



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Mecánica Industrial

**EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA  
ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUA DE MAR, DE UNA FINCA  
DEDICADA A LA ADQUISICIÓN, PRODUCCIÓN Y COSECHA DE  
CAMARÓN**

**Mynor Neftali Carranza Soto**

Asesorado por el Ing. Erick Eladio Cáceres Cuevas

Guatemala, junio de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA ESTACIÓN DE  
BOMBEO DE AGUA DE MAR, DE UNA FINCA DEDICADA A LA  
ADQUISICIÓN, PRODUCCIÓN Y COSECHA DE CAMARÓN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
POR

**MYNOR NEFTALI CARRANZA SOTO**  
ASESORADO POR EL ING. ERICK ELADIO CÁCERES CUEVAS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, JUNIO DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRATICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Carlos Alex Olivares Ortiz
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Veliz Vargas

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUA DE MAR, DE UNA FINCA DEDICADA A LA ADQUISICIÓN, PRODUCCIÓN Y COSECHA DE CAMARÓN**

Tema que me fuera asignado por la dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 16 de noviembre de 2009.

  
Mynor Neftali Carranza Soto

Guatemala 11 de octubre de 2010.

ING. CESAR URQUIZÚ  
DIRECTOR DE ESCUELA  
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

ESTIMADO INGENIERO

Por este medio me permito saludarlo y a las vez informarle que el trabajo titulado **"Evaluación y propuesta de mejoramiento de la estación de bombeo de agua de mar, de una finca dedicada a la adquisición, producción y cosecha de camarón"** realizado por el estudiante de ingeniería mecánica industrial, Mynor Neftali Carranza Soto, carne No. 199819600; ha sido completado en forma satisfactoria

El trabajo ha sido revisado y en la calidad de asesor, doy mi aprobación al mismo, por lo que considero puede continuarse con el trámite correspondiente para otorgarle el título de Ingeniero Industrial.

Deseo éxitos en la labor que realiza en nuestra magna casa de estudios, la Universidad de San Carlos de Guatemala y la motivo a seguir en la noble labor de formación de profesionales para nuestro país.

Atentamente,



Ing. Erick Eladio Cáceres Cuevas  
Colegiado No.4127

**ERICK E. CACERES**  
ING. MECANICO INDUSTRIAL  
COL. 4127

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.REV.EMI.032.011

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUA DE MAR, DE UNA FINCA DEDICADA A LA ADQUISICIÓN, PRODUCCIÓN Y COSECHA DE CAMARÓN**, presentado por el estudiante universitario **Mynor Neftali Carranza Soto**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

A large, stylized handwritten signature in black ink, enclosed within a hand-drawn oval.

Nora Leonor Elizabeth García Tobar  
Ingeniera Industrial  
Colegiado No. 8121

Inga. Nora Leonor Elizabeth García Tobar  
Catedrática Revisora de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, marzo de 2011.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.DIR.EMI.080.011

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUA DE MAR, DE UNA FINCA DEDICADA A LA ADQUISICIÓN, PRODUCCIÓN Y COSECHA DE CAMARÓN**, presentado por el estudiante universitario **Mynor Neftali Carranza Soto**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas  
**DIRECTOR**  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, julio de 2011.

/mgp



DTG. 230.2011.

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUA DE MAR, DE UNA FINCA DEDICADA A LA ADQUISICIÓN, PRODUCCIÓN Y CONSECHA DE CAMARÓN**, presentado por el estudiante universitario **Mynor Neftali Carranza Soto**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz  
Decano



Guatemala, 04 de julio de 2011.

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios Padre** Mas a Dios gracias, el cual nos lleva siempre de triunfo en triunfo en Cristo Jesús y por medio de nosotros manifiesta en todo lugar el olor de su conocimiento. (2 Corintios 2:14)
- Mis padres** Neftali Carranza Herrera y Floridalma Soto de Carranza. Por enseñarme el temor de Dios, que es la guía para poder vivir.
- Mi hermana** Mabel Danisa Carranza Soto, por su amor, amistad y apoyo incondicional.
- Mi sobrino** Alexander Estrada Carranza, con cariño y amor. Espero en Dios un día ver tu éxito profesional.
- Finca Ixtán** Por darme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente.

# ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. ANTECEDENTES GENERALES	
1.1. La empresa	1
1.1.1. Ubicación	1
1.1.2. Historia	1
1.1.3. Características	2
1.2. Organización	3
1.2.1. Misión	10
1.2.2. Visión	10
1.2.3. Valores	11
1.3. Motor de combustión interna	11
1.3.1. Definición	11
1.3.2. Tipos de motores de combustión interna	12
1.4. Bombas	16
1.4.1. Definición	16
1.4.2. Tipos de bombas	17
1.5. Embrague	20
1.5.1. Definición	20
1.5.2. Características	20
1.6. Estación de bombeo	23

1.7.	Abastecimiento de agua de mar	24
1.8.	Mantenimiento	25
1.8.1.	Definición	25
1.8.2.	Tipos de mantenimiento	25
2.	SITUACIÓN ACTUAL	
2.1.	Estación de bombeo	29
2.1.1.	Equipo	29
2.1.1.1.	Motor	29
2.1.1.2.	Embrague	31
2.1.1.3.	Bomba	32
2.1.2.	Infraestructura	33
2.1.2.1.	Techo	33
2.1.2.2.	Paredes	34
2.1.2.3.	Piso	34
2.1.3.	Instalación	35
2.1.3.1.	Instalación eléctrica	35
2.1.3.2.	Instalación de combustible	35
2.2.	Mantenimiento	35
2.2.1.	Descripción de mantenimiento actual	35
2.2.2.	Fallas del equipo	36
2.2.3.	Cambio de pieza	36
2.3.	Problemas ocasionados por el mantenimiento actual	37
2.3.1.	Tiempos muertos	37
2.3.2.	Desgaste de maquinaria acelerada	37
2.3.3.	Incumplimiento del programa de entrega de agua de mar	38
2.4.	Daños al medio ambiente	38
2.4.1.	Derrames	38

2.4.1.1	Derrames de diesel	39
2.4.1.2	Derrames de aceite	39
3.	PROPUESTA DE MEJORA	
3.1	Equipo de bombeo	41
3.1.1.	Motor	41
3.1.1.1.	Corrección de fugas de aceite	41
3.1.1.2.	Corrección de fugas de combustible	42
3.1.1.3.	Panel de control	43
3.1.2.	Embrague	45
3.1.2.1.	Corrección de fugas de aceite	45
3.1.3.	Bomba	45
3.1.3.1.	Corrección de fugas de agua	45
3.2.	Frecuencia en la ejecución del mantenimiento al equipo de bombeo	45
3.2.1.	Diarias	45
3.2.2.	Servicio de 250 horas	46
3.2.3.	Servicio de 500 horas	47
3.2.4.	Servicio de 750 horas	48
3.2.5.	Servicio de 1000 horas	48
3.2.6.	Servicio de 2000 horas	49
3.3.	Control de parámetros de funcionamiento del equipo	55
3.4.	Infraestructura	57
3.4.1.	Implementación de escaleras	57
3.5.	Actividades de mantenimiento a la infraestructura	58
3.5.1.	Pintura	58
3.5.2.	Revisión del techo	58
3.5.3.	Revisión de paredes	59
3.5.4.	Revisión del piso	60

3.6.	Recolectores de derrames	60
3.6.1.	Recolector para aceite	60
3.6.2.	Recolector para diesel	61
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA	
4.1	Capacitación del personal	63
4.1.1.	Capacitación interna	64
4.1.2.	Capacitación externa	66
4.2.	Establecimiento de normas	71
4.3.	Recursos	73
4.3.1.	Recurso Humano	73
4.3.2.	Materiales y herramientas	74
4.4.	Costos de materiales y equipos a comprar	75
4.4.1.	Costos de fabricación	76
4.4.2.	Costos de equipo	79
4.4.3.	Costos de instalación	80
4.5.	Procedimientos de trabajo del equipo de bombeo	81
4.5.1.	Procedimiento de inicio de operación	81
4.5.2.	Procedimiento de paro de operación	81
5.	MEJORA CONTINUA	
5.1.	Programa de mantenimiento preventivo	83
5.2.	Orden y limpieza en la estación de bombeo	86
5.3.	Beneficios de la aplicación de las mejoras	91
5.3.1.	Reducción de tiempos muertos	91
5.3.2.	Cumplimientos del abastecimiento del agua	91
5.4.	Propuestas de medidas correctivas por los daños al medio ambiente	92
5.5.	Control de eficiencia de operación del equipo de bombeo	94

5.5.1.	Consumo de Combustible	94
5.5.2.	Revoluciones del motor	95
5.5.3	Caudal de agua	95
CONCLUSIONES		97
RECOMENDACIONES		99
BIBLIOGRAFÍA		101



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Organigrama de la finca Ixtán	3
2.	Ciclo de combustión de Motor Otto de 4 tiempos	12
3.	Cámara de combustión de Motor Wankel	15
4.	Bomba centrífuga	17
5.	Motor de la Estación de Bombeo	30
6.	Embrague de la Estación de Bombeo	31
7.	Bomba de succión de la Estación de Bombeo	33
8.	Panel de monitoreo y control	44
9.	Formato de control de actividades diarias	53
10.	Formato de actividades de servicios	54
11.	Formato de parámetros de operación	56
12.	Escalera marina fija	57
13.	Diseño del escalón	76
14.	Diseño de la escalera	77
15.	Propuesta de formato de auditoría de orden y limpieza	90

## TABLAS

I.	Procedimiento de servicio a 250 Horas	50
II.	Procedimiento de servicio a 500 Horas	51
III.	Procedimiento de servicio a 1000 horas	51
IV.	Procedimiento de servicio a 2000 horas	52
V.	Costos de materiales	75



VI.	Materiales para fabricación de escaleras	76
VII.	Materiales para construcción de muro de contención de derrames	78
VIII.	Costos de materiales para fabricación de escalera y muro de contención de derrames	78
IX.	Costo de un tablero de monitoreo y control	79
X.	Costo de accesorios para tablero de monitoreo y control	80
XI.	Costos de instalación de la escalera	80

## GLOSARIO

<b>Abastecer</b>	Actividad encaminada a cubrir las necesidades de consumo, en tiempo, forma y calidad.
<b>Achique</b>	Extraer el agua del interior de una embarcación, sótano de máquinas, etc, generalmente por medio de bombas.
<b>Acuicultura</b>	Cría de organismos acuáticos, entre ellos: peces, moluscos, crustáceos y plantas. La cría supone la intervención humana para incrementar la producción; por ejemplo: concentrar poblaciones de camarones, alimentarlos o protegerlos de los depredadores. La cría supone así mismo tener la propiedad de las poblaciones de camarones que se estén cultivando.
<b>Adiestramiento</b>	Proceso continuo, sistemático y organizado que permite desarrollar en una persona las habilidades, los conocimientos, las destrezas necesarios para desarrollar un trabajo en forma eficiente.
<b>Caudal</b>	Cantidad de agua que pasa por un punto específico en un sistema hidráulico en un momento o período dado.

<b>Consumo</b>	Acción y efecto de gastar, así sean productos, y otros géneros de la vida efímera, o bienes y servicios, como la energía, entendiéndose por consumo, como el hecho de utilizar estos productos y servicios para satisfacer necesidades.
<b>Eficiencia</b>	Capacidad de hacer un trabajo minimizando el consumo de recursos.
<b>Engrasar</b>	Aplicar grasa sobre una superficie o cavidad de forma manual, o con algún equipo para minimizar la fricción entre las superficies.
<b>Falla</b>	Es una condición no deseada que hace que un elemento o equipo no desempeñe su función como se ha previsto, puede producir un paro total o parcial en la actividad a realizar.
<b>Hectáreas</b>	Medida de superficie que equivale a 10 000 metros cuadrados.
<b>Horómetro</b>	Dispositivo que registra el número de horas de funcionamiento de un equipo o motor.
<b>IGSS</b>	Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.
<b>Marea</b>	Es el cambio periódico del nivel del mar, producido principalmente por las fuerzas gravitacionales que ejercen la Luna y el Sol. Ascenso y descenso rítmico y

alternado de la superficie (o del nivel de agua) del océano, y de cuerpos de agua conectados con el océano como los estuarios y golfos. Ocurre dos veces al día sobre la mayor parte de la Tierra.

<b>MP</b>	Mantenimiento preventivo, es una actividad programada de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica con base en un plan establecido
<b>Omisión</b>	Es dejar de hacer cumplir una formalidad, bien sea por descuido o por negligencia.
<b>Parámetro</b>	Elemento cuyo conocimiento es necesario para comprender un problema, dato importante desde el punto que se examina un asunto.
<b>Productividad</b>	La capacidad de producir más satisfactores (sean bienes o servicios) con menos recursos.
<b>PSI</b>	Medida de presión, su dimensionales son libras sobre pulgada cuadrada.
<b>RPM</b>	Revoluciones por minuto.
<b>Salitre</b>	Capa salina que corroe las paredes y suelos en ambientes marinos.

**Voluta**

Se denomina voluta a la cámara o carcasa en forma de espiral de una bomba centrífuga dentro de la cual gira el rodete y que recoge el fluido propulsado radialmente por éste, dirigiéndolo hacia el tubo de salida.

## RESUMEN

La industria camaronera cuenta con equipos donde es necesaria la aplicación de los conocimientos de ingeniería, al hacer una evaluación se determina la necesidad de realizar cambios para mejorar la continuidad del servicio de los equipos, especialmente en la estación de bombeo de agua de mar.

El presente trabajo de graduación propone la implementación de mejoras y beneficios que se obtendrán en la finca dedicada al cultivo de camarón, evaluando los procesos de trabajo actuales y sugiriendo cambios en la operación de la estación de bombeo, en los equipos y en la infraestructura, con la finalidad principal de hacer eficiente la estación de bombeo y que ésta cumpla con la demanda de agua de mar que se necesita para la producción de la finca camaronera.

La propuesta se hace con base en la necesidad que tiene la finca de contar con un abastecimiento eficiente de agua de mar para el cultivo del camarón. Por esa necesidad es importante que las instalaciones y equipos de bombeo trabajen eficazmente.

En este trabajo de graduación se muestra la manera de operación actual de la estación de bombeo, haciendo notar los parámetros que hacen que la demanda de agua de mar no se satisfaga. Con ese conocimiento se proponen los cambios que ayudarán a mejorar la entrega de agua de mar obteniendo una mejor producción y como consecuencia mayores utilidades.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Evaluar las condiciones actuales y proponer un programa de mejoramiento del funcionamiento de la estación de bombeo de agua de mar de una finca dedicada al cultivo de camarón.

### **Específicos**

1. Reducir los paros no programados en la estación de bombeo, al mejorar el funcionamiento de los componentes de dicha estación.
2. Evitar el deterioro constante de la estación de bombeo por operación inadecuada.
3. Capacitar adecuadamente al personal involucrado en las operaciones de la estación de bombeo.
4. Aumentar la confiabilidad de la estación de bombeo.
5. Proveer eficientemente la entrega de agua de mar a las piscinas de camarón.



6. Mejorar la operación y funcionamiento continuo de la estación de bombeo en forma confiable y sin interrumpir los servicios que se prestan.
7. Minimizar los costos de operación por reparaciones anticipadas.

## INTRODUCCIÓN

La pesca de camarón a mar abierto se ha dejado de hacer a nivel industrial por el poco rendimiento que se obtenía y el producto no era suficiente para atender el crecimiento constante de la demanda.

