONG	FECHA: 27/08/2020				
VISTA SUPERIOR DEL MODELO FINAL A NIVEL DE LABORATORIO	REVISADO POR: PhD EMERITA ALEXANDRA DELGADO PLAZA PhD JORGE FRANCISCO SILVA LEON	REVISIÓN: 0				

PLANO 4.- PID DEL PROCESO DE DEPURACIÓN DE MOLUSCOS BIVALVOS.



TODAS LAS MEDIDAS TIENE TOLERANCIAS DE ± 1 mm, A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO	PLANO N°: 4	DISEÑO DE UN SISTEMA DE DEPURACIÓN PARA MOLUSCOS BIVALVOS CON RECIRCULACIÓN, A NIVEL DE LABORATORIO.	CANTIDAD: 1	ESCALA: N/A	<h1 style="margin: 0;">FIMCP</h1> <h1 style="margin: 0;">ESPOL</h1>
REVISIONES OBSERVACIONES	VISTA: VISTA PLANTA	MATERIAL: VARIOS	<h1 style="margin: 0;">FIMCP</h1>		
P&ID PROCESO	DISEÑADO POR: ESTEPHANY NATHALY ADRIAN ERAZO PEDRO SEGUNDO RUIZ WONG	FECHA: 27/08/2020			
	REVISADO POR: PhD EMERITA ALEXANDRA DELGADO PLAZA PhD JORGE FRANCISCO SILVA LEON	REVISIÓN: 0	<h1 style="margin: 0;">FIMCP</h1>		

APÉNDICE B
PROFORMAS DE COMPONENTES Y EQUIPOS



COTIZACIÓN No.

00064684

MAPASINGUE OESTE 3RA AV. No. 114 VIA DAULE KM 4.5
RUC: 0992376538001
PBX GYE: 6026390

SUC. QUITO: 04 6026390

Cliente: C011664 - RUIZ WONG PEDRO R.U.C: 0911016376001 Teléfono: 0969932346 Dirección: AV. PRINCIPAL 101 Y ESTERO - CALLE PRIMERA	Fecha: Guayaquil, 11 julio 2020 Contacto: - Atención: Ciudad: PASCUALES
---	--

Tenemos el agrado de poner a vuestra consideración los precios de los siguientes equipos/servicios.

REFERENCIA: BOMBA DE ENGRANAJES VIKING

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT	PRECIO	DESC	TOTAL
1	BOVIU00250 4-3320-261A-501 B.E.PEDROLLO L124A SD BZBZ HTRV MARCA: PEDROLLO MODELO: PKM60 CARCAZA: HIERRO FUNDIDO CONEXION DE SUCCION Y DESCARGA: 2" CAUDAL: 20 LPM PRESION: 50 PSI SELLO: PRENSA ESTOPA VELOCIDAD DE TRABAJO: 1100 RPM 2EA10161000I RED. LINEAL P/HEL C322 P5.0 P112 B3 M. ABB STD. M2QA112L4A 1 HP 1200RPM 220 VOLT 60HZ	1.00	437.61	00 %	437.61

CONDICIONES GENERALES DE VENTAS

VALIDEZ DE LA OFERTA: 15 DIAS
TIEMPO DE ENTREGA: INMEDIATO
FORMA DE PAGO: Contado -

SUBTOTAL:	437.61
IVA(+):	52.51
TOTAL:	490.12

*Recordamos a nuestros clientes que los pagos los puede realizar por transferencia o cheque a nombre de **Inducomicc S.A.**

*Cualquier información adicional no dude en contactarnos, con gusto lo ayudaremos.

*** Su descuento en esta Cotización es de: \$00,00 ***

Si esta cotización es aceptada por favor copiar su orden de compra via electrónica al correo: ventas1@inducom-ec.com
--

Atentamente,

ISAAC SILVA
Ext:
Móvil: 0998516779
E-mail: ventascuenca@inducom-ec.com



RUC: 1791955153001

Dirección: Cotacollao / De Los Eucaliptos E8-70

Teléfono: 02- 2805528 / 02-2808126

Página web: www.sanitronec.com

Cliente: Estephany Adrian

RUC: N2097

Dirección:

COTIZACION: 3956

Fecha de Cotización: Quito, 24/08/2020

Código	Descripción	Cant.	Precio Unit.	Descuento	Precio Total
LPTU0008	LP ZEOLITA 363- 25- 363- T- 2 (9,42-15,71) 12-1	1	961,61	0,00 %	961,61
UVST0011	SISTEMA AQUAUV 12 GPM 1" MNPT 110-220 VAC 39 W (DIGITAL)	1	923,87	27,50 %	669,81

TOTAL EFECTIVO 1.827,19 SUBTOTAL 1.631,42

El valor es: MIL OCHOCIENTOS VEINTISIETE CON 19 / 100.

DESC. 0,00

IVA 12 % 195,77

TOTAL 1.827,19

Forma de pago : 30 días 1 Cuota

Elaborado por: -Ningún empleado del departam

Correo:

Observación:

ESTA PROPUESTA NO INCLUYE:

. Instalacion

. Transporte

. Viaticos

Tiempo de entrega: segun disponibilidad de Stock

Proforma 000013317

SINOXSA ECUADOR S.A.

ELOY ALFARO 2008 Y VENEZUELA -
COLOMBIA
RUC 0992957549001

Fecha 03/07/20
Para RUIZ WONG PEDRO
Teléfono
Dirección GUAYAQUIL

<i>Cantidad</i>	<i>Concepto</i>	<i>Precio</i>	<i>Valor</i>
1,000	TCUAHN TUBO CUADRADO NEGRO 50MM X 3MM X 6000MM	36,17	36,17

Subtotal 36,17
IVA 4,34
Total 40,51

	PROFORMA		Imagínelo, lo hacemos en plástico.
	VT-FOR-02	VERSION 00	
	APROBACIÓN: 04-06-2018	PÁGINA 1 DE 1	

INDELTRO S.A.
RUC 0980648972001
KM 12,5 VIA A DAULE
PBX (593) (04) 2115010
WEB SIDE WWW.INDELTRO.COM
EMAIL: infoventas@indeltro.com

CLIENTE
EMPRESA
ATENCIÓN Estephany Adrian
RUC
TELÉFONO
EMAIL
GUAYAQUIL.-

N	477
FECHA	21/8/2020

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PVP	TOTAL
1	1	TQ.500LTS RECTANGULAR SIN TAPA RECTO O APILABLE	\$ 196,63	\$ 196,63
			SUBTOTAL	\$ 196,63
			IVA	\$ 23,60
			TOTAL	\$ 220,23

TERMINOS Y CONDICIONES
1.- COLORES: A ELECCIÓN DEL CLIENTE
2.- CONDICIONES DE PAGO: 50% ANTICIPO SALDO ANTES DE LA ENTREGA DEPOSITO O TRANSFERENCIA LAS PUEDE REALIZAR A CTA CTE BANCO PICHINCHA 3477070204 CTA CTE BANCO GUAYAQUIL 1106210
3.- TIEMPO DE ENTREGA: A CONVENIR UNA VES CONFIRMADO EL ANTICIPO
4.- TRANSPORTE: POR CUENTA DEL CLIENTE SI FUERA FUERA DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL
5.- VALIDEZ DE LA OFERTA: 8 DÍAS
6.- NO SE ACEPTAN RECLAMOS NI DEVOLUCIONES UNA VEZ ENTREGADO EL PRODUCTO
7.- OBSERVACIONES

AL ACEPTAR ESTA PROFORMA, EL CLIENTE DECLARA CONOCER, HABER LEIDO Y ACEPTADO LAS CONDICIONES DE VENTA ADJUNTA

AGRADECEMOS SU PREFERENCIA Y ESPERAMOS QUE NUESTRA COTIZACIÓN TENGA LA ACOGIDA DESEADA

ING. WENDY CORDOVA C
COORDINADORA DE VENTAS
CEL 0999428407
PBX 2115010 EXT 28
EMAIL: infoventas@indeltro.com



CLIENTE: SR. PEDRO RUIZ W.
RUC: 0911016376001
DIRECCIÓN: GUAYAQUIL – ECUADOR.
TELÉFONO: 0969932346
FECHA: GUAYAQUIL, JULIO 09 / 2020.
PROFORMA: # 0211-20

DESCRIPCIÓN	CANT.	UNIDAD	UNITARIO	TOTAL
-------------	-------	--------	----------	-------

SUMINISTRO DE FILTROS PF10

1. Gavetas plástica de 60x40x13 cm:



6 UND \$ 35,20 \$ 211,20

SUBTOTAL \$ 211,20

OBSERVACIONES:

- PLAZO DE ENTREGA DEL SERVICIO 1 DÍA CALENDARIO.

CONDICIONES Y FORMAS DE PAGO:

VALOR NO INCLUYE IVA.

TOTAL \$ 211,20

Contado Efectivo \$ 211,20

VALIDEZ DE LA OFERTA: 30 DÍAS

APÉNDICE C

CÓDIGO PARA LOS CÁLCULOS PARA SISTEMA DE TUBERÍAS.

```

Public Sub Calcular_presion_bomba_tanque_almacenamiento()
Const g As Double = 9.81 ' gravity acceleration ms^-2
Dim rho As Double
Dim epsilon As Double
Dim mu As Double

Dim Re1 As Double 'Reynolds number
Dim Re2 As Double 'Reynolds number
Dim D As Double 'Pipe Diameter
Dim f1 As Double ' Pipe Darcy friction factor
Dim f2 As Double ' Pipe Darcy friction factor
Dim e As Double ' relative roughness
Dim Q As Double ' volume flow rate m3/h
Dim L1 As Double ' Pipe length m
Dim L2 As Double ' Pipe length m
Dim V1 As Double ' Fluid velocity m/s
Dim V2 As Double ' Fluid velocity m/s
Dim pi As Double ' Fluid velocity m/s
Dim LeD1 As Double ' Total equivalent loss length
Dim LeD2 As Double ' Total equivalent loss length
Dim K1 As Double ' Total minor loss coefficients
Dim K2 As Double ' Total minor loss coefficients
Dim Hp As Double ' Pump head

Dim P As Double 'Power W

pi = Application.WorksheetFunction.pi() ' Creates value variable pi from worksheet function Pi()

'INPUTS
Q = Range("B4").Value * (1 / 3600) 'm^3/h Volume flow rate
D = Range("B5").Value * (1 / 1000) 'mm Diameter of piping
'PARAMETERS
L1 = Range("B8").Value 'm length of piping
L2 = Range("B12").Value 'm length of piping
rho = Range("B9").Value ' density of saltwater kg/m^3
epsilon = Range("B10").Value ' roughness of PVC mm
mu = Range("B11").Value ' Dynamic viscosity of saltwater Pa/s
'VeLOCITY of flow
V1 = Q / ((pi * D ^ 2) / 4)
V2 = V1 / 9
'REYNOLDS Number
Re1 = rho * V1 * D / mu
Re2 = rho * V2 * D / mu
'Relative roughness
e = epsilon * (1 / 1000) / D
' friction factor
f1 = friction_factor(Re1, e)
f2 = friction_factor(Re2, e)
' MINOR LOSSES

LeD1 = Range("D20").Value ' Total equivalent loss length
K1 = Range("D24").Value ' Total minor loss coefficients

LeD2 = Range("D36").Value ' Total equivalent loss length
K2 = Range("D40").Value ' Total minor loss coefficients

' PUMP HEAD CALCULATION (m)

```

Option Explicit

```
Public Sub Calcular_presion_bomba_tanque_almacenamiento()
Const g As Double = 9.81 ' gravity acceleration ms^-2
Dim rho As Double
Dim epsilon As Double
Dim mu As Double

Dim Re1 As Double 'Reynolds number
Dim Re2 As Double 'Reynolds number
Dim D As Double 'Pipe Diameter
Dim f1 As Double ' Pipe Darcy friction factor
Dim f2 As Double ' Pipe Darcy friction factor
Dim e As Double ' relative roughness
Dim Q As Double ' volume flow rate m3/h
Dim L1 As Double ' Pipe length m
Dim L2 As Double ' Pipe length m
Dim V1 As Double ' Fluid velocity m/s
Dim V2 As Double ' Fluid velocity m/s
Dim pi As Double ' Fluid velocity m/s
Dim LeD1 As Double ' Total equivalent loss length
Dim LeD2 As Double ' Total equivalent loss length
Dim K1 As Double ' Total minor loss coefficients
Dim K2 As Double ' Total minor loss coefficients
Dim Hp As Double ' Pump head

Dim P As Double 'Power W

pi = Application.WorksheetFunction.pi() ' Creates value variable pi from worksheet function Pi()

'INPUTS
Q = Range("B4").Value * (1 / 3600) 'm^3/h Volume flow rate
D = Range("B5").Value * (1 / 1000) 'mm Diameter of piping
'PARAMETERS
L1 = Range("B8").Value 'm length of piping
L2 = Range("B12").Value 'm length of piping
rho = Range("B9").Value ' density of saltwater kg/m^3
epsilon = Range("B10").Value ' roughness of PVC mm
mu = Range("B11").Value ' Dynamic viscosity of saltwater Pa/s
'VeLOCITY of flow
V1 = Q / ((pi * D ^ 2) / 4)
V2 = V1 / 9
'REYNOLDS Number
Re1 = rho * V1 * D / mu
Re2 = rho * V2 * D / mu
'Relative roughness
e = epsilon * (1 / 1000) / D
' friction factor
f1 = friction_factor(Re1, e)
f2 = friction_factor(Re2, e)
' MINOR LOSSES

LeD1 = Range("D20").Value ' Total equivalent loss length
K1 = Range("D24").Value ' Total minor loss coefficients

LeD2 = Range("D36").Value ' Total equivalent loss length
K2 = Range("D40").Value ' Total minor loss coefficients

' PUMP HEAD CALCULATION (m)
Hp = -0.57 + ((K1 + f1 * ((L1 / D) + LeD1)) + (1 + K2 + f2 * ((L2 / D) + LeD2)) * (1 / 9)) * (V1 * V1) / (2 * g)

' HYDRAULIC POWER (W)
P = rho * g * Q * Hp

'OUTPUT
Range("E4").Value = V1
Range("E5").Value = Re1
Range("E6").Value = e
Range("E7").Value = f1

'Pump head
Range("H4").Value = Hp

Range("F10").Value = P / 1000 'Power kW
End Sub
```