Como consecuencia, en la actualidad el camarón se cultiva en fincas con instalaciones hechas especialmente con ese fin, como parte del mercadeo de ese producto, estas fincas trasladan su producción a una planta que funciona como centro de acopio donde se completa el proceso para empacarlo y distribuirlo a los centros de mercados, tanto nacionales como extranjeros.

Además de un clima adecuado, este cultivo usa como estrategia básica la creación artificial de un hábitat similar al que el camarón tiene en la naturaleza, para eso es necesario contar con equipo adecuado para bombear agua del mar hacia las piscinas de cultivo, de manera que se satisfagan los requerimientos básicos en las diferentes etapas de producción.

Es importante mencionar que conforme el camarón crece necesita mayor cantidad de oxígeno, una baja en la disponibilidad de este elemento hace que el camarón se estrece, con lo cual su crecimiento se afecta y en el peor de los casos se produce merma. Para corregir algún defecto de oxígeno se utiliza un sistema de ventilación para oxigenar el agua.

Para cimentar la propuesta de mejora para las instalaciones de bombeo de agua de mar se hicieron diversas evaluaciones, que determinan la frecuencia con que han de hacerse las actividades de mantenimiento preventivo del equipo

y maquinaria, así como el mantenimiento de la infraestructura para garantizar el abastecimiento del agua de mar que las operaciones de la finca necesitan.

# **1. ANTECEDENTES GENERALES**

## **1. La empresa**

### **1.1.3. Ubicación**

La finca Ixtán se encuentra localizada en la Costa Sur, a inmediaciones del kilómetro 218 de la carretera hacia Champerico.

### **1.1.2. Historia**

Originalmente era dedicada a la crianza de ganado, hasta que en 1983 el Dr. Carlos López ideó cambiar su uso a una finca camaronera.

En el principio se construyeron 9 piscinas de 0.8 hectáreas, para su llenado se usaba agua del estero y el agua se hacía llegar por gravedad. La obtención de la larva de camarón se hacía directamente del mar, pero los resultados no fueron del todo satisfactorios, principalmente por la falta de homogeneidad en el producto. Por éste y otros motivos se hizo necesario acudir a la adquisición de larva generada en laboratorios, al principio era necesario importar la larva, pero con el tiempo aparecieron laboratorios nacionales que proveen de este insumo en condiciones aceptables.

El camarón producido por la finca, inicialmente, se vendía en el mercado local, una parte por cuenta de la misma finca y otra parte se vendían a una empresa procesadora como consecuencia de que la cantidad de camarón obtenido de la pesca en el mar había disminuido. Un grupo de empresarios

cubanos, que eran dueños de una flota de barcos pesqueros y de la planta procesadora, deciden comprar la finca. Posteriormente la pesca en el mar desapareció del área del puerto de Champerico y la flota de pesqueros y su embarcadero fueron trasladados al Puerto de San José, Escuintla, donde actualmente operan.

En Champerico, la Empresa Procesadora maneja la cosecha de todas las fincas camaroneras de la región. Es importante la actividad de la finca Ixtán como finca camaronera, pues el camarón ha venido a ser uno de los mariscos más populares y por lo tanto presente en varios platillos de la alimentación humana a nivel mundial. Anualmente se negocian en la actualidad, cerca de cinco millones de toneladas métricas. Las fincas camaroneras suplen parte de esa demanda ya que cerca de un tercio de los camarones disponibles se genera en esas fincas especializadas, en lugar de ser capturados en el mar. Por eso esa parte de la acuicultura es una de las de más rápido crecimiento.

Gran parte de la acuicultura camaronera se desarrolla en China, seguida por Tailandia, Indonesia, India, Vietnam, Brasil, Ecuador y Bangladesh. El mercado más importante para ese producto son los Estados Unidos, también son considerables los mercados de la Unión Europea y Japón. Por los volúmenes que se manejan en esa actividad comercial, ha venido a ser muy importante en todo el mundo.

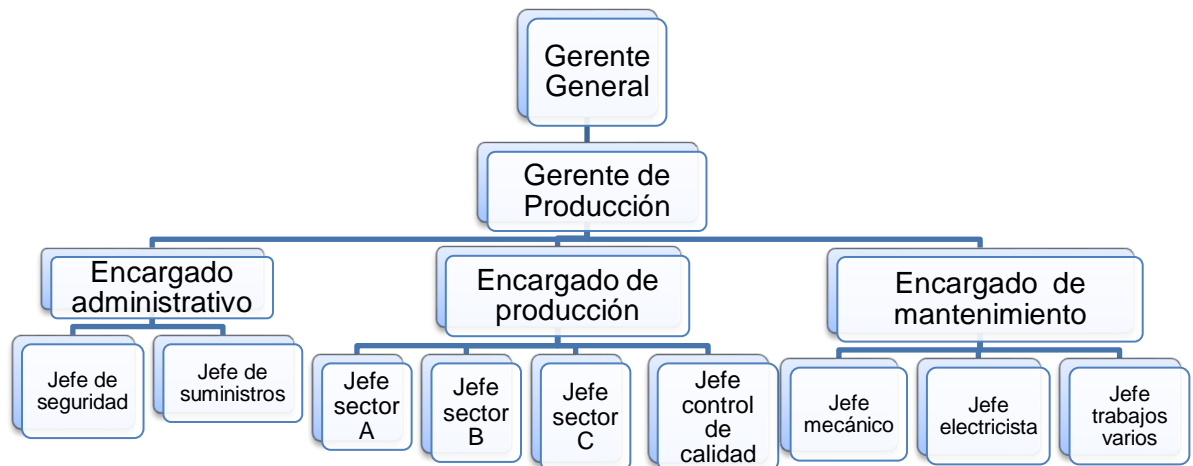
### **1.1.3. Características**

La finca camaronera cuenta con una extensión de 92.4 hectáreas, dedicada exclusivamente a la crianza, cuenta con una estación de bombeo directa del mar, para incrementar la eficiencia y tener una mejor calidad en el agua.

Para el proceso de producción se extrae agua de mar por medio de una estación de bombeo con capacidad de extraer 15,000 gal./min., hacia las piscinas de crianza de camarón, de esas piscinas hay de dos tipos: unas se encuentran cubiertas con Linner (geomembrana que evita la filtración de agua salada al suelo) en un 90% de la finca, y las otras son del material común.

## 1.2. Organización

Figura 1. Organigrama de la finca Ixtán



Fuente: elaboración propia

### Descripción de puestos

- Gerente General

A esta persona se le encomienda la labor de cuidar, supervisar, controlar, planificar, todas las actividades de la finca, tiene a su cargo todo el personal.

#### Funciones:

- Representar a la sociedad y administrar su patrimonio
- Cumplir y/o hacer cumplir las decisiones de la Asamblea y de la Junta Directiva
- Manejar los asuntos y operaciones de la sociedad, tanto los externos como lo concerniente a su actividad interna, y en particular, las operaciones técnicas, financiera y contable, la correspondencia y la vigilancia de sus bienes, todo dentro de las orientaciones e instrucciones emanadas de la Asamblea y de la Junta Directiva

#### • Gerente de Producción

Persona que dirige la empresa con el aval del Gerente General. Es la encargada de cuidar, supervisar, controlar, planificar, todo lo referente a la producción. Jefe inmediato: Gerente General.

#### Funciones:

- Evaluar y mejorar los procesos de producción para hacerlos cada vez más productivos
- Cumplir y/o hacer cumplir las decisiones del Gerente General
- Manejar los asuntos y operaciones en la empresa, concernientes a su actividad interna, y en particular, la producción, todo dentro de las orientaciones e instrucciones emanadas de la Asamblea y de la Junta Directiva

- Encargado Administrativo

Persona que se encarga de trámites, suministros y cualquier cosa que se necesita en las operaciones de la finca. Es un facilitador para todas las áreas en la finca. Jefe inmediato: Gerente de Producción.

Funciones:

- Manejar y controlar el área de bodega, evaluar los requerimientos para todas las áreas de la finca
- Coordinar la seguridad de la finca
- Gestionar pagos de servicios prestados a finca

- Jefe de Seguridad

Encargado de velar por los bienes de la finca y de evitar el robo de camarón por parte del personal de la finca y personas ajenas a ésta. Jefe inmediato: encargado administrativo.

Funciones:

- Verificar horarios de entrada y salida del personal
- Evitar el robo de los bienes de la finca

- Jefe de suministros

Encargado de las compras locales, hacer solicitudes de compra y el manejo de los repuestos, insumos, materiales, equipo, accesorios y cualquier bien o insumo que se solicite para la operación de la finca. Jefe inmediato: encargado administrativo.



## Funciones:

- Manejo de inventarios
  - Recibir y verificar todo lo que ingresa
  - Despachar correctamente lo que se solicita
  - Documentar todo lo que ingresa y sale de la bodega
  - Solicitar cualquier cosa que se necesite en finca
- Encargado de producción

Encargado de planificar y organizar los sectores de producción de camarón para determinar las siembras, cosechas parciales y totales. Jefe inmediato: Gerente de Producción.

## Funciones

- Programar siembras en los sectores de producción
  - Evaluar si es necesario hacer cosechas parciales o totales
  - Determinar el peso en que se cosechará el camarón
  - Verificar el crecimiento del camarón en las piscinas
  - Coordinar el tipo de alimentación para el camarón
- Jefe de sector A

Encargado de la siembra y cosecha de camarón, es el que tiene el área más cercana a la playa. Jefe inmediato: encargado de producción.

Funciones:

- Cumplir con la programación de siembra
  - Cumplir con la programación de cosechas parciales y totales
  - Velar por el crecimiento y salud del camarón
  - Aplicar medidas correctivas cuando se presenten inconvenientes en las piscinas de camarón
- 
- Jefe de sector B

Encargado de la siembra y cosecha de camarón, es el jefe del área intermedia de la finca. Jefe inmediato: encargado de producción.

Funciones:

- Cumplir con la programación de siembra
  - Cumplir con la programación de cosechas parciales y totales
  - Velar por el crecimiento y salud del camarón
  - Aplicar medidas correctivas cuando se presenten inconvenientes en las piscinas de camarón
- 
- Jefe de sector C

Se encarga de la siembra y cosecha de camarón, es el jefe del área más alejada de la playa. Jefe inmediato: encargado de producción.

Funciones:

- Cumplir con la programación de siembra

- Cumplir con la programación de cosechas parciales y totales
  - Velar por el crecimiento y salud del camarón
  - Aplicar medidas correctivas cuando se presenten inconvenientes en las piscinas de camarón
- Jefe de control de calidad

Persona encargada de verificar que el camarón se encuentre en condiciones establecidas en normas internas y externas, lo que garantiza que el producto se encuentra en buenas condiciones, para que éste pueda ser cosechado y transportado a la planta para su procesamiento, en planta procesadora el camarón debe cumplir otras normas de calidad para garantizar su consumo. Jefe inmediato: encargado de producción.

Funciones:

- Verificar que el camarón se encuentre libre de enfermedades
  - Controlar que el camarón este en los rangos de tamaño y peso
  - Determinar que los procedimientos establecidos de siembra y cosecha se realicen
  - Revisar que el transporte se realice adecuadamente
- Encargado de mantenimiento

Persona responsable del mantenimiento de todo la finca, éste coordina las reparaciones y asigna el personal con los jefes de área. Jefe inmediato: Gerente de Producción.

Funciones:

- Ejecutar reparaciones correctivas en la finca
- Programar el mantenimiento de los equipos
  
- Jefe de mecánico

Se encarga de las reparaciones de vehículos automotrices, motocicletas, motores estacionarios y cualquier otro equipo mecánico. Jefe inmediato: encargado de mantenimiento.

Funciones:

- Reparaciones correctivas a equipos mecánicos
- Realizar servicios a los equipos mecánicos
  
- Jefe de electricista

Persona que se encarga de mantener toda la instalación eléctrica de la finca en condiciones de operación. Jefe inmediato: encargado de mantenimiento.

Funciones:

- Reparar problemas en las instalaciones eléctricas
- Revisar las instalaciones para detectar problemas futuros

- Jefe de trabajos varios

Persona que se encarga de coordinar trabajos no especializados, realiza inspecciones y correcciones en la infraestructura, y áreas verdes o donde se requiera, hace trabajos de fontanería, trabajos de albañilería pequeños, limpieza de áreas verdes, etc. Jefe inmediato: encargado de mantenimiento.

### Funciones

- Trabajos de carpintería, como en puertas, muebles etc.
- Trabajos de fontanería
- Trabajos de limpieza para toda la finca

#### **1.2.1. Misión**

Somos una empresa que provee alimentación nutritiva, estamos comprometidos con el grupo de colaboradores a quienes proveemos bienestar, con nuestros clientes y consumidores a los que brindamos servicio y bienes de calidad, con los accionistas a quienes generamos la utilidad esperada, operamos responsablemente con la sociedad y su entorno, a la cual retribuimos con desarrollo la oportunidad que nos brinda.

#### **1.2.2. Visión**

Ser una finca camaronera que proporciona un producto, para el mercado nacional e internacional, que se distinga por los más altos índices de calidad, produciéndolo de una forma amigable al medio ambiente, y contribuyendo de una forma positiva a la sociedad.

### **1.2.3. Valores**

- Respeto: significa valorar a los demás, acatar su autoridad y considerar su dignidad. El respeto se acoge siempre a la verdad; no tolera la mentira, y repugna la calumnia y el engaño.
- Calidad: es asegurar que se cumplan las expectativas del cliente desde la crianza, durante el proceso de engorde, y hasta que el camarón es consumido por el cliente.
- Responsabilidad: es cumplir con las obligaciones que se tienen asignadas, y la capacidad para reconocer y aceptar las consecuencias de un acto.
- Ética: está constituida por valores morales que permiten a la persona adoptar decisiones y determinar un comportamiento apropiado, esos valores deben estar basados en hacer lo correcto.

## **1.3. Motor de combustión interna**

### **1.3.1. Definición**

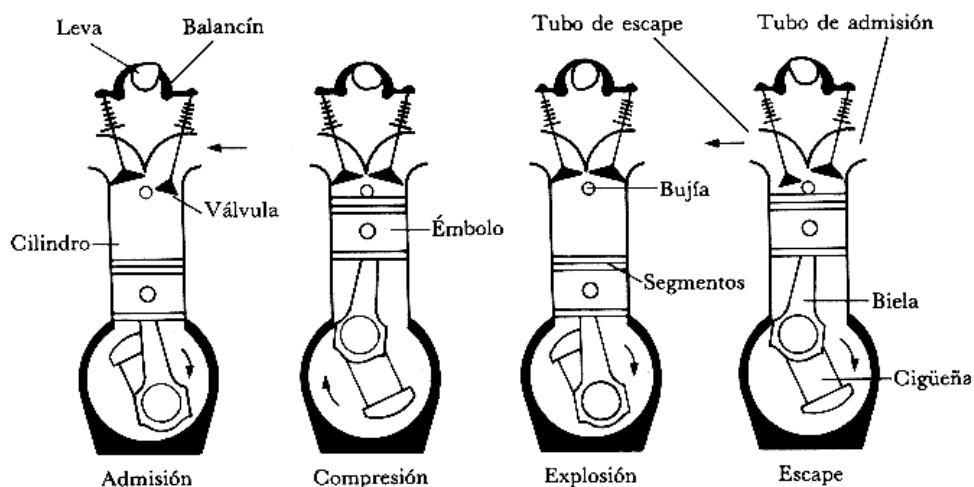
Un motor de combustión interna es un tipo de máquina que obtiene energía mecánica directamente de la energía química producida por un combustible que arde dentro de una cámara de combustión.

### 1.3.2. Tipos de motores de combustión interna

- Motor convencional del tipo Otto

El motor convencional del tipo Otto es de cuatro tiempos. La eficiencia de los motores Otto modernos se ve limitada por varios factores, entre otros la pérdida de energía por la fricción y la refrigeración. En general, la eficiencia de un motor de este tipo depende del grado de compresión. Esta proporción suele ser de 8 a 1 o 10 a 1 en la mayoría de los motores Otto modernos. Se pueden utilizar proporciones mayores, como de 12 a 1, aumentando así la eficiencia del motor, pero este diseño requiere la utilización de combustibles de alto índice de octano. La eficiencia media de un buen motor Otto es de un 20 a un 25%: sólo la cuarta parte de la energía calorífica se transforma en energía mecánica.

Figura 2. Ciclo de combustión motor Otto de 4 tiempos



Fuente: Bernard Hanrock. Motores de combustión interna p. 236.

- Motor Diesel

En teoría, el ciclo diesel difiere del ciclo Otto en que la combustión tiene lugar, en este último, a volumen constante en lugar de producirse a una presión constante. La mayoría de los motores diesel tiene también cuatro tiempos, si bien las fases son diferentes de las de los motores de gasolina.

En la primera fase se absorbe aire hacia la cámara de combustión. En la segunda fase, la de compresión, el aire se comprime a una fracción de su volumen original, lo cual hace que se caliente hasta unos 440 °C. Al final de la fase de compresión se inyecta el combustible vaporizado dentro de la cámara de combustión, produciéndose el encendido a causa de la alta temperatura del aire. En la tercera fase, la de potencia, la combustión empuja el pistón hacia atrás, transmitiendo la energía al cigüeñal. La cuarta fase es, al igual que en los motores Otto, la de expulsión.

La eficiencia de los motores diesel depende, en general, de los mismos factores que los motores Otto, y es mayor que en los motores de gasolina, llegando a superar el 40%. Este valor se logra con un grado de compresión de 14 a 1, siendo necesaria una mayor robustez, y los motores diesel son, por lo general, más pesados que los motores Otto. Esta desventaja se compensa con una mayor eficiencia y el hecho de utilizar combustibles más baratos.

Los motores diesel suelen ser motores lentos con velocidades de cigüeñal de 100 a 750 revoluciones por minuto (rpm o r/min), mientras que los motores Otto trabajan de 2.500 a 5.000 rpm. No obstante, en la actualidad, algunos tipos de motores diesel trabajan a velocidades similares que los motores de gasolina, pero por lo general con mayores cilindradas debido al bajo rendimiento del gasoil respecto a la gasolina.



- Motor de dos tiempos

La eficiencia de este tipo de motores es menor que la de los motores de cuatro tiempos, pero al necesitar sólo dos tiempos para realizar un ciclo completo, producen más potencia que un motor de cuatro tiempos del mismo tamaño.

El principio general del motor de dos tiempos es la reducción de la duración de los periodos de absorción de combustible y de expulsión de gases a una parte mínima de uno de los tiempos, en lugar de que cada operación requiera un tiempo completo. El diseño más simple de motor de dos tiempos utiliza, en lugar de válvulas de cabezal, las válvulas deslizantes u orificios (que quedan expuestos al desplazarse el pistón hacia atrás). En los motores de dos tiempos la mezcla de combustible y aire entra en el cilindro a través del orificio de aspiración cuando el pistón está en la posición más alejada del cabezal del cilindro. La primera fase es la compresión, en la que se enciende la carga de mezcla cuando el pistón llega al final de la fase. A continuación, el pistón se desplaza hacia atrás en la fase de explosión, abriendo el orificio de expulsión y permitiendo que los gases salgan de la cámara.

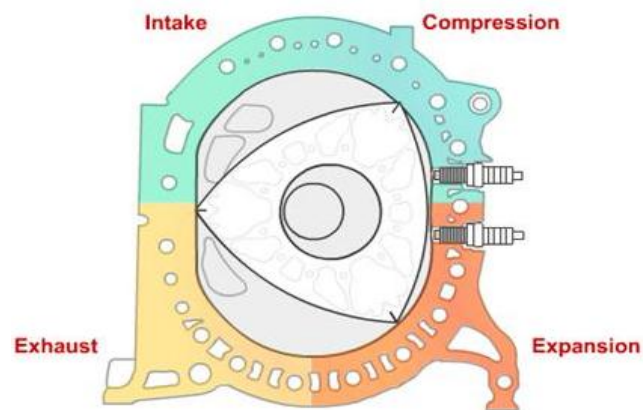
- Motor Wankel

En la década de 1950, el ingeniero alemán Félix Wankel completó el desarrollo de un motor de combustión interna con un diseño revolucionario, actualmente conocido como motor Wankel. Utiliza un rotor triangular-lobular dentro de una cámara ovalada, en lugar de un pistón y un cilindro.

El motor de Wankel es compacto y ligero en comparación con los motores de pistones, por lo que ganó importancia durante la crisis del petróleo en las

décadas de 1970 y 1980. Además, funciona casi sin vibraciones y su sencillez mecánica permite una fabricación barata. No requiere mucha refrigeración, y su centro de gravedad bajo aumenta la seguridad en la conducción. No obstante; salvo algunos ejemplos prácticos como algunos vehículos Mazda, ha tenido problemas de durabilidad.

Figura 3. **Cámara de combustión del Motor Wankel**



Fuente: Bernard Hanrock. Motores de combustión interna p. 289.

- Motor de carga estratificada

Una variante del motor de encendido con bujías es el motor de carga estratificada, diseñado para reducir las emisiones sin necesidad de un sistema de recirculación de los gases resultantes de la combustión y sin utilizar un catalizador. La clave de este diseño es una cámara de combustión doble dentro de cada cilindro, con una antecámara que contiene una mezcla rica de combustible y aire mientras la cámara principal contiene una mezcla pobre. La bujía enciende la mezcla rica, que a su vez enciende la de la cámara principal.

La temperatura máxima que se alcanza es suficientemente baja como para impedir la formación de óxidos de nitrógeno, mientras que la temperatura media es la suficiente para limitar las emisiones de monóxido de carbono e hidrocarburos.

## **1.4. Bombas**

### **1.4.1. Definición**

Una bomba centrífuga es una máquina que consiste en un conjunto de paletas rotatorias encerradas dentro de una caja o cárter, o una cubierta o coraza. Se denominan así porque la cota de presión que crea es ampliamente atribuible a la acción centrífuga. Las paletas imparten energía al fluido por la fuerza de esta misma acción. Así, despojada de todos los refinamientos, una bomba centrífuga tiene dos partes principales: (1) Un elemento giratorio, incluyendo un impulsor y una flecha, y (2) un elemento estacionario, compuesto por una cubierta, estoperos y chumaceras. El flujo entra a la bomba a través del centro u ojo del rodete y el fluido gana energía a medida que las paletas del rodete lo transportan hacia fuera en dirección radial.

Esta aceleración produce un apreciable aumento de energía de presión y cinética, lo cual es debido a la forma de caracol de la voluta para generar un incremento gradual en el área de flujo de tal manera que la energía cinética a la salida del rodete se convierte en cabeza de presión.

**Figura 4. Bomba centrífuga**



Fuente: Igor J. Karassik. Bombas centrífugas p. 27.

#### **1.4.2. Tipos de bombas**

Entre los principales tipos de bombas centrífugas tenemos:

- Radiales, axiales

El elemento rotativo de una bomba centrífuga se denomina impulsor. La forma del impulsor puede forzar al agua a salir en un plano perpendicular a su eje (flujo radial); puede dar al agua una velocidad con componentes tanto axial como radial (flujo mixto) o puede inducir un flujo en espiral en cilindros coaxiales según la dirección del eje (flujo axial). Normalmente, a las máquinas con flujo radial o mixto se les denomina bombas centrífugas, mientras a las de flujo axial se las llama bombas de flujo axial o bombas de hélice. Los impulsores de las bombas radiales y de las mixtas pueden ser abiertos o cerrados. Los impulsores

abiertos consisten en un eje al cual están unidos los álabes, mientras que los impulsores cerrados tienen láminas (o cubiertas) a cada lado de los álabes.

Las bombas de flujo radial tienen una envolvente helicoidal, que se denomina voluta, que guía el flujo desde el impulsor hasta el tubo de descarga, el incremento de la sección transversal a lo largo de la envolvente tiende a mantener constante la velocidad en su interior.

Algunas bombas tienen álabes difusores en la voluta. Estas bombas son conocidas como turbo bombas.

Las bombas pueden ser unicelulares o multicelulares. Una bomba unicelular tiene un único impulsor, mientras que una multicelular tiene dos o más impulsores dispuestos de forma que la salida de uno de ellos va a la entrada siguiente.

- De impulsor abierto, semi-abierto y cerrado

Impulsores abiertos: los impulsores abiertos se encuentran conformados solamente por álabes. Éstos se hallan soldados a un cubo central para que puedan ser montados en la flecha sin forma alguna de pared lateral o cubierta, la desventaja principal de este tipo de impulsor es su debilidad estructural. Si los álabes son largos, deben reforzarse con costillas o una cubierta parcial.

Generalmente los impulsores abiertos se usan en bombas que manejan líquidos abrasivos (en las que el impulsor gira entre dos placas laterales, entre las paredes de la cubierta de la voluta, o entre la tapa del estopero y la de succión).

Impulsores semi-abiertos: el impulsor semi-abierto comprende una cubierta o una pared trasera del mismo. Se pueden incluir o no álabes de salida; éstos están localizados en la parte posterior de la cubierta del impulsor.

Su función es reducir la presión en el cubo posterior del impulsor y evitar que la materia extraña que se bombea se acumule atrás del impulsor e interfiera con la operación apropiada de la bomba y del estopero.

Impulsores cerrados: el impulsor cerrado, que casi siempre se usa para bombas que manejan líquidos limpios sin sólidos pesados, consta de cubiertas o paredes laterales que encierran totalmente las vías de agua del impulsor desde el ojo de succión hasta la periferia.

- Horizontales y verticales

Las bombas centrífugas horizontales, son aquéllas en las cuales el eje de la bomba y del motor están a la misma altura. La bomba no debe trabajar en seco, ya que necesita el líquido bombeado como lubricante entre anillos rasantes y rodete, y entre empaquetadura y eje.

Antes de su puesta en marcha deben quedar cebadas por no ser auto-transpirantes. Este proceso puede ser bastante complejo si la bomba no trabaja en carga y colocada por encima del nivel del líquido. Este caso se presenta muy frecuentemente en las bombas centrífugas horizontales, se debe colocar una válvula en la parte de la aspiración de la bomba y algún sistema de cebado.

Las bombas centrífugas verticales son las que tienen, un eje vertical y el motor generalmente está encima de la bomba, esto permite que la bomba

trabaje siempre rodeada por el líquido a bombear, estas bombas no es necesario que queden cebadas antes de la puesta en marcha.

## **1.5. Embrague**

### **1.5.1. Definición**

El movimiento de giro necesario para poner en movimiento un accesorio o vehículo es transmitido por medio de un conjunto de mecanismos hasta el motor. Es imprescindible acoplar un mecanismo capaz de interrumpir o conectar suavemente el movimiento entre el motor y las ruedas o un accesorio. Cambiar de marcha o “velocidad” implica desconectar el motor del propio cambio durante un mínimo instante. El mecanismo que permite esto en las cajas manuales es el embrague.

El embrague es un mecanismo que conecta o desconecta el movimiento del motor, todo embrague debe estar diseñado de forma que la acción de conexión o desconexión sea progresiva y elástica, para que el movimiento no se transmita bruscamente o a tirones cuando varíe el régimen de revoluciones del motor.

### **1.5.2. Características**

El acoplamiento del disco de embrague contra el volante de inercia del motor se realiza por medio de un conjunto de piezas que recibe el nombre de mecanismo de embrague. De este conjunto forma parte el plato de presión (plato opresor), que es un disco de acero en forma de corona circular, que se acopla al disco de embrague por la cara opuesta al volante motor. Por su cara

externa se une a la carcasa con interposición de muelles helicoidales que ejercen la presión sobre el plato para aplicarlo fuertemente contra el disco.

La carcasa de embrague constituye la cubierta del mismo, y en ella se alojan los muelles y las patillas de accionamiento, a través de los cuales se realiza la unión con la carcasa y el plato de presión. Dicha carcasa se une al volante motor por medio de tornillos. Los muelles realizan el esfuerzo necesario para aprisionar al disco de embrague entre el volante motor y la maza de embrague. Normalmente se disponen de seis muelles helicoidales dispuestos de manera circular consiguiendo así una presión uniforme sobre toda la superficie de la maza de embrague. Tipos de embrague:

- De fricción

El embrague de fricción está formado por una parte motriz (volante motor), que transmite el giro a la parte conducida, usando el efecto de adherencia de ambos componentes, a los cuales se les aplica una fuerte presión que los acopla fuertemente.

El eje primario de la caja de velocidades se apoya en el volante de inercia del motor por medio de un casquillo de bronce. Sobre este eje se monta el disco de embrague que es aplicado fuertemente contra el volante motor por el plato de presión, también conocido como maza de embrague. La maza de embrague es empujada por los muelles que van repartidos por toda su superficie. Al presionar el conductor el pedal de embrague, un mecanismo de palanca articulada desplaza el cojinete de embrague que mueve unas patillas que, basculando sobre su eje, tiran de la maza de embrague que libera al disco impidiendo que el motor le transmita movimiento, haciendo que tampoco llegue a la caja de velocidades, aunque el motor esté en funcionamiento.



- Electromagnéticos

El sistema de embrague electromagnético está constituido por una corona de acero que se monta sobre el volante de inercia del motor. En el interior de esta corona va alojada una bobina, que al pasar la corriente eléctrica a través de ella produce un campo magnético en la zona del entrehierro formado entre la corona y el disco de acero.

Dicho disco va montado en el primario de la caja de cambios por medio de un estriado, sustituyendo al disco de embrague convencional. El espacio existente en el interior de la corona se cierra con chapas de acero, y se rellena con polvo magnético, que se aglomera en el entrehierro por la acción del campo magnético creado por la bobina, haciendo solidarios a la corona con el disco. De esta forma, cuando pasa corriente por el arrollamiento de la bobina se produce la aglomeración del polvo magnético consiguiendo el embragado del motor. Por el contrario, si no pasa corriente por la bobina el polvo magnético no se aglomera en el entrehierro, lo que permite girar en vacío a la corona sin arrastrar el disco. Con lo cual el motor permanece desembragado.

En el instante en que comienza a pasar corriente por la bobina se inicia la aglomeración del polvo magnético, que tarda un cierto tiempo en completarse, además del retardo a la aparición del flujo magnético que se produce en todas las bobinas. Este efecto consigue que el embrague sea progresivo.

- Hidráulicos

El funcionamiento de un embrague hidráulico es parecido a dos ventiladores, uno conectado y otro no, la corriente de aire creada incide en las

aspas del desconectado y lo gira. Así se logra transmitir el movimiento sin que exista rozamiento, y con ello se evitan los desgastes.

En los embragues hidráulicos el medio de transmisión del movimiento es el aceite. Una bomba centrífuga recibe el giro del motor y envía el aceite a presión hacia una turbina en la que está acoplado el eje primario de la caja de velocidades.