APÉNDICE D

CRITERIOS DE DEPURACIÓN SEGÚN EL PROGRAMA SANITARIO NACIONAL DE MOLUSCOS DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA (EXTRACTO)

Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos de América (2006) (Food and Drug Administration)

Nota de los autores: Extracto del Programa Sanitario Nacional de Moluscos: Manual para el Control de Moluscos (*Guide for the Control of Molluscan Shellfish*) 2005. El contenido completo del manual puede descargarse de la página web del Centro para la Seguridad Alimentaria y Nutrición Aplicada de la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (www.cfsan.fda.gov).

II. MODELO DE ORDENANZA

XV. Depuración

Nótese: En aquellos Estados donde no se practica la depuración, se puede omitir este capítulo de la Ordenanza, así como las referencias a la depuración que se presentan en la misma.

REQUISITOS PARA LAS AUTORIDADES

[Nota: La Autoridad debe cumplir los requisitos de esta sección aunque la Autoridad no adopte formalmente este Capítulo en la reglamentación.]

- A. Antes de autorizar la depuración, la Autoridad deberá diseñar y llevar a cabo un programa efectivo con el fin de:
 - (1) Controlar el marisqueo mediante licencia especial de acuerdo con el Capítulo VIII. @.01 C.;
 - (2) Controlar el transporte de moluscos bivalvos entre la zona de recolección y las instalaciones de depuración para prevenir un posible desvío ilegal de los moluscos para su comercialización directa;
 - (3) Aprobar el diseño y construcción de las instalaciones o actividades de depuración, y de los cambios posteriores;
- B. Si se transportan los moluscos a otro Estado para su depuración, las Autoridades de ambos Estados pondrán en marcha un acuerdo de colaboración para establecer las medidas apropiadas de control con objeto de prevenir un desvío antes de la depuración.
- C. La Autoridad revisará y aprobará el Manual de Funcionamiento de las Plantas de Depuración antes de conceder la certificación de depuración.
- D. La Autoridad revisará el índice de rendimiento de la planta de depuración así como otros registros como parte de las inspecciones mensuales con el objeto de comprobar la efectividad del proceso y de los puntos críticos de control y verificar que el análisis de comprobación de procesos se esté realizando adecuadamente.
- E. La Autoridad mantendrá registros adecuados para cada instalación de depuración. En cada instalación se guardarán durante un período de cinco años los siguientes registros:
 - (1) Informes de inspección y revisiones del rendimiento de la planta de acuerdo con §D. (véase arriba);
 - (2) Manuales de Funcionamiento de Plantas de Depuración vigentes para cada operador (§.02).
- F. La Autoridad se asegurará de que los operadores tengan implementados procedimientos para garantizar que ningún molusco que no haya sido depurado pueda salir de las instalaciones de depuración sin la supervisión directa de la Autoridad.

REQUISITOS PARA EL OPERADOR

.01 Puntos Críticos de Control

A. Punto Crítico de Control en la Recepción – Límites Críticos. El operador recibirá y depurará mercancías que hayan cumplido las siguientes condiciones:

- (1) Los moluscos deberán proceder de un marisquero con licencia:
 - (a) Los moluscos habrán sido recolectados en una zona aprobada o condicionalmente aprobada en estado de apertura, tal como se indica en la etiqueta; [C] y
 - (b) Los moluscos estarán identificados con una etiqueta en cada contenedor o con un registro de transacción en cada envío a granel; [C] y
- (2) Los moluscos deberán proceder de un operador que haya identificado los moluscos con una etiqueta en cada contenedor o un registro de transacción con cada envío a granel; [C] y
- (3) Los moluscos deberán proceder de un marisquero con licencia especial:
 - (a) Dicho marisquero habrá recolectado o supervisado la recolección de moluscos de una zona restringida o condicionalmente restringida en el estado de apertura; [C] y
 - (b) Los moluscos deberán identificarse a partir de los registros de transacción que incluyen la zona de recolección, el nombre del marisquero con licencia especial, el número de licencia del marisquero o marisqueros, la fecha de recolección, y la cantidad de moluscos enviados en cada lote. [C]

B. Puntos Críticos de Control durante el Procesado – Límites Críticos. El operario tomará las medidas necesarias para que:

- (1) Todos los lotes de depuración se traten durante un mínimo de 44 horas; [C] y
- (2) El sistema de tratamiento de agua esté funcionando según las especificaciones del diseño; [C] y
- (3) Se cumplan todos los límites críticos establecidos durante la comprobación del proceso específico de depuración. [C]

C. Puntos Críticos de Control de moluscos al final del almacenamiento – Límites críticos. El operario asegurará que:

- (1) La calidad del agua cumpla los requisitos mencionados en el Capítulo X.08 en caso de que el almacenamiento húmedo se practique en aguas artificiales; [C] y
- (2) Los moluscos que tenga el operario, una vez bajo temperatura controlada,
 - (a) Se coloquen sobre hielo; [C] o
 - (b) En una zona de almacenamiento o de conducción a una temperatura constante de 45° Fahrenheit (7,2° Centígrados) o inferior; [C] y
 - (c) No permanezcan fuera de la temperatura controlada durante más de 2 horas en puntos de transferencia tales como los muelles de carga. [C]