La energía cinética de cada partícula choca contra las aletas de la turbina, lo que produce una fuerza que tiende a hacerla girar. El aceite resbala por las aletas de la turbina y es devuelto hacia la bomba centrífuga, donde ésta lo envía hacia la periferia, volviéndose a repetir el ciclo.

Cuando el motor gira a poco régimen la velocidad con que salen las partículas de la bomba es muy pequeña, y por tanto la energía cinética transmitida a la turbina es muy débil para vencer todo el par resistente opuesto por el peso del vehículo. En esta situación la turbina permanece sin girar y hay un resbalamiento total entre la bomba y la turbina. Conforme se va aumentando el régimen de giro del motor el aceite va tomando velocidad e incide con mayor energía cinética sobre la turbina, lo que produce que el resbalamiento entre bomba y turbina consiga hacer progresivo al embrague.

## **1.6. Estación de bombeo**

Las estaciones de bombeo son un conjunto de estructuras de obras civiles, equipos, tuberías y accesorios, que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la impulsan a un reservorio de almacenamiento o directamente a la red de distribución.

Los componentes básicos de una estación de bombeo son los siguientes:

- Caseta de bombeo
- Motor
- Bomba de succión
- Embrague
- Tubería de succión
- Tubería de impulsión
- Válvulas de regulación y control
- Interruptores de máximo y mínimo nivel
- Tableros de protección y control eléctrico
- Sistema de ventilación, natural o mediante equipos
- Área para el personal de operación
- Cerco de protección para la caseta de bombeo

### **1.7. Abastecimiento de agua de mar**

El abastecimiento de agua se puede hacer de las siguientes formas:

Extraer el agua salada de un estero, esto da algunos inconvenientes que deben tomarse en cuenta, uno es el menor grado de sal en el agua, otro la contaminación que se da en los esteros por desagües de las comunidades vecinas, y la contaminación que trae el agua de los ríos que se une con el agua de mar, la ventaja que se tiene de abastecerse del estero es ser una forma fácil de bombear el agua salada.

Abastecerse directamente del mar es con una tubería que entre a cierta distancia de la playa por lo menos antes de donde revientan las olas. La

desventaja que se tiene es el costo de construcción, la ventaja que se obtiene es la calidad de agua.

## **1.8. Mantenimiento**

### **1.8.1. Definición**

El mantenimiento es un proceso que tiene por objeto la conservación del equipo de producción, para asegurar que éste se encuentre constantemente y por el mayor tiempo posible, en óptimas condiciones de funcionamiento, de confiabilidad y que sea seguro de operar.

La función del mantenimiento ha sido históricamente considerada como un costo necesario en los negocios. Sin embargo, al paso del tiempo, nuevas tecnologías y prácticas innovadoras están colocando a la función del mantenimiento como una parte integral de la productividad total en muchos negocios. Las sólidas técnicas modernas de mantenimiento y su sentido práctico tienen el potencial para incrementar en forma significativa las ventajas en el mercado global.

### **1.8.2. Tipos de mantenimiento**

**Mantenimiento correctivo:** es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos.

**Mantenimiento preventivo:** es el que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones

de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema.

Mantenimiento predictivo: es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento, es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo. Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y en ocasiones, de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y/o técnicos.

Mantenimiento cero horas (*Overhaul*): es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados, bien antes de que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido, de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad, un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano.

Mantenimiento en uso: es el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios del mismo. Consiste en una serie de tareas elementales (tomas de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos) para las que no es necesario una gran

formación, sino tal sólo un entrenamiento breve. Este tipo de mantenimiento es la base del *TPM (Total Productive Maintenance, Mantenimiento Productivo Total)*.

Mantenimiento productivo total: es la traducción de *TPM (Total Productive Maintenance)*. El *TPM* es el sistema Japonés de mantenimiento industrial la letra M representa acciones de mantenimiento. Es un enfoque de realizar actividades de dirección y transformación de empresa. La letra P está vinculada a la palabra "Productivo" o "Productividad" de equipos, pero hemos considerado que se puede asociar a un término con una visión más amplia como "Perfeccionamiento" la letra T de la palabra "Total" se interpreta como "Todas las actividades que realizan todas las personas que trabajan en la empresa".

Es un sistema de organización donde la responsabilidad no recae sólo en el departamento de mantenimiento, sino en toda la estructura de la empresa "El buen funcionamiento de las máquinas o instalaciones depende y es responsabilidad de todos".



## **2. SITUACIÓN ACTUAL**

### **2.1. Estación de bombeo**

#### **2.1.1. Equipo**

##### **2.1.1.1. Motor**

Función:

La función del motor es proporcionar la energía mecánica directamente de la energía química producida por un combustible que arde en una cámara de combustión, ésta acciona la bomba centrífuga por medio del embrague.

Las características técnicas del equipo:

- Tipo de combustible diesel
- Marca de motor Cummins
- No. de motor 11856050
- Modelo del motor VCE855RGDTRA
- Serie del motor 6391
- Modelo del motor N-14-5
- Caballaje de 425 hp
- Año de fabricación agosto de 1997
- Tipo de motor marino



Figura 5. **Motor de la estación de bombeo**



Fuente: fotografía propia.

#### Condiciones de trabajo:

El motor trabaja 22 horas por día, cada once horas cuando la marea llega al punto más alto, se apaga, esto proporciona tiempo, para una revisión de niveles de agua y aceite, finalizando la revisión y luego se enciende a esperar nuevamente el punto más alto de la marea.

El motor no cuenta con dispositivos de protección, para evitar algún problema mayor, esto ha provocado que en varias ocasiones se hagan reparaciones mayores, y se tenga que detener el bombeo por varias horas. El mantenimiento que recibe es un servicio a 250 horas, pero por lo general no se lleva un control exacto de esto, por lo que normalmente se hace a cada 300 a 350 horas. Sólo se cambian piezas cuando se descomponen o existen fallas mayores.

### 2.1.1.2. Embrague

Función:

La función del embrague es transmitir o desconectar la fuerza del motor de combustión hacia la bomba centrífuga en forma suave.

Las características técnicas del equipo:

- Marca Twin Disc
- Tipo, T.D. Bom 1B314P107
- Modelo No. IBF3140P1- 3000353
- Serial No. 1E046
- Peso 123 a 163 libras
- Diámetro de disco 21 pulgada

Figura 6. Embrague de la estación de bombeo



Fuente: fotografía propia.

Condiciones de trabajo:

Trabaja igual que el motor: 22 horas al día. Al embrague el único servicio que se le da es de engrase una vez al día, se aprovecha para revisar la tensión de las fajas, entre el embrague y la bomba de succión.

### **2.1.1.3. Bomba**

Función:

La función de la bomba es succionar el agua de mar para que abastezca un reservorio para su distribución en toda la finca; características:

- Marca Hidrostral Pump
- Tipo centrífuga
- Modelo, Bomba M28DA-LLT38- M4ASHD
- Serie No. 2008116536
- Caudal 1261 litros/segundos
- A.D.T. 14.4 metros (altura de trabajo)
- RPM 1500
- Succión y descarga de 28 pulgadas

Figura 7. **Bomba de succión de la estación de bombeo**



Fuente: fotografía propia.

Condiciones de trabajo:

Su funcionamiento es igual que el motor: 22 horas al día. El servicio que se hace es engrasar en dos puntos de la bomba una vez al día, y cambio de pieza cuando exista una falla.

## **2.1.2. Infraestructura**

### **2.1.2.1. Techo**

El techo es de lámina acanalada con recubrimiento para mayor durabilidad, está instalado en una estructura de madera, el área del techo es 28.5 metros cuadrados (de 3m por 9.50m).

Se repara sólo cuando aparece algún problema como goteras o desprendimiento de láminas, esto es muy frecuente por los vientos fuertes que azotan la playa en los meses de mayo a octubre.

#### **2.1.2.2. Paredes**

Las paredes son construidas de block, entran a 4.75 metros bajo el nivel del terreno, y salen 1.5 metros.

Se construyó en forma subterránea para tener la menor diferencia de alturas entre la toma de agua en el mar y la succión de la bomba.

Las paredes no están protegidas con pintura que evite al salitre y el agua salada que se deposita en ellas, lo que provoca humedad en las mismas.

Característica de construcción, cada block es lleno de concreto para evitar filtraciones de agua de mar y así evitar que el salitre corroa el hierro.

#### **2.1.2.3. Piso**

El piso es una fundición de concreto en una pieza con un grosor de 30 centímetros. Tiene una parrilla de hierro de un cuarto de pulgada para soporte. El piso no cuenta con pintura que lo proteja de la acumulación de agua salada o de lluvia, se utiliza un sistema de achique en el sótano para evitar la inundación de éste, pero siempre se tiene una capa de agua sobre el piso.

### **2.1.3. Instalación**

#### **2.1.3.1. Instalación eléctrica**

La instalación eléctrica del área de bombeo de agua de mar cuenta con un tablero de distribución de 110 voltios para la iluminación del área y 220 voltios para la conexión de equipos.

#### **2.1.3.2. Instalación de combustible**

La instalación de combustible para el motor de la estación de bombeo es por medio de la gravedad, cuenta con un depósito de 300 galones de capacidad.

El diesel se lleva al motor a través de una manguera de una pulgada de diámetro que lo lleva por gravedad, desde el depósito hasta el motor, con su respectiva tubería de retorno. El tanque no cuenta con protección para derrames, no se cuenta con permiso para manejo de combustibles.

## **2.2. Mantenimiento**

### **2.2.1. Descripción de mantenimiento actual**

No se cuenta con un programa de mantenimiento preventivo definido o bien organizado que se lleve a cabo en los equipos, se realiza todo de modo correctivo, se planifican muy pocas reparaciones o servicios, excepto los que se realizan durante la reparación. Esto se refiere a un cambio o revisión general del equipo. Como no se tiene un programa formal de mantenimiento, al equipo se le hace únicamente limpieza y cambios de aceite calculando horas

de trabajo, el equipo no utiliza horómetro para tener el tiempo exacto para los cambios de aceite, la revisión en la reparación que se realiza una vez por año en un lapso de tiempo de un mes a mes y medio, todas las programaciones se realizan de manera empírica calculando los días transcurridos desde la última vez que se realizó el cambio.

### **2.2.2. Fallas del equipo**

Las fallas se ocasionan por la falta de supervisión, no hay existencia de datos de mantenimiento correctivo o preventivo para cada equipo, no hay programación que indiquen fechas específicas de cambios de piezas, o historial de los equipos para determinar posibles problemas que se pueden prever o programar reparaciones, no se tiene información certera de los repuestos que se cambian, los datos obtenidos son del personal de mantenimiento, cada mecánico tiene un apunte de algunos repuestos que cambia en la estación.

Los datos que se obtienen en el almacén sobre los repuestos que se utilizan en las reparaciones, no son exactos, a veces por falta de conocimiento los cargan a otras áreas, sólo para mantener el almacén con el inventario en orden, por lo que la información del almacén no es confiable.

### **2.2.3. Cambio de piezas**

La ejecución de las tareas de cambio de piezas para la estación de bombeo se hace de manera correctiva y otras veces se basa en el tiempo estimado de funcionamiento por la memoria de las personas que participan de estas tareas, la mayor parte de las acciones que se han tomado ha sido en respuesta a un problema, en forma correctiva, por ejemplo, cuando se presenta

un ruido en un cojinete piloto debido a la falta de lubricación, éste se cambia. En lugar de planificar el cambio por tiempo de uso para prever la falla.

## **2.3. Problemas ocasionados por el mantenimiento actual**

### **2.3.1. Tiempos muertos**

Cuando se realiza una reparación en cualquier tipo de maquinaria, se ocasiona un tiempo muerto, que es todo el tiempo en el cual no trabaja el equipo. En los casos en donde hay una reparación que necesita de un taller de servicio específico de tornos, electricidad o soldadura, indica que el trabajo a realizarse llevará más tiempo, por consiguiente, genera que el operador se encuentre en una situación ociosa sin que sea su responsabilidad. Lo anterior se debe tomar como punto importante en las reuniones, puesto que se necesita un tiempo estipulado para realizar mantenimiento programado en el cual se tendrá que determinar el momento donde no afecte la operación y no se corra el riesgo de utilizar la máquina en condiciones que afecten su desempeño.

### **2.3.2. Desgaste de maquinaria acelerada**

Al trabajar constantemente y no darle un mantenimiento adecuado a la maquinaria se genera un desgaste acelerado de la misma, ya que no se está cuidando el equipo y se está acortando su vida útil.

La maquinaria necesita una revisión constante por parte de los mecánicos, operadores y electricistas, ya que ellos conocen lo que el equipo necesita para que trabaje de una forma correcta, entonces si hubiera un tiempo determinado para que se revisaran los equipos, podría mejorar las situaciones en las que se pierde demasiado tiempo, al trabajar el equipo constantemente, sin parar de



producir, genera un desgaste el cual puede ser considerado como la pérdida progresiva de la sustancia de la superficie de operación de un cuerpo, que ocurre como resultado de los efectos de la carga y del movimiento relativo en las superficies, es por ello que las piezas del equipo de la estación necesitan de revisiones, ajustes o cambios, para no tener tiempos muertos en la producción.

### **2.3.3. Incumplimiento del programa de entrega de agua de mar**

El departamento de producción planifica sus requerimientos de agua de mar y da las órdenes con instrucciones al jefe de cada sector, del tiempo que le toca abastecerse, para que ajuste su demanda en cada piscina, así pueda cumplir con el programa para sus recambios del día. La gerencia de la finca de camarón genera las órdenes de cuánto debe cosecharse, dependiendo de los pedidos solicitados por la planta procesadora. Con una producción planificada, se espera tener el producto listo para enviarlo a la planta, pero existen casos en que hay un atraso en producción, por falta de recambios de agua de mar, generando así, que la entrega del pedido no se logre. La importancia del departamento de mantenimiento radica en que es responsable de que todo el equipo esté en condiciones de operación para el cumplimiento de los requerimientos de agua de mar.

## **2.4. Daños al medio ambiente**

### **2.4.1. Derrames**

#### **2.4.1.1. Derrames de diesel**

Los derrames de diesel se dan normalmente cuando se abastece el depósito. Este no cuenta con protección de derrames ni con una pileta de

recolección de sólidos. Se encuentra ubicado a un costado de la estación de bombeo.

#### **2.4.1.2. Derrames de aceite**

Los derrames de aceite se dan porque el motor tiene fugas (en la tapadera de válvulas y retenedor frontal del cigüeñal) y cuando se nivela el motor por las fugas a veces se dan derrames, dentro de la estación de bombeo no se cuenta con pileta para la recolección de derrames de aceite o diesel.



### **3. PROPUESTA DE MEJORA**

#### **3.1. Equipo de bombeo**

##### **3.1.1. Motor**

###### **3.1.1.1. Corrección de fugas de aceite**

Realizar estas reparaciones es importante para evitar la pérdida de aceite del motor y la contaminación del área, con esto el motor no bajará su nivel de aceite ya que un nivel bajo de aceite puede poner en riesgo la operación de la estación de bombeo.

Las fugas de aceite del motor sugeridas a reparar son:

#### **◦ Tapadera de válvulas**

Se debe de cambiar el empaque de la tapadera de válvulas, el motor debe de estar apagado, de preferencia frío o a una temperatura donde se pueda trabajar sin peligro de sufrir una quemadura. Procedimiento:

- Desconectar respiradero de gases que va hacia el filtro de aire
- Quitar todos los tornillos que sujetan la tapadera de válvulas
- Retirar la tapadera de válvulas, limpiarla y cambiar el empaque
- Colocar la tapadera de válvulas, colocar y apretar los tornillos
- Colocar el respiradero
- Encender el motor y verificar que no hayan fugas

- **Carter**

Se debe de cambiar el empaque. Esta reparación se debe de hacer preferiblemente cuando se haga el servicio de 250 horas. El motor debe de estar apagado y a una temperatura que no pueda ocasionar un accidente.

Procedimiento:

- Extraer el aceite del motor. Aflojando un tornillo para drenar el cárter, debe de haber un recipiente para evitar derrames
- Aflojar todos los tornillos que sujetan el cárter
- Extraer el cárter y cambiar el empaque
- Colocar el cárter y apretar los tornillos
- Poner el tornillo para drenar y apretarlo
- Colocar el aceite al motor
- Encender el motor y verificar que no hayan fugas

### **3.1.1.2. Corrección de fugas de combustible**

Las fugas de combustible ocasionan fallas al motor, contaminación del área por derrames, y desperdicio del combustible, por lo cual se sugiere la reparación de estas, para evitar un paro de la estación de bombeo.

Las fugas de combustible a reparar son:

- Bomba de inyección, en la salida para el inyector número 2, se debe de cambiar el tubo que va hacia el inyector;
- Tanque de combustible, se encuentra entre las mangueras y las uniones de los filtros, de diesel, se deben, cambiar las abrazaderas.

### 3.1.1.3. Panel de control

Es impostergable la colocación de un panel de monitoreo y control para proteger el motor de calentamientos o presión de aceite insuficiente y garantizar la entrega de agua de mar a la finca, en varias ocasiones se ha tenido que reparar el motor porque se ha quedado sin presión de aceite y otras veces se ha sobrecalentado el motor. Al colocar un panel de monitoreo y control o habilitar el que tiene, se evitará esto, lo que es un beneficio económico al no tener que comprar repuestos y asignar personal para la reparación, y también que la finca no se quedará sin agua mientras dura la reparación para no poner en riesgo la producción.

Se debe de instalar un tablero de monitoreo y control con los siguientes equipos.

- Horómetro: para llevar un control de las horas de funcionamiento del motor y así programar los servicios;
- Indicador de presión de aceite con protección: éste sirve para evitar algún descenso o subida de la presión de aceite que ponga en riesgo el motor. Actualmente se cuenta con un indicador sin protección;
- Indicador de temperatura con protección: éste sirve para evitar el incremento de la temperatura del motor, porque al subir la temperatura a más de 93 grados centígrados (200 grados *Fahrenheit*) el motor automáticamente se apaga, evitando un calentamiento excesivo. Por no contar con este sistema el motor en varias ocasiones se ha sobrecalentado y ha tenido que ser reparado. Actualmente se tiene un indicador de temperatura sin protección;

- Indicador de carga del acumulador: actualmente no cuenta con uno, se debe de instalar para controlar la carga que recibe el acumulador;
- Interruptor de encendido: el que se utiliza no está en buenas condiciones, y puede fallar;
- Interruptor de paro de emergencia: éste se utiliza cuando por alguna circunstancia se debe de parar el motor de inmediato.

Figura 8. **Panel de monitoreo y control**



Fuente: Distribuidor Automotriz R. A. Nicol Guatemala, Catálogo de ventas p. 18.

### **3.1.2. Embrague**

#### **3.1.2.1. Corrección de fugas de aceite**

La fuga se está dando en los sellos del eje, para lo cual se debe de aprovechar el tiempo de servicio del motor para corregir las fugas.

### **3.1.3. Bomba**

#### **3.1.3.1. Corrección de fugas de agua**

Por una mala conexión de la bomba y la tubería de descarga, se debe programar un paro en la estación para corregir este problema, para hacer la reparación se debe contar con un nuevo empaque para mejorar el sello de la bomba y la tubería de descarga.

## **3.2. Frecuencia en la ejecución del mantenimiento al equipo de bombeo**

### **3.2.1. Diarias**

Esta actividad será realizada por el operador de la estación de bombeo, las acciones necesarias son:

- Chequear:
  - Nivel de aceite del motor
  - Nivel de agua



- Revisar que no haya fugas
- Chequear funcionamiento de instrumentos de control

Los instrumentos a revisar son:

- Indicador de temperatura
  - Indicador RPM
  - Indicador de carga de acumulador
  - Indicador de presión de aceite
  - Indicador de horas trabajadas
- Revisar la tensión de las fajas del motor

Las fajas a revisar son:

- Verificar engrasado del embrague
- Revisar nivel de aceite del embrague

Para realizar esta actividad se debe de parar el bombeo cuando falte una hora para que la marea llegue al punto más alto. Esto para facilitar la toma de agua de mar.

### **3.2.2. Servicio de 250 horas**

Esta actividad será realizada por el mecánico con ayuda del operador de la estación de bombeo, comprende las siguientes acciones:

- Cambiar aceite del motor
- Cambiar filtro de aceite del motor

- Inspeccionar y/o ajustar fajas y tensores del motor (comprobar que las fajas estén tensadas y en buen estado)
- Revisar la tubería de succión de combustible
- Revisar el tanque de combustible
- Revisar fajas que accionan el embrague y la bomba de succión
- Chequear estado del acumulador y del alternador
- Chequear motor de arranque
- Chequear instrumentos de control
- Limpiar la estación de bombeo

Esto se hará con dos horas antes que llegue la marea a su punto más alto.

### **3.2.3. Servicio de 500 horas**

Esta actividad será realizada por el mecánico con ayuda del operador de bombeo, incluye las acciones:

- Hacer todo lo del servicio de 250 horas
- Cambiar filtros de combustible
- Cambiar filtro de aire del motor
- Ajustar fajas que accionan el embrague y la bomba de succión
- Revisar tubería de combustible

Este servicio se debe de hacer con 2 horas y media antes que la marea llegue a su punto más alto.

#### **3.2.4. Servicio de 750 horas**

Esta actividad será realizada por el mecánico y el operador de la estación de bombeo y consiste en: hacer todo lo del servicio de 250 horas.

Este servicio se debe de hacer con 3 horas y media antes que la marea llegue a su punto más alto.

#### **3.2.5. Servicio de 1000 horas**

Esta actividad será realizada por el mecánico y el operador de la estación de bombeo y consiste en:

- Hacer todo lo del servicio de 500 horas
- Cambiar líquido del acumulador
- Revisar ajuste de válvulas del motor

Este servicio se debe de hacer con 4 horas y media antes que la marea llegue a su punto más alto.

#### **3.2.6. Servicio de 2000 horas**

Esta actividad será realizada por el mecánico y el operador de la estación de bombeo, las actividades a realizar:

- Hacer todo lo del servicio de 1000 horas
- Calibrar válvulas del motor
- Limpieza del radiador
- Cambiar fajas del motor

Este servicio se debe de hacer con 5 horas y media antes que la marea llegue a su punto más alto.

Esta información debe estar en la estación de bombeo ubicada en un lugar visible para que el operador y la persona de mantenimiento vean lo que se debe hacer según la actividad programada.

- Procedimiento para realizar los servicios
  - Servicio a 250 horas del paso 1 al paso 16, ver tabla I página 50
  - Servicio a 500 horas del paso 1 al paso 21, ver tabla I, II páginas 50 y 51
  - Servicio a 1000 horas del paso 1 al paso 26, ver tabla I,II, III, páginas 50 Y 51
  - Servicio a 2000 horas del paso 1 al paso 34, ver tabla I,II,III, IV páginas 50, 51 y 52

Tabla I. **Procedimiento de servicio a 250 horas**

Paso 1	Apagar el motor, y debe estar a una temperatura que no pueda ocasionar un peligro.
Paso 2	Aflojar tapón de la tapadera de válvulas.
Paso 3	Aflojar y quitar tornillo del cárter, y colocar un recipiente para recibir el aceite.
Paso 4	Dejar que el aceite escurra durante 10 minutos.
Paso 5	Quitar filtro de aceite del motor, tener cuidado de no derramar el aceite que se encuentra en el filtro.
Paso 6	Colocar filtro de aceite nuevo, Nota: debe de llenar de aceite el filtro e instalarlo.
Paso 7	Revisar que el filtro esté bien colocado y apretado.
Paso 8	Verificar que no escurra más aceite y colocar el tornillo del cárter y apretarlo bien.
Paso 9	Llenar de aceite el motor por el tapón de la tapadera de válvulas evitando algún derrame.
Paso 10	Encender el motor durante un 1 minuto luego apagarlo, y verificar el nivel de aceite, si le hace falta, corregirlo.
Paso 11	Inspeccionar ajuste de fajas del motor, si es necesario. Paso No. 12
Paso 12	Apretar tornillo del tensor de la fajas hasta que sea necesario.
Paso 13	Revisar el motor, para determinar si no hay fugas o piezas mal apretadas.
Paso 14	Revisar tubería de combustible, desde el depósito hasta el motor.
Paso 15	Revisar nivel del acumulador, si hace falta, utilizar agua desmineralizada para corregir nivel. Paso No. 16
Paso 16	Quitar tapones del acumulador y vaciar el agua desmineralizada hasta 4 centímetros de llenar el acumulador.

Fuente: elaboración propia.

Tabla II. **Procedimiento de servicio a 500 horas**

Paso 17	Cambiar filtros del diesel, cerrar llaves de paso de tanque a motor.
Paso 18	Quitar filtros de diesel teniendo cuidado de no derramar.
Paso 19	Colocar filtros llenos de diesel para evitar que entre aire al sistema, revisar que estén bien colocados.
Paso 20	Encender el motor y aflojar la tuerca que rosca la tubería de combustible del inyector número 1 para sacar el aire del sistema, se observa que salga combustible y se aprieta nuevamente.
Paso 21	Revisar tubería de combustible, y estado del refrigerante.

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Procedimiento de servicio a 1000 horas**

Paso 22	Desmontar las baterías.
Paso 23	Vaciar el contenido de éstas en un recipiente con cuidado para evitar un accidente.
Paso 24	Llenar las baterías hasta 4 centímetros del tapón.
Paso 25	Instalar las baterías.
Paso 26	Revisar juego de válvulas.

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. **Procedimiento de servicio a 2000 horas**

Paso No. 27	Calibrar válvulas del motor.
Paso No. 28	Desmontar el radiador.
Paso No. 29	Limpiar el radiador.
Paso No. 30	Instalar el radiador.
Paso No. 31	Desmontar fajas del motor.
Paso No. 32	Instalar fajas nuevas.
Paso No. 33	Revisar apretado de fajas de motor.
Paso No. 34	Revisar todas las actividades.

Fuente: elaboración propia.

Nota: se debe trabajar de forma ordenada y limpia.

Figura 9. Formato de control de actividades diarias

<b>CONTROL DE ACTIVIDADES DIARIAS</b>	
<b>FINCA IXTÁN</b>	<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>
<b>Área:</b> estación de bombeo	
<b>Equipos:</b> motor de combustión, embrague y bomba de succión	
<b>Códigos:</b>	
<b>Encargado de realizarla:</b> operador de la estación.	
<b>Observaciones:</b> Actividad a realizarse cada paro del motor.	
<b>Actividades diarias</b>	
Chequear nivel de aceite del motor	X
Chequeo del nivel de agua	X
Chequeo de la batería	X
Chequeo de fugas en general	X
Chequear funcionamiento de instrumentos de control (indicadores de temperatura, RPM, carga de batería, presión de aceite, horómetro, etc.)	X
Revisar la tensión de las fajas del motor	X
Engrase del embrague	X
Revisión del nivel de aceite del embrague	X
Engrase de los dos puntos en la bomba de succión	X
Limpieza de la estación de bombeo	X
(f) _____ Encargado del Departamento de Mantenimiento	

Fuente: elaboración propia.



Figura 10. Formato de actividades de servicios

<b>ACTIVIDADES DE SERVICIOS</b>					
<b>FINCA IXTÁN</b>	<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>				
<b>Área:</b> estación de bombeo					
<b>Encargado de realizarla:</b> personal de mantenimiento.					
	Horas				
<b>OPERACIONES</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>750</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>
Cambiar aceite y filtro al motor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cambiar filtro de combustible		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Inspección y/o ajustes de fajas de motor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Revisión de la tubería de succión de combustible	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Revisión de tanque de combustible	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Chequear estado del acumulador y alternador	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Chequear motor de arranque	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Chequear instrumentos de control	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cambiar filtros de aire		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Revisar estado del agua del motor		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Revisión de tubería de combustible		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cambiar líquido del acumulador				<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Revisar ajustes de válvulas del motor				<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Calibrar válvulas del motor					<input type="radio"/>
Limpieza del radiador					<input type="radio"/>
Cambiar fajas del motor					<input type="radio"/>
(f) _____					
Encargado del departamento de mantenimiento					

Fuente: elaboración propia

### 3.3 Control de parámetros de funcionamiento del equipo

Dentro de los parámetros de funcionamiento del motor se tiene:

- Temperatura: no debe ser mayor de 195 grados *Fahrenheit* o 90 grados centígrados
- Presión de aceite: no debe ser mayor de 40 PSI y no menor de 20 PSI
- Voltaje del alternador: no debe ser mayor de 14 voltios
- Nivel de combustible: no debe de estar, a menos de un cuarto del depósito
- Revoluciones del motor: no debe trabajar a menos de 1200 rpm y no mayor de 1500 rpm. Para obtener el mejor rendimiento entre consumo de combustible y cantidad de agua bombeada

Se debe de colocar esta información en un lugar visible en la estación de bombeo por si el operador fuera relevado en un día cualquiera, la otra persona conozca los parámetros de operación del motor.

Todos estos datos deben ingresarse a un registro para monitorear la operación del motor y detectar algún problema que pueda estarse dando y poder tomar decisiones preventivas para mantener el mayor tiempo posible el servicio de entrega de agua de mar para la finca.

Figura 11. Formato de parámetros de operación

<b>PARÁMETRO DE OPERACIÓN</b>	
<b>Ubicación:</b>	<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>
<b>Área:</b> estación de bombeo	
<b>Equipo:</b> motor de combustión interna	
<b>Código:</b>	
<b>Encargado de realizarla:</b> personal de mantenimiento.	
<b>Observaciones:</b>	
Parámetro	Rango
Temperatura	90° C o 195°F no mayor
Presión de Aceite	40 a 60 PSI
Voltaje del alternador	14 Voltios
Nivel de combustible	No menor de 1/4 del depósito
RPM	1200 a 1500
(f) _____ Encargo del Departamento de Mantenimiento	

Fuente: elaboración propia.

### 3.4. Infraestructura

#### 3.4.1. Implementación de escalera

Por las condiciones para llegar al sótano se propone la implementación de una escalera que esté instalada en condiciones seguras para los trabajadores, el tipo de escalera que se sugiere es del tipo marina fija, ésta es de madera y cuenta con pasamanos de hierro galvanizado. Se sugiere este material por su resistencia al ambiente marino. La escalera se asegura en la parte superior a la estructura y en la parte inferior al piso.

Figura 12. **Escalera marina fija**



Fuente: <http://www.eleveescaleras.com.ar/fotos/marinera/marinera1.jpg>.