.02 Saneamiento

A. Seguridad del Agua para el Procesado y la Fabricación de Hielo

- (1) Suministro de Agua.
 - (a) Los operadores proporcionarán agua potable en cumplimiento con las reglamentaciones federales, estatales y locales. [C]
 - (b) Si el suministro de agua procede de una entidad privada el operador hará las gestiones necesarias para que la Autoridad reconozca dicho suministro de agua y realice pruebas en laboratorios autorizados o certificados por la Autoridad: [K]
 - (i) Antes de utilizar el suministro de agua; [C]
 - (ii) Cada seis meses mientras el suministro de agua se esté utilizando; [K] y
 - (iii) Después de la reparación o desinfección del suministro de agua. [S^{C/K}]
- (2) Fabricación de hielo. Cualquier hielo utilizado en el procesado o almacenamiento de moluscos desconchados:

- (a) Se fabricará *in situ* a partir de agua potable en una máquina comercial de fabricación de hielo; [C] o
 - (b) Procederá de una instalación aprobada por la Autoridad o por la agencia reguladora pertinente. [C]
- (3) Lavado de moluscos
- (a) Para lavar los moluscos se utilizará agua de una fuente de agua potable, de una zona de cultivo clasificada como aprobada, de un pozo de agua salada aprobado por la Autoridad o de una zona restringida en el momento y lugar de la recolección. [C]
 - (b) Si el operador utiliza cualquier sistema de recirculación de agua para lavar los moluscos:
 - (i) Obtendrá la aprobación por parte de la Autoridad para la construcción o remodelación del sistema; [K]
 - (ii) Proporcionará un sistema de tratamiento y desinfección del agua para tratar una cantidad adecuada de agua con una calidad aceptable para el lavado de los moluscos que, después de la desinfección, cumplan los estándares de coliformes para el agua de consumo; y no dejará residuos inaceptables en los moluscos; [C]
 - (iii) Comprobará la calidad bacteriológica del agua de lavado a diario; [S^{C/K}]
 - (iv) Lavará, hará el mantenimiento y verificará las unidades de desinfección con la frecuencia necesaria para asegurar una desinfección efectiva. [K]
 - (c) El operador podrá desinfectar mediante radiación ultra-violeta (UV) en el sistema de lavado con recirculación de agua, siempre que la turbidez del agua a desinfectar:
 - (i) No supere 20 unidades nefelométricas de turbidez (NTUs); [K] y
 - (ii) Se mida utilizando el método de la Asociación Americana para la Salud Pública (APHA por sus siglas en inglés) *Métodos Estándares para el Exámen de Agua y Aguas Residuales* [K]
 - (d) Se utilizarán tuberías aptas para el contacto con alimentos, diseñadas e instaladas para permitir una limpieza y saneamiento efectivos. [C]
- (4) Agua para el proceso de depuración. El operador:
- (a) Tratará el agua del proceso de forma continua con un sistema de desinfección aprobado por la Autoridad que no deje ningún residuo inaceptable en los moluscos; [C] y
 - (b) Verificará que el sistema de desinfección produce agua de mar sin ningún organismo coliforme detectable siguiendo un método aprobado por el NSSP en el tanque de entrada de acuerdo con los siguientes protocolos de muestreo.
 - (i) Si el origen del agua es una zona autorizada de producción, un pozo autorizado u otra fuente aprobada, se evaluará una vez el tanque de entrada producido por cada unidad de desinfección por cada lote de proceso; [C]
 - (ii) Si el origen del agua es una zona de producción restringida:
 - a. Será necesario realizar un estudio que cumpla con los requisitos del Capítulo X. 08 C. (2)(b); [C]
 - b. Se evaluará diariamente el agua de entrada al tanque producida por cada unidad de desinfección; [C] y
 - c. El agua de origen antes de la desinfección final cumplirá los criterios de calidad del agua restringida para la depuración de acuerdo con el Capítulo IV.02. G-H. [C]
 - (iii) Si el agua de origen es un sistema de recirculación de agua:
 - a. Será necesario realizar un estudio que cumpla con los requisitos del Capítulo X. 08. C.(2) (b) [C] y
 - b. Se comprobará a diario la entrada de agua en el tanque producida por cada unidad de desinfección. [C]

- c. No se podrá utilizar para abastecerse de agua una zona prohibida de producción. [C]
- (5) Tuberías e instalaciones relacionadas.
- (a) El operador diseñará, instalará, modificará, reparará y mantendrá todas las tuberías y aparatos fijos para:
 - (i) Prevenir la contaminación del suministro de agua; [C] y
 - (ii) Prevenir cualquier conexión cruzada entre el suministro de agua a presión y agua de procedencia inaceptable. [C] El operario instalará y mantendrá los aparatos en buen estado de funcionamiento para evitar el reflujo y el efecto sifón inverso. [K]
 - (b) Los tanques de almacenamiento y tuberías relacionadas deben estar fabricados de materiales seguros, y la construcción del tanque debe:
 - (i) ser accesible para limpieza e inspección; [K]
 - (ii) ser autodrenable; [K] y
 - (iii) satisfacer los requisitos para la superficies en contacto con alimentos [K]y
 - (c) Diseño y Construcción de la Planta de Depuración. El operador debe asegurarse de que:
 - (i) Los tanques de depuración, contenedores de procesado, y tuberías estén fabricados de materiales no tóxicos resistentes a la corrosión y sean fáciles de limpiar; [K]
 - (ii) El diseño del tanque de depuración, hidráulica, y configuración típica del contenedor será tal que el agua del proceso circulará de manera uniforme por todos los contenedores de moluscos dentro de un tanque determinado; [K]
 - (iii) Los contenedores de moluscos permitan circular de manera libre y uniforme el agua del proceso a través de los moluscos en cada contenedor. [K]
- (6) Unidad de depuración
- (a) Unidad de depuración incluyendo los tanques de depuración, todos los tanques de almacenamiento, y tuberías relacionadas estarán fabricados de materiales seguros y la construcción de la unidad de depuración se hará de tal forma que:
 - (i) se pueda acceder fácilmente para la limpieza e inspección; [K]
 - (ii) sea autodrenable; [K] y
 - (iii) satisfaga los requisitos para superficies en contacto con alimentos. [K]
- B. Condición e higiene de superficies en contacto con los alimentos.
- (1) Construcción de equipamiento y utensilios para las superficies en contacto con alimentos.
- (a) Con la excepción del equipamiento de uso continuo y en servicio antes del 1 de enero de 1989, el operador sólo utilizará el equipamiento que esté en conformidad con las Directrices para la Construcción de Equipamiento para la Industria Marisquera (agosto 1993), Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos. [K]
 - (b) El operador solo utilizará equipamiento y utensilios, incluyendo material plástico que esté:
 - (i) fabricado de tal manera y con materiales que pueda ser limpiado, desinfectado, mantenido o reemplazado para impedir la contaminación de los moluscos; [K]
 - (ii) libre de tornillos, tuercas o remaches sobre las superficies en contacto con alimentos [K] y
 - (iii) fabricado de materiales aptos para alimentos. [K]
 - (c) El operador asegurará que todas las juntas en superficies en contacto con alimentos:

- (i) tengan superficies fáciles de limpiar; [K] y
- (ii) estén soldadas. [K]
- (d) Todo equipamiento utilizado para manipular hielo debe mantenerse limpio y estar almacenado de manera higiénica y debe cumplir con los requisitos de construcción en §.02 B (1) (a), (b), y (c). [K]
- (2) Limpieza y desinfección de superficies en contacto con alimentos.
 - (a) Las superficies en contacto con alimentos de las unidades de depuración, equipamiento y contenedores deben limpiarse y desinfectarse para impedir la contaminación de moluscos y de superficies en contacto con alimentos. El operador:
 - (i) Proporcionará suministros y equipamiento de limpieza, cepillos, detergentes y desinfectantes adecuados, así como agua caliente y mangueras a presión. [K]
 - (ii) Lavará, aclarará y desinfectará el equipamiento antes del comienzo de las actividades del día y después de cualquier interrupción durante la que las superficies en contacto con alimentos puedan haberse contaminado; [K]
 - (b) Todos los conductos y equipamiento que entren en contacto con moluscos almacenados deben limpiarse y mantenerse de manera necesaria y con la frecuencia necesaria para impedir la contaminación de los moluscos. [O]
 - (c) Los contenedores que puedan haberse contaminado durante el almacenamiento deberán lavarse, aclararse y desinfectarse debidamente antes de su utilización o tirarse en caso contrario. [K]
 - (d) Los tanques de depuración de moluscos deben limpiarse y desinfectarse de forma regular como parte de un procedimiento estándar de saneamiento de una planta. [K]
- C. Prevención de la Contaminación Cruzada.
 - (1) Protección de moluscos.
 - (a) Los moluscos deben almacenarse de tal forma que se les proteja de la contaminación en el almacenamiento en seco y en los puntos de transferencia. [S^{C/K}]
 - (b) Los moluscos que no se colocan en contenedores sin corriente de agua para el lavado o para soltar los sedimentos; [K]
 - (2) Prácticas de los empleados.
 - (a) El operador exigirá a todos los empleados que se laven bien las manos con agua y jabón y las desinfecten en una instalación dotada para este fin:
 - (i) Antes del inicio del trabajo; [K]
 - (ii) Después de cada ausencia del puesto de trabajo; [K]
 - (iii) Después de cada interrupción del trabajo; [K] y
 - (iv) En cualquier momento que pueden haberse ensuciado las manos o habérselas contaminado. [K]
- D. Mantenimiento de las instalaciones de lavado y desinfección de manos y mantenimiento de los retretes.
 - (1) Las instalaciones para el lavado de manos con agua templada a una temperatura mínima de 100° Fahrenheit (38° Centígrados), deben contar con agua suministrada desde un monogrifo de agua caliente y de agua fría; [S^{K/O}]
 - (2) Las aguas residuales [C] y residuos líquidos desechables [K] deberán eliminarse de manera adecuada de las dependencias.
 - (3) Deberá habilitarse un número adecuado de retretes situados convenientemente. [K]
 - (4) El operador suministrará para cada dependencia de retretes una cantidad adecuada de papel higiénico [K] en un portarrollos adecuado. [S^{K/O}]
- E. Protección de adulterantes.
 - (1) Los moluscos bivalvos se protegerán de la contaminación mientras se transfieren de un punto a otro durante la manipulación y procesado; [K]

- (2) Cualquier aparato de iluminación, bombillas, tragaluzes, u otros elementos de vidrio suspendidos sobre áreas de almacenamiento de alimentos o actividades de procesado en zonas donde los moluscos bivalvos están expuestos será de tipo seguro o estará protegido para prevenir la contaminación de los alimentos en caso de rotura. [O]
 - (3) Las conducciones o dispositivos utilizados para transportar moluscos bivalvos estarán fabricados, y se mantendrán y utilizarán de tal forma que se prevenga la contaminación de los moluscos bivalvos. Si se utilizan monorraíles o conducciones de techo, el operador tomará precauciones para evitar la fuga o goteo de líquidos hidráulicos o lubricantes sobre los moluscos bivalvos o las superficies de las conducciones. [K]
 - (4) Se deberá proporcionar una ventilación adecuada para minimizar la condensación en zonas donde se almacenan, procesan o envasan moluscos bivalvos. [S^{K/C}]
 - (5) Las actividades de envasado de moluscos bivalvos deben llevarse a cabo para proporcionar protección adecuada de contaminación y adulteración. [K]
 - (6) Protección del hielo utilizado en el transporte de moluscos bivalvos.
 - (a) El hielo, que no se fabrique en las propias instalaciones de depuración, se inspeccionará en recepción y si no llega protegido de la contaminación se rechazará. [S^{C/K}]
 - (b) El hielo se almacenará de manera segura e higiénica para prevenir la contaminación del mismo. [S^{C/K}]
- F. Etiquetado apropiado, almacenamiento y utilización de compuestos tóxicos.
- (1) Almacenamiento de compuestos tóxicos.
 - (a) El operador tomará las medidas necesarias para que en la instalación solo estén presentes las sustancias tóxicas necesarias para las actividades de la planta. [K]
 - (b) Las siguientes categorías de sustancias tóxicas se almacenarán de forma separada:
 - (i) Insecticidas y raticidas; [K]
 - (ii) Detergentes, desinfectantes y productos de limpieza; [K] y
 - (iii) Ácidos cáusticos, barnices, y otros productos químicos. [K]
 - (c) El operador no almacenará sustancias tóxicas por encima de los moluscos bivalvos o superficies en contacto con alimentos. [K]
 - (2) Utilización y etiquetado de compuestos tóxicos.
 - (a) Cuando se utilizan plaguicidas, el operador aplicará plaguicidas de acuerdo con las reglamentaciones federales y estatales para controlar insectos y roedores con el fin de prevenir la contaminación de los moluscos o materiales de envasado con residuos. [K]
 - (b) Los productos de limpieza y agentes desinfectantes se utilizarán solo de acuerdo con las leyes y reglamentaciones federales y estatales aplicables. [K]
 - (c) Los detergentes, desinfectantes y otros suministros de limpieza se utilizarán solo en estricto cumplimiento con las instrucciones indicadas en la etiqueta. [K]
 - (d) Las sustancias tóxicas se utilizarán solo en estricto cumplimiento con las instrucciones indicadas por el fabricante en la etiqueta. [K]

APÉNDICE E
FICHA PARA CICLO DE DEPURACIÓN

FICHA PARA CICLO DE DEPURACIÓN				
Fecha / Hora				
Número de lote				
Identificador del sistema				
Especie a depurar				
Zona de recolección originaria				
Salinidad de la zona origen (ppt)				
Cantidad de molusco (Kg)				
Número de cajas cargadas en el tanque				
Depuración	Fases del ciclo			
	Inicio	2 - 3 horas	Intermedio	Punto final
Tiempo (h)				
Nivel de agua (ok)	si / no	si / no	si / no	si / no
Velocidad de circulación (l/min)				
Salinidad (ppt)				
Lámparas UV (ok)	si / no	si / no	si / no	si / no
Horas de uso (lámparas UV)				
Temperatura del agua °C				
Claridad y olor del agua	si / no	si / no	si / no	si / no
Entrada de DO ₂ (tubo de aspersion) ok	si / no			si / no
Salida de DO ₂ (tubo de succión) ok	si / no			si / no
Actividad del molusco	si / no	si / no	si / no	si / no
Iniciales del operario				
Comentarios: p. ej. Registro de fallos, desove en los tanques, problemas funcionales en los moluscos, adición o cambio de agua, introducción de moluscos nuevos, etc.				

APÉNDICE F

NTE INEN 2729: NORMA PARA LOS MOLUSCOS BIVALVOS VIVOS Y LOS MOLUSCOS BIVALVOS CRUDOS (EXTRACTO NORMA)

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

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

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

PARTE I - MOLUSCOS BIVALVOS VIVOS

I-2. DESCRIPCIÓN

I-2.1 Definición del producto

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

I-2.2 Definición del proceso

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

I-2.3 PRESENTACIÓN

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

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

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

I-3. COMPOSICIÓN ESENCIAL Y FACTORES DE CALIDAD

I-3.1 Moluscos bivalvos vivos

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

I-3.2 Producto final

Se considerará que los moluscos bivalvos vivos cumplen los requisitos de la presente norma cuando los lotes examinados con arreglo a la Sección I-10 se ajusten a las disposiciones establecidas en la Sección I-9. Los moluscos bivalvos vivos se examinarán aplicando los métodos que se indican en la Sección I-8.

I-4. ADITIVOS ALIMENTARIOS

No se permitirán aditivos alimentarios en los moluscos bivalvos vivos.

I-5. CONTAMINANTES

I-5-1 Los productos a los que se aplican las disposiciones de la presente Norma deberán cumplir con los niveles máximos de la Norma General del Codex para los Contaminantes y las Toxinas presentes en los Alimentos (CODEX STAN 193-1995) y los límites máximos de residuos para plaguicidas y medicamentos veterinarios establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius."

I-5-2 Las disposiciones siguientes se aplican a las partes comestibles de los moluscos bivalvos vivos (en toda la parte o en cualquier parte destinada a comerse separadamente)

Nombre de los grupos de biotoxinas	Nivel máximo /kg en la carne de molusco
Grupo de las saxitoxinas (STX)	≤0.8 miligramos (2HCL) de equivalente de saxitoxina
Grupo del ácido okadaico (OA)	≤0.16 miligramos of equivalente de ácido okadaico
Grupo del ácido domoico (DA)	≤20 miligramos de ácido domoico
Grupo de las brevetoxinas (BTX)	≤200 unidades de ensayo en ratón o equivalente
Grupo de los Azaspirácidos (AZP)	≤0.16 milligramos

I-6. HIGIENE Y MANIPULACIÓN

I-6.1 Se recomienda preparar y manipular el producto al que se aplican las disposiciones de la presente Norma en conformidad con las secciones pertinentes del Código Internacional de Prácticas Recomendado - Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1-1969), el Código de Prácticas para el pescado y los productos pesqueros (CAC/RCP 52-2003) y otros textos pertinentes del Codex, tales como los Códigos de Prácticas de Higiene y Códigos de Práctica.

I-6.2 Los productos deberían cumplir con todo criterio microbiológico establecido en conformidad con los Principios para el Establecimiento y la Aplicación de Criterios Microbiológicos a los Alimentos (CAC/GL 21-1997).

I-6.3 Los programas de vigilancia de las zonas de cría, cualquier sea el tipo de indicador bacteriano utilizado, deben asegurar que los moluscos bivalvos destinados al consumo humano directo cumplan con el límite para *E.coli* identificado a continuación cuando se analicen de acuerdo con un método NMP especificado en ISO 16649-3 o su equivalente.

I-6-4 En un análisis que contenga cinco muestras (5) de las partes comestibles (en toda la parte o en cualquier parte destinada a comerse separadamente), ninguna podrá contener más de 700 *E.coli* y sólo una (1) de las cinco (5) muestras podrá contener entre 230 y 700 *E. coli*, o el equivalente como decidido por la autoridad competente.

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

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

I-6.5 En un análisis que contenga cinco muestras (5) de 25g de las partes comestibles (en toda la parte o en cualquier parte destinada a comerse separadamente), ninguna podrá indicar la presencia de *Salmonella* cuando se analicen de acuerdo con un método validado con respecto al método de referencia ISO 6579.

Microrganismo= *Salmonella* n=5 c=0 m=0/25g Plan a dos clases

donde 'n' = al número de unidades de muestreo, 'c' = el número de unidades de muestreo defectivos, y 'm' es el límite microbiológico que separa la calidad aceptable de la calidad defectiva.

I-6.6 Cuando no se cumpla con los criterios microbiológicos, se debería tomar acciones que se consideran apropiadas por la autoridad competente. En el seguimiento, se debería considerar la retención, la recuperación y la elaboración del producto de manera a eliminar el peligro de los lotes involucrados. Además, se debería evaluar del estatus de los controles de la zona de recolección y/o del establecimiento.

I-7. ETIQUETADO

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

I-7.1 Nombre del alimento

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

I-7.1.1 En la etiqueta se hará referencia a la presentación según lo dispuesto en la sección I-2.3. La presentación se colocará muy cerca del nombre del producto, utilizando términos tales que describan adecuada y ampliamente la naturaleza de la presentación del producto de manera que no se induzca a error o engaño al consumidor.

I-7.1.2 Además de las susodichas designaciones específicas de etiquetado, se podrá añadir el nombre común o usual con el que se comercializa la variedad, en la medida en que ello no induzca a error o engaño al consumidor del país en el que se distribuya el producto.

I-7.2 Declaración del contenido

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

I-7.3 Instrucciones para la conservación

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

I-7.4 Etiquetado de envases no destinados a la venta al por menor

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

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

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

I-8. MUESTREO, EXAMEN Y ANÁLISIS

I-8.1 Muestreo

(i) Cada muestra debe contener un número suficiente de moluscos bivalvos para asegurar la representatividad del muestreo.