Las escaleras marinas ocupan muy poco espacio. Al utilizar este tipo de escaleras en la estación de bombeo de agua de mar, los trabajadores estarán realizando sus labores en condiciones seguras, dado que cualquier actividad que realicen en el sótano, no habrá ningún problema al bajar.

### **3.5. Actividades de mantenimiento a la infraestructura**

#### **3.5.1. Pintura**

Actualmente no se cuenta con pintura en la estación de bombeo, por lo que se debe pintar para evitar que la humedad entre a las paredes por el agua que se encuentra en el sótano y el calor generado por el motor, por eso se sugiere pintar el interior de un color azul claro que pertenece a la categoría de colores fríos, esto para ayudar al personal con el ambiente de trabajo. En el exterior se utilizará una mezcla de cal y agua, por lo que se recomienda pintar el interior con pintura a base de resina epóxica.

Esmalte epóxico: pintura de acabado a base de resina epóxica y catalizador de tipo poliamida. De alta resistencia a la abrasión, agresión química fuerte y ambientes marinos. Muy buena resistencia química al agua dulce y salada, aceites y disolventes. Gran resistencia mecánica de excelente adherencia y larga vida.

#### **3.5.2. Revisión del techo**

El mayor inconveniente del techo lo ocasiona el viento por la cercanía al mar, casi 50 metros. La época de mayor viento se da en invierno, de mayo a octubre, por eso se debe hacer una revisión preferiblemente antes de empezar esa época en el mes de mayo, otra en agosto y otra en diciembre, las revisiones deben incluir por lo menos: una inspección a las láminas, verificar que no tengan fisuras, que los tornillos estén apretados, y no esté agrietada o rota la lámina cerca de los tornillos. La estructura que soporta el techo es de madera, se debe de revisar que no haya ninguna viga rajada o con señales de humedad, lo que puede ser un indicio que está empezando a podrirse,

dependiendo del problema será necesario el cambio de algunas láminas, tornillos o vigas.

- Procedimiento para revisión del techo:
  - Revisar las vigas, para verificar su estado
  - Revisar desde abajo las láminas
  - Empujar las láminas desde abajo para verificar que estén sujetas por los tornillos
  - Identificar las láminas mal atornilladas y colocar o apretar los tornillos
  - Subir al techo y verificar el estado de las láminas
  - Hacer las reparaciones necesarias

### **3.5.3. Revisión de paredes**

La revisión de paredes se sugiere que se haga cada año, de forma detallada para localizar filtraciones o grietas que se puedan dar, y de rutina cada dos meses.

- Procedimiento para revisión de paredes:
  - Revisar el exterior de la estación de bombeo, en busca de grietas o señales de deterioro
  - Revisar el interior de la estación de bombeo en busca de grietas o señales de deterioro
  - Marcar los puntos con señales de problema, para evaluar las reparaciones
  - Corregir problemas
  - Hacer limpieza del área de trabajo

#### **3.5.4. Revisión del piso**

Ésta se llevará a cabo conjuntamente con la revisión de paredes una vez al año, y de rutina una vez al mes, con el propósito de evitar filtraciones o grietas que puedan poner en riesgo la estructura.

- Procedimiento para revisión del piso:
  - Achicar el sótano
  - Revisar el piso en busca de grietas
  - Señalar los puntos de problema si hubiera
  - Evaluar las reparaciones
  - Corregir problema
  - Hacer limpieza del área

### **3.6. Recolectores de derrames**

#### **3.6.1. Recolector para aceite**

Donde se encuentra ubicado el motor y embrague no hay colector para derrames por lo que se sugiere la instalación de uno, para lo cual se propone lo siguiente:

- Mejorar el desnivel del piso debajo del motor y el embrague
- Construir un recolector para evitar la mezcla de agua con el aceite o diesel

### **3.6.2. Recolector para diesel**

El depósito de diesel no cuenta con protección para derrames, por lo cual se sugiere construir uno, el tanque es de 300 galones. Lo que da 1.13 metros cúbicos. Las medidas para la construcción, según el espacio con el que se cuenta es de 1.25\*1.25\*1 metros, con estas medidas se toma un porcentaje extra de volumen de aproximadamente 25% de la capacidad del tanque.

La construcción puede ser de block con las paredes internas alisadas.





## 4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

### 4.1. Capacitación del personal

El personal de la camaronera necesita capacitación y más para el personal de mantenimiento, por los cambios que se deben hacer, entre ellos: dar capacitación, adiestramiento y formación al personal en forma continua, por tal motivo al personal del departamento de mantenimiento debe incentivársele, para que mediante la mejora continua del conocimiento de los miembros de la organización puedan afrontar los cambios en la organización, y mejorar la técnica en el desarrollo de sus tareas.

#### Objetivos

- Mejorar el conocimiento del personal de mantenimiento, esto sirve para actualizar al personal
- Enseñar normas de seguridad, para que los trabajadores realicen actividades de forma segura
- Conocer y entender enfermedades que provocan la realización de ciertas actividades, cuando no se hacen en forma adecuada
- Educar al personal en la utilización de herramientas de trabajo
- Explicar la importancia de mantener limpia la estación de bombeo

Todas las capacitaciones son con el apoyo del departamento de recursos humanos.

#### **4.1.1. Capacitación interna**

Es importante por los cambios que se quieren realizar en la estación de bombeo de agua de mar, esto para aumentar el tiempo de bombeo y evitar paros innecesarios que limiten la cantidad de agua de mar que se bombea.

Tiempo estimado para las capacitaciones: 2 horas por tema.

Temas a tratar:

- Monitoreo de parámetros de operación
- Revisiones diarias
- Cambios de aceite

Persona encargada de la capacitación: jefe del departamento de mantenimiento

Personas a quienes va dirigida la capacitación: personal de mantenimiento y operadores de la estación de bombeo.

- **Monitoreo de parámetros de operación**

Los parámetros de operación a monitorear son:

- La temperatura del motor
- La presión de aceite del motor
- El voltaje que genera el alternador

Si cualquier parámetro está fuera del rango deberá indicarse al personal de mantenimiento para que revise.

- **Revisiones diarias**

Actividades a realizar:

- Nivel de aceite de motor, siempre debe estar en el máximo, si no lo estuviera deberá de agregarse aceite para que esté siempre en el nivel máximo.
- Nivel de refrigerante del motor, siempre debe estar al máximo, si no lo estuviera deberá agregarse refrigerante para que esté siempre en el nivel máximo
- Nivel de aceite del embrague éste debe estar siempre al máximo, si no lo estuviera deberá agregarse este lubricante, para que éste siempre esté en el nivel máximo
- Lubricación de los cojinetes de la bomba

- **Cambios de aceite**

Esta capacitación será impartida al personal de mantenimiento y operadores donde se les indicará el procedimiento para el cambio de éste y se enseñará a llenar fichas de control de servicios.

Entre los medios a utilizar para las capacitaciones se solicitarán:

- Folletos
- Videos
- Simulacros

Entre las evaluaciones se tendrán:

- Examen para determinar cuánto se aprendió
- Preguntas al azar por parte del capacitador
- Simulacro

#### **4.1.2. Capacitación externa**

El departamento de mantenimiento solicitará al de recursos humanos la aprobación de capacitaciones para el personal.

Tiempo estimado para cada capacitación: 2 horas.

Temas a tratar:

- Primeros auxilios
- Normas de seguridad e higiene industrial
- Operación y mantenimiento del motor
- Buenas prácticas de manufactura
- Protección al medio ambiente

Personas a quienes va dirigida la capacitación: personal de mantenimiento y operadores de la estación de bombeo

- **Primeros auxilios**

Solicitar el apoyo del IGSS y Bomberos Voluntarios para impartir pláticas, objetivos de los primeros auxilios:

- Conservar la vida
- Ayudar a la recuperación de la víctima de algún evento adverso
- Evitar complicaciones físicas y psicológicas
- Asegurar el traslado de los accidentados a un centro asistencial
- Todo el personal debe tener el conocimiento necesario de cómo actuar en una situación donde se pueda producir un accidente

Algunos temas a impartir sobre primeros auxilios:

- Intoxicación
- Quemaduras
- Quebraduras
- Heridas

Se impartirán estos cursos, y se programarán otros que sugieran los capacitadores, que sean necesarios para el personal de mantenimiento, operadores de la estación de bombeo y personal de otras áreas que participen.

- **Normas de seguridad e higiene industrial**

Se solicitará apoyo al IGSS y proveedores de equipo de seguridad industrial para que el personal conozca la importancia de la seguridad e higiene industrial en el departamento de mantenimiento y operadores de la

estación de bombeo. Los objetivos de la norma de seguridad e higiene industrial es:

- Prevenir los accidentes laborales, los cuales se producen como consecuencia de las actividades de producción, por lo tanto, una producción que no contempla las medidas de seguridad e higiene no es una buena producción. Una buena producción debe satisfacer las condiciones necesarias de los tres elementos indispensables, seguridad, productividad y calidad de los productos;
- Conocer las necesidades de la empresa para poder ofrecerles la información más adecuada orientada a solucionar sus problemas;
- Comunicar los descubrimientos e innovaciones logrados en cada área de interés, relacionados con la prevención de accidentes.

Algunos temas que se impartirán en el curso:

- Equipo de seguridad para el trabajo que se realice
- Extintores
- Utilización correcta de la herramienta de trabajo

Al impartir estos cursos, se indicará al personal de capacitación que sugieran algún otro curso importante sobre la seguridad e higiene Industrial.

- **Operación y mantenimiento del motor**

Solicitar capacitación del representante y distribuidor de la marca en Guatemala.

## Objetivos

- Mejorar la realización de servicios a los motores por el personal de mantenimiento;
- Conocer la forma correcta de realizar reparaciones al motor.

## Temas a desarrollar

- Servicios
- Calibración de válvulas
- Diagnósticos de fallas
- Reparación de fallas

Otros cursos que se impartirán, podrán ser solicitados por el departamento de mantenimiento o por sugerencia del personal de capacitación.

## • **Buenas prácticas de manufactura**

### Objetivos:

- Mantener limpia el área de trabajo
- Conocer la forma de trabajar en industria de alimentos

### Algunos temas a impartir:

- Limpieza laboral
- Forma de trabajo



Se impartirán estos cursos y se programarán otros que sugieran los capacitadores, y que sean necesarios para el personal de mantenimiento, operadores de la estación de bombeo y personal de otras áreas que participen.

- **Protección al medio ambiente**

Objetivos:

- Enseñar la importancia de proteger el medio ambiente
- Conocer buenas prácticas para mitigar los impactos al medio ambiente

Algunos temas a impartir:

- La importancia de la diversidad de recursos ambientales
- Cómo aprovechar los recursos ambientales

Se impartirán estos cursos, y se programarán otros cursos que sugieran los capacitadores y que sean necesarios para el personal de mantenimiento, operadores de la estación de bombeo y personal de otras áreas que participen.

Entre los medios a utilizar para las capacitaciones se solicitarán:

- Folletos
- Videos
- Conferencias
- Simulacros

Entre las evaluaciones se tendrán:

- Examen para determinar cuánto se aprendió
- Preguntas al azar por parte del capacitador
- Simulacro

#### **4.2. Establecimiento de normas**

La creación de normas de seguridad para la estación de bombeo de agua de mar será por la necesidad de proteger primero a las personas que laboran y luego a los equipos que funcionan.

Los operadores que ingresen a la estación de bombeo deben dar seguimiento a los lineamientos que se le indique, y no los pueden cambiar si no reciben otra instrucción por parte del encargado, podrán cambiar algo, si lo establecido atenta contra la integridad de él, de otros o del equipo.

- **Normas básicas de operación de la estación de bombeo de agua de mar**
  - Todos los días se debe parar el motor del bombeo durante dos horas para revisión. Se indica en detalle las actividades en procedimiento de trabajo del equipo de bombeo, sección 4.5 página 81
  - Cada turno debe realizar la limpieza del área
  - Los empleados que estén de turno no deben moverse del área y si lo hacen deben de indicar al personal de mantenimiento el motivo y el tiempo que se necesita
  - Acatar las órdenes e instrucciones dadas por el jefe inmediato

- Guardar reserva sobre informaciones exclusivas de la finca
  - Conservar y mantener en buen estado los equipos de trabajo
  - Acatar las medidas preventivas e higiénicas que haya establecido la empresa
- **Prohibiciones para el personal de mantenimiento y operadores de la estación de bombeo**
    - Sustraer materias primas o bienes de la empresa
    - Presentarse al trabajo en estado de embriaguez o bajo efectos de drogas o narcóticos
    - Faltar al trabajo sin justa causa o sin autorización
    - Hacer colectas, rifas, ventas o cualquier clase de negocio o propaganda externa a la empresa en el trabajo
    - Suspender el trabajo en horas laborales
    - Usar los elementos de trabajo para fines distintos a los que presenta el contrato laboral

Se sugiere empezar a implementar algunos puntos sobre la norma internacional ISO 9001:2000 para garantizar un servicio de calidad por parte de la estación de bombeo de agua de mar, para abastecer a los sectores de producción. Esto debe de empezar por la gerencia y continuar con el departamento de mantenimiento aplicado al área de la estación de bombeo de agua de mar, luego los otros componentes de la empresa. Entre los puntos se sugieren:

- Mantener la organización orientada al cliente, donde nuestros clientes son los sectores de producción de camarón, que abastecemos con agua de mar, a ellos debemos cumplir con los requerimientos solicitados.

- Optimizar el liderazgo: esto se logrará con personas que coordinan actividades en la finca camaronera, estas personas son las que deben crear un ambiente interno bueno para el trabajo.
- Procurar la participación de todo el personal: para que todo funcione bien, el personal debe participar y sentirse parte del cambio.
- Formular un enfoque basado en procesos: un resultado se tiene que analizar en sus actividades, pero se hace mejor si se analiza con un proceso. Un proceso es una serie de actividades en un orden determinado.
- Entre algunos requisitos que se establecen en la norma ISO 9001:2000 están los siguientes:
  - a) Una política de calidad y objetivos de la calidad
  - b) Un manual de calidad

Nota: para mayores detalles sobre la Norma Internacional ISO 9001:2000 revisar documento completo.

### **4.3. Recursos**

#### **4.3.1. Recurso humano**

El personal involucrado directamente en la estación de bombeo es:

- El operador: es la persona que se encarga de la operación de bombeo;

- Ayudante de operador: esta persona se encarga de darle apoyo al operador en tareas de alimentación de combustible, limpieza del área, limpieza y mantenimiento de la cerca de alambre espigado. También se le asigna la limpieza del área de filtrado, éste es el primer punto donde el agua salada desemboca.
- Personal de mantenimiento: según sea la necesidad del trabajo se asigna a cualquiera de estas personas:
  - Mecánicos: se encargan de todas las reparaciones mecánicas
  - Electromecánicos: se encargan de los trabajos eléctricos del motor
  - Electricistas: se encargan de los trabajos eléctricos en la estación de bombeo
  - Soldadores: se encargan de trabajos de soldadura en el equipo de bombeo o en la infraestructura de la estación de bombeo

#### **4.3.2. Materiales y herramientas**

Para mejorar algunos puntos en la estación de bombeo se requiere de adquirir materiales y herramientas.

Entre los materiales para la estación de bombeo se necesitan:

- Pintura para paredes
- Pintura para piso
- Materiales para limpieza
- Wipe
- Desengrasante

Entre las herramientas para la estación de bombeo se debe de contar con:

- Destornillador mediano de cruz
- Destornillador plano
- Alicata mediano
- Martillo de 2 libras
- Espátula

La herramienta y materiales estarán a cargo del personal de la estación, servirá para pequeñas reparaciones y el mantenimiento de ésta.