(ii) La parte del molusco bivalvo que se analiza debería ser la porción considerada comestible, generalmente el tejido completo. Cuando no sea posible o práctico analizar el tejido completo, se podría diseccionar y analizar el tejido más contaminado (por ejemplo: la glándula digestiva) y convertir los resultados en base al tejido comestible. El factor de conversión debería estar respaldado por datos adecuados.

I-8.2 Examen sensorial y físico

Las muestras que se tomen para el examen sensorial y físico serán evaluadas por personas especialmente capacitadas para ello y de conformidad con las disposiciones establecidas en las secciones I-7.3 a I-7.5 y en las Directrices para la Evaluación Sensorial del Pescado y los Mariscos en Laboratorio (CAC/GL 31 -1999).

I-8.3 Determinación del número por unidad de peso o volumen

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

I-8.4 Método para el análisis de *Escherichia coli* en los moluscos bivalvos

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

I-8.5 Método para el análisis de *Salmonella* en los moluscos bivalvos

Los métodos por utilizar para *Salmonella* deberían ser ISO 6579, u otros métodos validados que proporcionan la misma sensibilidad, reproducibilidad y fiabilidad.

I-8.6 Determinación de biotoxinas

Disposición	Metodología	Principio	Tipo
Grupo de Saxitoxinas	Método oficial 2005.06 de la AOAC (Toxinas paralizantes de molusco en moluscos) cuatro matrices y 12 toxinas	LC-FL	II

I-9. DEFINICIÓN DE DEFECTOS

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

I-9.1 Materias extrañas

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

I-9.2 Producto muerto o dañado

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

I-10. ACEPTACIÓN DEL LOTE

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

- (i) el número total de unidades defectuosas clasificadas de conformidad con la sección I-8 no es superior al número de aceptación (c) del plan de muestreo apropiado indicado en las Directrices Generales de Muestreo (CAC/GL 50-2004);
- (ii) el número total de unidades de muestra, que no se ajusta al número declarado conforme a lo establecido en la sección I-7.3, no es superior al número de aceptación (c) del plan de muestreo apropiado de las Directrices Generales de Muestreo (CAC/GL 50-2004);
- (iii) el peso neto medio de todas las unidades de muestra no es inferior al peso declarado, siempre que ninguno de los envases presente un déficit de peso injustificado;

(iv) se satisfacen requisitos sobre aditivos alimentarios, contaminantes, higiene y etiquetado de las secciones I-4, I-5, I-6 y I-7.

PARTE II - MOLUSCOS BIVALVOS CRUDOS

II-2. DESCRIPCIÓN

II-2.1 Definición del Producto

Los moluscos bivalvos crudos tratados para el consumo directo o la elaboración ulterior son productos que se encuentran vivos inmediatamente antes del tratamiento y se ajustan a la Sección I-2.2 referente a la captura, depuración y reinstalación. Han sido desconchados y/o congelados y/o elaborados para disminuir o limitar determinados organismos, al tiempo que mantienen esencialmente las características sensoriales de los moluscos bivalvos vivos. Los moluscos bivalvos crudos se comercializan congelados o enfriados.

II-2.2 Definición del proceso

Los moluscos bivalvos crudos deben satisfacer la definición del proceso descrita en I-2.2 antes de tratarse para consumo directo o elaboración ulterior.

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

II-2.3 PRESENTACIÓN

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

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

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

II-3. COMPOSICIÓN ESENCIAL Y FACTORES DE CALIDAD

II-3.1 Moluscos bivalvos crudos

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

II-3.2 Ingredientes

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

II-3.3 Producto Final

Se considerará que los moluscos bivalvos crudos cumplen los requisitos de la presente norma cuando los lotes examinados con arreglo a la Sección II-9 se ajusten a las disposiciones establecidas en la Sección II-8. Los moluscos bivalvos crudos se examinarán aplicando los métodos que se indican en la Sección II-7.

II-4. ADITIVOS ALIMENTARIOS

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

Antioxidantes

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

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

II-5. CONTAMINANTES

Los moluscos bivalvos deberían cumplir con los requisitos de I-5.

II-6. HIGIENE Y MANIPULACIÓN

Los moluscos bivalvos deberían cumplir con los requisitos de I-6.

II-7. ETIQUETADO

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

II-7.1 Nombre del Alimento

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

II-7.1.1 En la etiqueta se hará referencia a la presentación según lo dispuesto en la sección II-2.3. La presentación se colocará muy cerca del nombre del producto, utilizando términos tales que describan adecuada y ampliamente la naturaleza de la presentación del producto de manera que no se induzca a error o engaño al consumidor.

II-7.1.2 Además de las susodichas designaciones específicas de etiquetado, se podrá añadir el nombre común o usual con el que se comercializa la variedad, en la medida en que ello no induzca a error o engaño al consumidor del país en el que se distribuya el producto.

II-7.2 Declaración del contenido

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

II-7.3 Instrucciones para la conservación

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

II-7.4 Etiquetado de envases no destinados a la venta al por menor

Véase I-6.4 Etiquetado de envases no destinados a la venta al por menor.

II-7.4.1 Todo envase que contenga moluscos bivalvos que han sido tratados para disminuir o limitar organismos determinados deberá llevar una etiqueta en la que se certifique que todos los moluscos han sido tratados para disminuir el organismo determinado a niveles aceptados por el organismo oficial competente.

II-7.4.2 Las declaraciones en materia de inocuidad formuladas para los moluscos bivalvos tratados para disminuir o limitar determinados organismos deberían especificar los organismos que se han disminuido o limitado, tal como descrito en el Código de Prácticas.

II-8. MUESTREO, EXAMEN Y ANÁLISIS

II-8.1 Muestreo

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

II-8.2 Examen sensorial y físico

Las muestras que se tomen para el examen sensorial y físico serán evaluadas por personas especialmente capacitadas para ello y de conformidad con las disposiciones establecidas en las secciones II-7.3 a II-7.7 y en las Directrices para la Evaluación Sensorial del Pescado y los Mariscos en Laboratorio (CAC/GL 31 -1999).

II-8.3 Determinación del peso neto y del peso escurrido

El peso neto y el peso escurrido de todas las unidades de muestra se determinarán mediante los procedimientos descritos o indicados en las secciones II-7.3.1 a II-7.3.5.

II-8.3.1 Determinación del peso neto

- i) Pesar el envase sin abrir;
- ii) Abrir el envase y extraer el contenido;

- iii) Pesar el envase vacío, (incluida la tapa) después de haber eliminado el líquido restante y la carne adherida;
- iv) Restar el peso del envase vacío del peso del envase sin abrir.
- v) La cifra resultante será el contenido neto total.