#### 4.4. Costos de materiales y equipos a comprar

Los materiales necesarios para mejorar algunos detalles en la estación de bombeo, y cumplir con normas internas de la finca, se solicitarán los siguientes materiales.

Tabla V. **Costos de materiales**

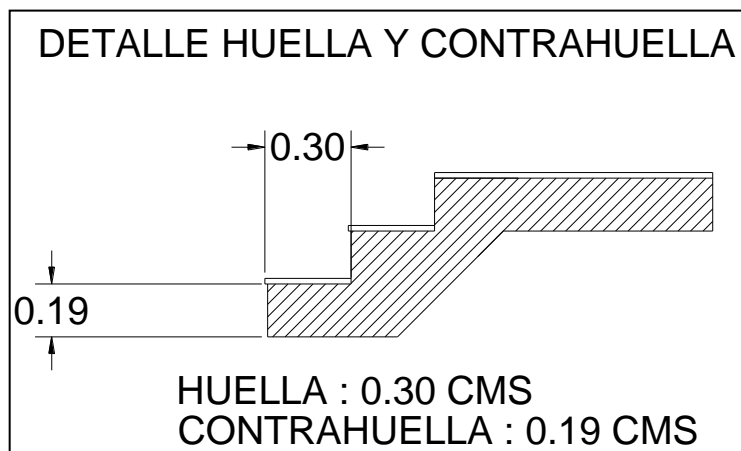
<b>Descripción</b>	<b>Costo</b>
Pintura para paredes	Q. 670.00
Pintura para piso	Q. 489.00
Wipe	Q. 20.00
Material para limpieza	Q. 157.00
Alicate mediano	Q. 123.00
Martillo de 2 libras	Q. 37.00
Destornillador mediano de cruz	Q. 18.00
Espatula mediana	Q. 32.00
Destornillador mediano plano	Q. 18.00
<b>Costo total</b>	<b>Q. 1 564.00</b>

Fuente: elaboración propia.

#### 4.4.1. Costos de fabricación

La propuesta de fabricación es: construir una escalera de madera, por la durabilidad en el ambiente marino.

Figura13. Diseño del escalón



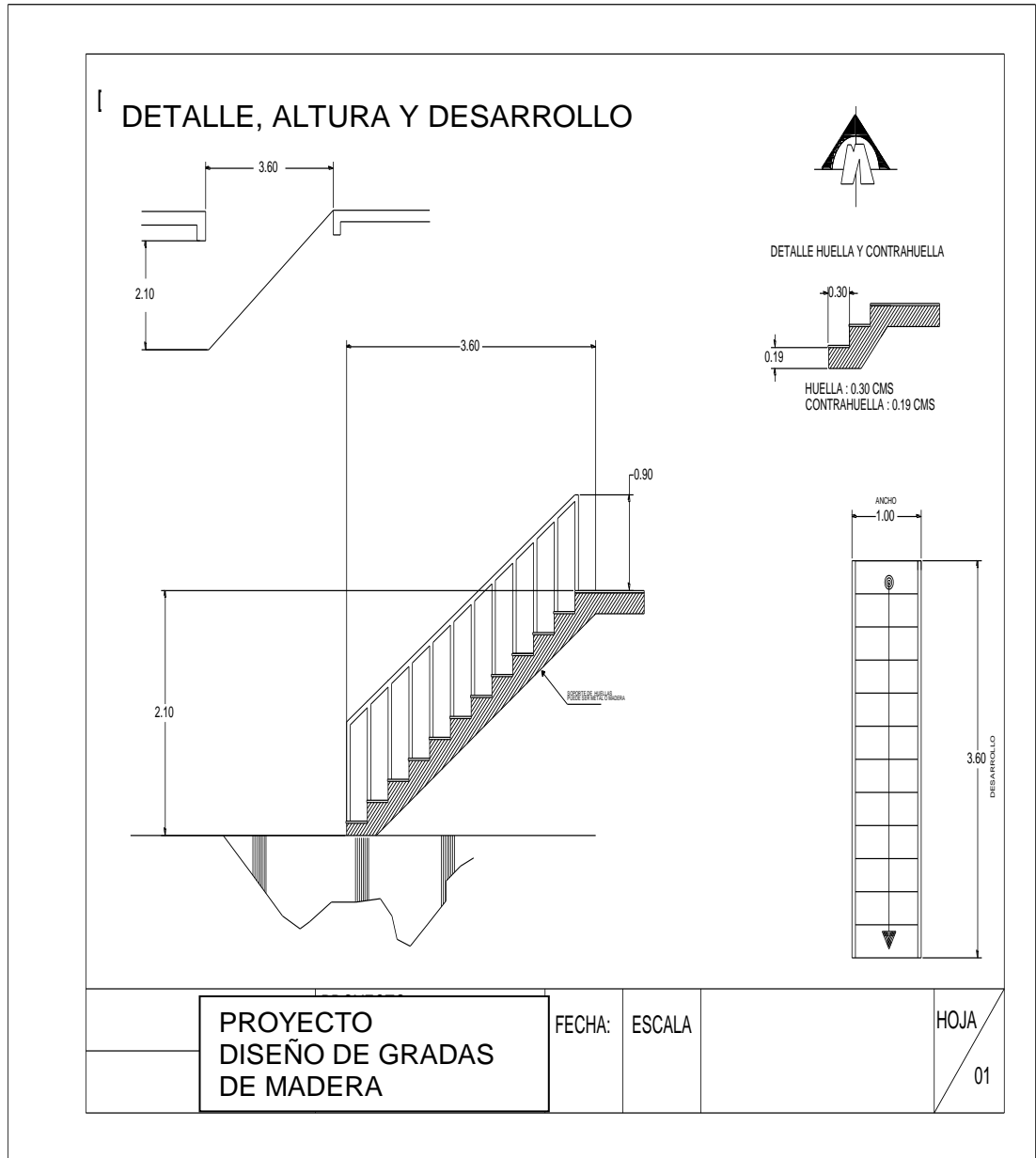
Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. Material para fabricación de escalera

Cantidad	Descripción	Costo unitario	Costo total
2	Renglones de 3"X3"X12	Q. 259.00	Q. 515.00
12	Reglas de 1 ½"X1"X38	Q. 39.00	Q. 460.00
12	Tubo galvanizados de 1 ½"	Q. 83.00	Q. 996.00
12	Libras de clavos de 3"	Q. 8.00	Q. 96.00
12	Tornillo con tuerca de 4"	Q. 12.00	Q. 144.00
12	Metros de hembra de 1 ½"	Q. 22.00	Q. 264.00
<b>Costo total</b>			<b>Q. 2 486.00</b>

Fuente: elaboración propia.

Figura 14. Diseño de la escalera



Fuente: elaboración propia.

La madera que se sugiere es pino con tratamiento para mayor durabilidad.



Fabricación del muro para contención de derrames del depósito de combustible.

Los materiales para la fabricación son:

Tabla VII. **Materiales para construcción de un muro de contención de derrames**

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción de materiales</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
5	Quintales de cemento	Q. 62.50	Q. 371.50
2.25	Metros cúbicos de arena	Q. 155.00	Q. 258.75
60	Block	Q. 3.10	Q. 186.00
0.50	Quintales de hierro de 3/8"	Q. 230.00	Q. 115.00
0.15	Quintales de hierro de 1/4"	Q. 230.00	Q. 34.50
3	Libras de alambre de amarre	Q. 6.00	Q. 18.00
1	Metros cúbicos de piedra	Q. 158.00	Q. 158.00
	Mano de obra		Q. 800.00
	<b>Costo total</b>		<b>Q.1 887.75</b>

Fuente: elaboración propia.

Tiempo estimado para realizar el muro de contención 33 horas.

Tabla VIII. **Costos de fabricación de escalera y construcción de muro de contención de derrames**

<b>Equipo</b>	<b>Costo</b>
Fabricación de una escalera	Q. 1 669.00
Fabricación de muro de contención de derrames	Q. 1 887.75
<b>Costo total</b>	<b>Q. 3 556.75</b>

Fuente: elaboración propia.

#### 4.4.2. Costos de equipo

Lo que se propone son dos opciones:

- Primera opción:

Compra de un tablero de monitoreo y control. El detalle del equipo se encuentra en la sección 3.1.1.3 página 44 y la figura No. 8

Tabla IX. **Costo de un tablero de monitoreo y control**

<b>Equipo</b>	<b>Costo</b>
Tablero de monitoreo y control	Q. 5 155.24

Fuente: Automotriz R. A. Nicol de Guatemala

- Segunda opción:

Compra de los instrumentos de monitoreo y control, para instalarlos en el tablero que cuenta el motor actualmente:

- Indicador de temperatura con protección
- Indicador de presión de aceite con protección
- Indicador de voltaje del alternador
- Indicador de revoluciones por minuto (RPM)
- Horómetro
- Interruptor de encendido
- Interruptor de paro de emergencia

Tabla X. **Costos de accesorios para tablero de monitoreo y control**

<b>Equipo</b>	<b>Costo</b>
Indicador de temperatura con protección	Q. 913.91
Indicador de presión de aceite con protección	Q. 506.57
Indicador de voltaje del alternador	Q. 325.86
Horómetro	Q. 647.59
Indicador de RPM	Q. 832.76
Interruptor de encendido	Q. 312.76
Interruptor paro de emergencia	Q. 139.03
<b>Costo total</b>	<b>Q. 3 678.48</b>

Fuente: Automotriz R. A. Nicol de Guatemala.

Evaluando las dos propuestas, con base en los costos, se podría sugerir la segunda opción, pero dado que no es una gran diferencia en comprar uno nuevo, se sugiere comprar uno nuevo, y así contar con un equipo que funcionará por un buen tiempo sin problemas.

#### 4.4.3 Costos de instalación

Los costos de instalación de la escalera, la empresa que la fabrique será la que la instale.

Tabla XI. **Costo de instalación de la escalera**

<b>Descripción</b>	<b>Costo</b>
Instalación de escalera	Q. 460.00
Tiempo de instalación dos días	

Fuente: Multiservicios Palma.

## **4.5. Procedimientos de trabajo del equipo de bombeo**

### **4.5.1. Procedimiento de inicio de operación**

Cuando se inicia la operación de la estación de bombeo, después de una falla o de la rutina de parar dos veces por día, por un lapso de una hora, se debe hacer lo siguiente:

- Desconectar la batería para evitar el encendido del motor por algún error;
- Revisar el nivel de aceite del motor después de 20 minutos de haber apagado el motor;
- Revisar el nivel de refrigerante del motor, después de media hora de haber apagado el motor;
- Inspeccionar todo alrededor del motor, embrague y bomba de succión para determinar que todo pueda operar sin ningún problema;
- Después de hacer todo lo anterior se procede al encendido del motor y puesta en marcha la estación de bombeo.

### **4.5.2. Procedimiento de paro de operación**

Los paros se pueden realizar bajo ciertas circunstancias:

Paro programado: se realiza dos veces al día para revisión de niveles y un descanso al motor, se hace cuando la marea está a una hora de llegar al punto más alto, esto con la finalidad de aprovechar la diferencia de altura que hay entre la bomba de succión y la toma de agua en el mar. A mayor marea menor diferencia de altura, la succión es más fácil.

El orden de esta actividad es:

- Bajar las revoluciones del motor
- Desconectar el embrague al motor
- Apagar el motor

Paro de emergencia: se hace cuando se detecta un problema y se debe parar inmediatamente el motor. Para reanudar el trabajo se debe esperar una hora antes de que llegue la marea a su punto más alto.

Paro imprevisto: sucede cuando el motor se apaga sin previa advertencia, normalmente se debe a una falla eléctrica o mecánica, en este caso se debe corregir la falla rápidamente para evitar toda consecuencia que puede conllevar.

Siempre se debe tener el punto más alto de la marea para encender el motor y trabajar el bombeo.

## 5. MEJORA CONTINUA

### 5.1. Programa de mantenimiento preventivo

La finca camaronera requiere de un programa de mantenimiento preventivo, éste se realizará con la idea de prever y anticiparse a los fallos de las máquinas y equipos, utilizando para ello una serie de datos sobre los distintos sistemas y sub-sistemas e inclusive partes. Bajo esa premisa se diseña el programa con frecuencias o uso del equipo, cambio de partes, reparaciones, ajustes, cambios de aceite y lubricantes, etc., a toda la maquinaria, todos los equipos e instalación de la finca.

La finalidad del mantenimiento preventivo es:

Encontrar y corregir los problemas menores en la estación de bombeo de agua de mar antes de que éstos provoquen fallas. El mantenimiento preventivo puede ser definido como una lista completa de actividades, todas ellas realizadas por: usuarios, operadores, y personal de mantenimiento. Para asegurar el correcto funcionamiento de la planta, edificios, máquinas, equipos, vehículos, etc.

Para establecer el programa de mantenimiento preventivo para la estación de bombeo se debe:

- Hacer un listado de todos los equipos, con que cuenta la estación de bombeo;

- Formular una tabla para indicar la frecuencia del mantenimiento del equipo de la estación de bombeo, por medio de órdenes de trabajo;
- Tener una base de datos donde se ingrese la información de los equipos y las órdenes de trabajo, para empezar a tener un historial;
- Ingresar a la base de datos los repuestos utilizados a cada equipo y las fechas de adquisición y uso. Actualizar o crear los procedimientos de las rutinas de mantenimiento.

Cuando la información esté reunida, deberá ser revisada, para determinar equipos críticos de la operación. Deben crearse varios reportes que permitan este tipo de revisión, así como uno donde se registren las órdenes de trabajo por equipo. Los reportes mostrarán un panorama de todos los equipos con registro de mantenimiento preventivo y permitirán una selección de la maquinaria que requiere más atención.

- **Alcance**

Se empezará a trabajar con la estación de bombeo y luego se aplicará a toda la finca camaronera.

- **Beneficios del mantenimiento preventivo**

Se espera que al aplicar el mantenimiento preventivo se alcancen algunos beneficios como:

- Reducir las fallas y tiempos muertos, para mejorar la disponibilidad del equipo;
- Incrementar la vida útil de los equipos e instalaciones.

Si se tiene buen cuidado de los equipos se puede ayudar a incrementar su vida útil. Sin embargo, se requiere concientizar a todos los empleados involucrados en la idea de la prioridad ineludible de realizar y cumplir fielmente con el programa.

- Mejorar la utilización de los recursos al evitar el cambio de piezas por malas prácticas y evitar el gasto en la mano de obra para hacer el trabajo;
- Comprar únicamente los repuestos necesarios para cada reparación;
- Ahorrar al reparar menos los equipos y utilizar menos mano de obra.

En la estación de bombeo de agua de mar una máquina puede llegar a tener programados varios MP, los que van desde simple inspección, ruta de lubricación, análisis de aceite, reposición de partes, diagnósticos de predictivo, etc. Por lo que sugerimos utilizar criterios como: cada semana, fijar horas de operación, o bien emitir orden de trabajo (OT) de inspección previa a la ejecución del MP.

Para hacer la toma de lecturas, inspección diaria o rutas de lubricación se necesitará de un programa de tareas que soporte este tipo de mantenimiento preventivo.

Definir un calendario: determinar un número de días entre las inspecciones o ejecución de los mantenimientos. Este tipo de mantenimiento preventivo es más fácil para establecer y controlar.