II-8.3.2 Determinación del peso neto de productos congelados no glaseados

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

II-8.3.3 Determinación del peso neto de productos glaseados

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

II-8.3.4 Para determinar el peso neto de productos “congelados en bloque” con agua añadida se aplicará el método oficial 963.26 de la AOAC.

II-8.3.5 Determinación del peso escurrido

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

II-8.4 Determinación del número por unidad de peso o volumen

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

II-8.5 Preparación de la muestra

II-8.5.1 Procedimiento de descongelación

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

II-8.6 Métodos para el análisis de *Escherichia coli*

Véase I-8.4, Métodos para el análisis de *Escherichia coli*.

II-8.7 Determinación de *Salmonella*

Véase I-8.5, Métodos para el análisis de *Salmonella*.

II.8.8 Determinación de biotoxinas

Véase I-8.6, Determinación de biotoxinas.

II-9. DEFINICIÓN DE DEFECTOS

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

II-9.1 Deshidratación profunda (productos congelados)

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

II-9.2 Materias extrañas

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

II-9.3 Olor y sabor

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

I-9.4 Textura

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

II-10. ACEPTACIÓN DEL LOTE

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

- (i) el número total de unidades defectuosas clasificadas de conformidad con la sección II-8 no es superior al número de aceptación (c) del plan de muestreo apropiado indicado en las Directrices Generales de Muestreo (CODEX STAN 50-2004);
- (ii) el número total de unidades de muestra, que no se ajusta al número declarado conforme a lo establecido en la sección II-2.3, no es superior al número de aceptación (c) del plan de muestreo apropiado de las Directrices Generales de Muestreo (CODEX STAN 50-2004);
- (iii) el peso neto medio de todas las unidades de muestra examinadas no es inferior al peso declarado, siempre que ninguno de los envases presente un déficit de peso injustificado;
- (iv) se satisfacen requisitos sobre aditivos alimentarios, contaminantes, higiene y etiquetado de las secciones II-4, II-5, II-6 y II-7.

APÉNDICE G
SALARIOS MINIMOS – MINISTERIO DE TRABAJO DEL ECUADOR

ESTRUCTURAS OCUPACIONALES - SALARIOS MÍNIMOS SECTORIALES Y TARIFAS
COMISIÓN SECTORIAL No. 8 “METALMECÁNICA”

- 1.- INDUSTRIAS BÁSICAS DEL HIERRO, ACERO Y METALES NO FERROSOS
2.- FABRICACIÓN DE MUEBLES Y ACCESORIOS METÁLICOS
- RAMAS DE ACTIVIDAD ECONÓMICA: 3.- FABRICACIÓN DE OTROS PRODUCTOS METÁLICOS (ENVASES, RECIPIENTES, UTENSILLOS DE USO DOMÉSTICO, PRODUCTOS DE TORNILLERÍA, CLAVOS, TUERCAS ARTÍCULOS DE ALAMBRE), EXCEPTO MAQUINARIA Y EQUIPOS
- 4.- FABRICACIÓN DE PRODUCTOS METÁLICOS ESTRUCTURALES

CARGO / ACTIVIDAD	ESTRUCTURA OCUPACIONAL	COMENTARIOS / DETALLES DEL CARGO O ACTIVIDAD	CÓDIGO IESS	SALARIO MÍNIMO SECTORIAL 2020
JEFE DE PRIMER NIVEL DEL SECTOR DE METALMECÁNICA	B1	INCLUYE: JEFE DE MANTENIMIENTO, JEFE DE DISTRIBUCIÓN Y LOGÍSTICA, JEFE DE CONTROL DE CALIDAD, JEFE DE RECURSOS HUMANOS, JEFE DE PRODUCCIÓN, JEFE DE BODEGA, JEFE DE PLANTA, JEFE DE PROYECTO, JEFE DE VENTAS, JEFE DE COMPRAS	081000000001	\$ 415,46
JEFE / COORDINADOR DEL SECTOR DE METALMECÁNICA	B2	INCLUYE: JEFE DE SECCIÓN, JEFE DE INSTALACIÓN, JEFE DE TALLER, JEFE DE ENDEREZADOR, JEFE DE MAESTRANZA, JEFE DE MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS; JEFE DE MATRICEROS INCLUYE RODILLOS Y CAJAS DE LAMINACIÓN, JEFE DE TALLERES DE REPETIDORES, JEFE DE MANTENIMIENTO MECÁNICO Y ELÉCTRICO	0804289300002	\$ 415,34
ANALISTA / ESPECIALISTA / INSPECTOR / SUPERVISOR DEL SECTOR DE METALMECÁNICA	B3	INCLUYE: SUPERVISOR DE PRODUCCIÓN, SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO MECÁNICO, SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO, SUPERVISOR DE MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS, SUPERVISOR DE PATIOS Y MOVIMIENTO, SUPERVISOR DE ENDEREZADORA, SUPERVISOR DE BODEGA, SUPERVISOR DE	0830000000003	\$ 415,18

		ABASTECIMIENTO DE MATERIA PRIMA, INSPECTOR DE CONTROL DE CALIDAD, INSPECTOR DE PALANQUILLA, INSPECTOR MANTENIMIENTO ELÉCTRICO PREVENTIVO, INSPECTOR MANTENIMIENTO MECÁNICO PREVENTIVO		
TÉCNICOS DEL SECTOR DE METALMECÁNICA	C1	INCLUYE: OPERADOR OXICORTE DIGITAL, OPERADOR BAROLADORA DIGITAL, ELECTROMECAÁNICO, ELECTRÓNICO, OPERADOR DE CORTE DE HILO, OPERADOR DE MÁQUINAS DE ELECTROROSIÓN, PREPARADOR DE COLORES, OPERADOR DE SECCIÓN, TORNERO, SOLDADOR ESPECIALIZADO, ELECTRICISTA ESPECIALIZADO, MECÁNICO ESPECIALIZADO, OPERADOR SENIOR	0820000000006	\$ 415,07
OPERADOR GENERAL DE MAQUINARIA/EQUIPO DEL SECTOR DE METALMECÁNICA	C2	INCLUYE: OPERADOR JUNIOR, CERRAJERO	0820000000005	\$ 414,79
ESMALTADOR Y ENLOZADOR DE UTENSILIOS DE USO DOMÉSTICO	C3		0804289900106	\$ 414,79
AUXILIAR / AYUDANTE DEL SECTOR DE METALMECÁNICA	D2	INCLUYE: AYUDANTES EN GENERAL	0820000000009	\$ 412,23
AUXILIAR / AYUDANTE DEL SECTOR DE METALMECÁNICA SIN EXPERIENCIA	E2	INCLUYE: AYUDANTES SIN EXPERIENCIA PREVIA	0820000000010	\$ 409,63