## 5.2. Orden y limpieza en la estación de bombeo

Se empezará en la finca camaronera en el área de la estación de bombeo, a realizar el orden y limpieza; el programa está basado en las 5 `S, lo cual es una técnica utilizada para establecer y mantener un ambiente de calidad en una organización.

Consiste en actividades de orden y limpieza en el lugar de trabajo, que por su sencillez permiten la participación de pequeños grupos a lo largo y ancho de la finca, los cuales con su aporte contribuyen a incrementar la productividad y mejorar el ambiente de trabajo.

Las 5 S se basan en la creencia de que cada individuo puede contribuir con el mejoramiento de su lugar de trabajo, en donde permanece una tercera parte de su tiempo. Esta técnica es así denominada por un conjunto de cinco palabras japonesas que inician con la letra “S” que son las siguientes con su respectiva traducción al español:

- *Seiri*: separar, descartar, despejar
- *Seiton*: acomodar, ordenar las cosas y establecer límites
- *Seiso*: limpiar inspeccionando
- *Seiketsu*: mantener, uniformar, mejorar
- *Shitsuke*: entrenamiento y disciplina

La idea no es aprender los términos en japonés, sino estar claros en los conceptos que encierran, los cuales se describirán de una manera más amplia de cada uno de estos conceptos a continuación:

- **SEIRI (Organización)**

En la estación de bombeo se deberá seleccionar o separar los objetos que son necesarios para trabajar, de aquéllos que no lo son, y manteniendo a los primeros en una cantidad óptima en una ubicación conveniente.

Para esto se tiene que evaluar con el personal de la estación y determinar lo necesario con lo que se debe contar descartando lo demás.

- **SEITON (Orden)**

Es una cuestión de cuán rápidamente el operario en la estación de bombeo de agua de mar puede obtener los objetos que necesita y cuán rápidamente puede depositarlas nuevamente. Acomodar los objetos necesarios en buen orden de tal forma, que sean fácilmente accesibles para su uso.

- Cada cosa en su lugar
- Un lugar para cada cosa

Al organizar o acomodar los objetos en una forma sencilla lo que se pretende es reducir el tiempo de búsqueda haciendo más visible su ubicación.

Con la evaluación de la estación de bombeo se determinará si es necesario fabricar un estante donde se coloquen las herramientas o utensilios.

- **SEISO (Limpieza)**

Limpiar frecuentemente el lugar de trabajo, de tal forma que no haya polvo o suciedad en las máquinas y en los equipos. Con esta práctica se disminuirán problemas como averías de las máquinas, contaminación, etc.

- **SEIKETSU (Normalización)**

Establecer y mantener en todo momento orden y limpieza en toda el área de la estación de bombeo de agua de mar. Como se puede apreciar se está introduciendo en la cuarta “S” que está más dirigida a iniciar el mantenimiento del ambiente de trabajo, logrando mejorar el aspecto laboral, reducir la contaminación, disminuir los accidentes y también los costos.

Se dotará al personal con las herramientas y utensilios necesarios para ejecutar sus tareas.

- **SHITSUKE (Disciplina)**

Significa inculcar la disposición de hacer las cosas de la forma en que están supuestas a ser hechas. Aquí se hace énfasis en crear un lugar de trabajo con personal de buenos hábitos, enseñando a cada uno de los operarios de la estación de bombeo qué se necesita hacer y que estas acciones las lleven a la práctica; si rompen los malos hábitos se forman los buenos.

Este proceso ayuda a la gente a formar hábitos de ejecución y seguimiento de las reglas.

Los beneficios que se obtendrán en la estación de bombeo al adoptar el programa son los siguientes:

- Ayudar a los empleados a adquirir autodisciplina
- Destacar los tipos de desperdicios que existen en el lugar de trabajo
- Reducir movimientos innecesarios
- Reducir los accidentes de trabajo
- Reducir los costos de operación
- Aumentar el área de trabajo disponible

Sobre la base de los conceptos descritos se diseñó el siguiente formato para la realización de la auditoria de orden y limpieza, basado en una administración visual continua, evaluada y controlada diariamente, para obtener una mejora continua en la estación de bombeo de agua de mar.

Figura 15. **Propuesta de formato de auditoría de orden y limpieza**

CATEGORIA	ITEM	EVALUACIÓN			TOTAL
		A	B	C	
<b>ORGANIZACIÓN</b> (clasificar y seleccionar)	Se cuenta con carteles				
	Se han apartado todos los artículos innecesarios				
	Está claro por qué se encuentran artículos no autorizados en los puestos de trabajo				
	Están las mangueras y cables debidamente instalados				
<b>ORDEN</b> (Ordenar las cosas y establecer límites)	<b>SUB TOTAL</b>				
	Está todo en su lugar				
	Se guarda todo después que se utiliza				
	Está el área de trabajo ordenada				
	Está todo sujeto y asegurado en su lugar				
	<b>SUB TOTAL</b>				
<b>LIMPIEZA</b> (Pulir los pisos, herramienta y todo el área de trabajo)	Están limpias las áreas de trabajo				
	Se mantienen limpios los equipos				
	Está limpio el piso				
	<b>SUB TOTAL</b>				
<b>NORMALIZACIÓN</b> (Etapa que sigue a las tres primeras, compartir información normalizar)	Está el área libre de desperdicio				
	Se ha limpiado todo el equipo				
	Se ha limpiado el piso				
	Se han asignado las responsabilidades de limpieza				
	Es apropiado el nivel de los depósitos de desechos				
	<b>SUB TOTAL</b>				
<b>ESTANDARIZAR</b> (Etapa que sigue a las tres, compartir información normalizar)	Están todos vestidos aceptablemente				
	Se respetan las áreas de no fumar				
	Se guardan los accesorios personales				
	Evitan comer y beber en el área de trabajo				
	Evitar todas las conversaciones privadas durante la hora de trabajo				
	<b>SUB TOTAL</b>				
<b>TOTALES</b>					

Fuente: elaboración propia

### **5.3. Beneficios de la aplicación de las mejoras**

#### **5.3.1. Reducción de tiempos muertos**

Con el mantenimiento adecuado se logrará observar en toda la finca, que la maquinaria se encuentra trabajando, logrando el objetivo primordial que es tener la capacidad continua del proceso.

El tiempo de producción es muy valioso, ya que representa dinero que la finca camaronera invierte para que se produzcan el bien, es por ello que el mantenimiento evita que la maquinaria se encuentre parada por situaciones que se pudieron prever antes de que pasen.

#### **5.3.2. Cumplimientos del abastecimiento del agua**

La finca camaronera necesita de un flujo de agua de mar constante para la producción del camarón, por eso es necesario que la estación de bombeo de agua supla la demanda para el área de producción, dado que el agua de mar es asignada por días a cada sector de la finca, con un día que no se envíe agua de mar a un sector, se tienen consecuencias adversas, por lo que se debe de programar el uso de ésta y se debe cumplir el programa.

Con el cumplimiento del mantenimiento la producción de la finca no tendrá inconvenientes mayores, porque al equipo se le estará revisando periódicamente, por consiguiente, los resultados serán mejores en lo que se refiere al abastecimiento del agua de mar.

La producción en la finca de camaronera, tendrá los resultados esperados en comparación a otros ciclos con el abastecimiento del agua de mar, y se verá

la diferencia al cumplir con el programa de entrega de agua de mar, y no habrá atrasos como comúnmente ocurren actualmente.

#### **5.4. Propuestas de medidas correctivas para mitigar los daños al medio ambiente**

El objetivo de medidas correctivas en el cultivo de camarón marino es el de prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales generados por las actividades de la finca, de tal forma que las operaciones de cultivo de camarón se desarrollen de una manera responsable con el ambiente y la sociedad. Todo esto tratando de mejorar la eficiencia en la producción de camarón.

Sin embargo, este cambio de mentalidad se da, no sólo por las presiones de los diferentes grupos de la sociedad, sino los productores entienden que si continúan cultivando el camarón de la forma actual, ellos mismos serían los principales afectados

Se debe buscar, principalmente que la acuicultura siga contribuyendo significativamente a la disponibilidad de alimentos, seguridad alimenticia, desarrollo económico sostenible y el mejoramiento de las condiciones de vida de los productores. El desarrollo de la acuicultura debe ser integral basado en prácticas que son ambiental y socialmente aceptadas.

Se propone las siguientes actividades:

Revisar el color del humo de los gases de combustión: para determinar si la mezcla es la adecuada para evitar mala combustión y la emanación de gases invernaderos, si esto ocurre se debe de hacer las correcciones necesarias al motor.

- Color negro: exceso de combustible en cámaras de combustión: calibrar inyectores y bomba
- Color azul: aceite en cámaras de combustión. Revisar/cambiar anillos, sellos y guías de válvulas: revisar nivel de aceite en cárter
- Color blanco: agua en las cámaras de combustión, situación normal en motores fríos. Si persiste a temperatura normal, revisar buscando en la empaquetadura de culata o posible culata con fisura o pandeada.

Mejorar el sistema de salida de gases de combustión del motor para bajar la cantidad de ruido, se solicitará una prueba de ruido, para saber la cantidad exacta de decibeles que produce la estación de bombeo y solicitar, si fuera necesario, que se coloque un silenciador al escape, en las mejores condiciones y también con el equipo de protección necesario para esta actividad.

Bajar el uso de químicos para control de maleza. Se deberán de hacer todos los trabajos de control de maleza con utensilios de corte o productos no contaminantes, y se dejará de aplicar productos químicos nocivos.

Reforestar con mangle algunas áreas perimetrales de la finca, se solicitará apoyo a la administración de la finca para programar esta actividad con el personal de mantenimiento y operadores de la estación de bombeo de agua de mar.



## **5.5. Control de eficiencia de operación del equipo de bombeo**

### **5.5.1. Consumo de combustible**

La principal característica del motor diesel, por la cual ha sido escogido como fuente de potencia en aplicaciones muy diversas, es su rendimiento de combustible, que resulta muy atractivo comparado con el de otras fuentes de potencia.

Mejorar el consumo de combustible contribuirá a que el motor dure más tiempo y contaminará menos el medio ambiente. Para saber el consumo real se debe de llenar el tanque y hacerlo trabajar por varias horas en ciertas revoluciones por minuto, luego pararlo y medir cuánto combustible se necesitó para volver a llenarlo, esta prueba debe de hacerse varias veces en marea baja y marea alta. Sabiendo el consumo se debe de verificar en el manual del motor, la cantidad que indica para tener referencia de comparación.

Se proponen algunas acciones para mejorar el consumo de combustible:

- Mantener los filtros de aire limpios;
- Enviar a calibrar la bomba de inyección e inyectores si el consumo está fuera de los datos que indica el fabricante;
- Verificar con el personal que se encarga de llenar el tanque de combustible si se está realizando correctamente el llenado, y si los datos coinciden con los galones despachados;
- Verificar si no hay fugas en el tanque o en la tubería de combustible.

### **5.5.2. Revoluciones del motor**

Para conseguir un consumo de combustible eficiente en relación al caudal de salida de la bomba se debe de hacer pruebas para determinar a qué revoluciones por minuto se debe de mantener el motor operando. El motor no debe trabajar a revoluciones muy altas porque se calienta debido al uso que ha tenido.

### **5.5.3. Caudal de agua**

El caudal de una bomba está determinado por la siguiente relación:

Caudal = área de descarga del agua \* Velocidad

El caudal así obtenido es llamado caudal teórico, que es simplemente superior al caudal real en función del rendimiento volumétrico de la bomba, es decir de las fugas internas de la misma.

Se define el rendimiento volumétrico como la relación entre el caudal real y el caudal teórico:

Este rendimiento volumétrico oscila entre el 80 y el 99 por ciento según el tipo de bomba, su construcción y sus tolerancias internas, y según las condiciones específicas de velocidad, presión, viscosidad del fluido, temperatura, etc.

Para determinar el caudal real que tiene la bomba se sugiere determinar por medio de medición de caudal y hacer pruebas a diferentes revoluciones por minuto para determinar en qué punto se logra la mayor eficiencia entre el caudal y las rpm del motor.



## CONCLUSIONES

1. Al eliminar las fallas en los equipos de la estación de bombeo y capacitar al personal de operación se reducen significativamente los paros no programados, que provocan atraso en el plan de trabajo del departamento de producción.
2. La forma adecuada de operar en el área de trabajo se logra con la información correcta que se provea al trabajador, por lo cual se debe capacitar al personal de operación de la estación de bombeo para que tenga los conocimientos apropiados sobre la operación de los equipos con los que trabaja.
3. El buen desempeño en la ejecución de las actividades se debe de mantener con capacitación adecuada al personal, y una evaluación de la aplicación de los conocimientos obtenidos.
4. La implementación de mejoras en la estación de bombeo minimizará los paros no programados, lo que proporcionará una mayor cantidad de tiempo en la continuidad del abastecimiento de agua de mar.
5. En el proceso productivo de la finca es necesario mantener la eficiencia en todas las áreas, por lo que la estación de bombeo no sólo debe cumplir con el abastecimiento de agua de mar sino ser eficiente, para esto, se debe implementar y supervisar los cambios propuestos.

6. La finca camaronera cuenta con equipos que deben trabajar en forma conjunta para proveer el agua de mar, al lograr que todos trabajen de forma conjunta y continua, en el tiempo programado por el departamento de producción, se logra mejorar la confianza en el servicio de abastecimiento de agua de mar.
  
7. Cumpliendo con los servicios y reparaciones programadas se espera mejorar un cinco por ciento al inicio del programa y se espera un incremento conforme se implemente en la totalidad de la finca. Se evitarán fallas imprevistas, por lo que la cantidad de repuestos a reemplazar disminuirá, el tiempo de personal en asignación de reparaciones bajará y lo más importante, es que el servicio se mantiene constante, todo esto es ahorro para la finca camaronera.

## RECOMENDACIONES

1. Formular un programa de mantenimiento preventivo que abarque todos los aspectos de mantenimiento del equipo y maquinaria de la finca.
2. Crear manuales de operación de la estación de bombeo que faciliten la incorporación de nuevos operadores.
3. Considerar el impacto ambiental que causan las actividades desde que se pone en marcha la operación, para corregir los problemas que se presentan en la estación de bombeo.
4. Mejorar las relaciones entre los departamentos de mantenimiento y producción para coordinar los paros programados para el mantenimiento con las actividades de producción, y así evitar paros no programados que pongan en riesgo la productividad de la finca.
5. Agilizar el abastecimiento de repuestos y accesorios para las reparaciones necesarias, con la finalidad de contar siempre con los insumos necesarios en cada servicio.



## BIBLIOGRAFÍA

1. HANROCK, Bernard. *Motores de combustión interna*. Ana Elizabeth García Hernández (trad.) 3ª. ed. México: McGraw-Hill, 2000. 297 p. ISBN 970-10-2799-X
2. KARASSIK, Igor J. *Manual de Bombas Centrifugas*. José Antonio Ramos (trad.) 6ª. ed. México: Mc Graw Hill, 1983. 532 p. ISBN 364-13-2748-X
3. SCHMID, Steve. *Mantenimiento y reparaciones de bombas*. Luis Ibañez García (trad.) 8ª. ed. España: Montaner y Simon, S.A., 1984. 687 p. ISBN 84-274-0310-0
4. SOISSON, Harold. *Mantenimiento y reparaciones automotrices*. Hortencia Corona Rodríguez (trad.) 2ª. ed. México: Editorial Limusa, 1992. 484 p. ISBN 0-471-81049-5