



# POSGRADOS

## Maestría en **PRODUCCIÓN Y OPERACIONES INDUSTRIALES**

RPC-SO-30-NO.506-2019

Opción de Titulación:

PROPUESTA METODOLÓGICA Y  
TECNOLÓGICA AVANZADA

Tema:

PROYECTO DE FACTIBILIDAD PARA  
ELECTRIFICACIÓN DEL SISTEMA DE  
AIREACIÓN EN PISCINAS DEL SECTOR  
CAMARONERO

Autor

Miguel Arturo Esparza Vallejo

Director:

Lenin Estuardo Cevallos Robalino

GUAYAQUIL – Ecuador  
2024



**Autor(es):**



***Miguel Arturo Esparza Vallejo.***

Ingeniero Industrial.

Candidato a Magíster en Producción y Operaciones Industriales por la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Guayaquil.

mesparzav@est.ups.edu.ec

**Dirigido por:**



***Lenin Estuardo Cevallos Robalino, PhD.***

Ingeniero Industrial

Master en Ciencia y Tecnología Nuclear

Doctor en Energías Sostenible, Nuclear y Renovable

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

2024 © Universidad Politécnica Salesiana.

GUAYAQUIL– ECUADOR – SUDAMÉRICA

**Miguel Arturo Esparza Vallejo**

**PROYECTO DE FACTIBILIDAD PARA ELECTRIFICACIÓN DEL SISTEMA DE AIREACIÓN EN PISCINAS DEL SECTOR CAMARONERO**

## **DEDICATORIA**

Lleno de regocijo y amor dedico mi Maestría en Producción y Operaciones Industriales en primer lugar a Dios que me ha dado la sabiduría y entendimiento en todo momento y cada uno de mis seres queridos quienes han sido pilares fundamentales para poder culminar la meta esperada.

A mi querida madre Lolita Vallejo por su apoyo incondicional constante y sabios consejos inculcados que me han llevado a poder formarme con una persona de bien.

A mi esposa Maite Gurumendi, mis queridos hijos Ilette y Noah que son mi motor, la motivación de mi vida y crecimiento profesional , por quienes me esfuerzo incansablemente día a día para un bienestar mejor .

También quiero dedicar este logro a toda mi familia que es lo mejor y más valioso que Dios me ha dado.

**Miguel Arturo Esparza Vallejo**

## **AGRADECIMIENTO**

La culminación de mis estudios de postgrado ha requerido de gran esfuerzo y mucha dedicación de mi parte y estoy seguro de que no hubiese llegado a su finalización sin la colaboración desinteresada de las personas que han contribuido el éxito de aquello.

Agradezco a Dios, mi compañero fiel y verdadero, por darme sabiduría y por estar conmigo en todo momento , haber puesto en mi camino a personas que han sido mi soporte y ayuda durante toda la etapa de estudio.

Además, quiero expresar mi gratitud a mi familia, quienes siempre han estado a mi lado, demostrándome su amor, apoyo y procurado mi bienestar, motivándome día a día para estar preparado y superar las adversidades que se presenten en el camino.

A todas las autoridades universitarias, docentes, por sus conocimientos y orientación impartidos en toda la trayectoria de estudio, los cuales han sido de valiosa ayuda para la formación ,crecimiento académico y profesional.

Finalmente a la Universidad Politécnica Salesiana por darme la oportunidad de realizar mis estudios, facilitarme las herramientas necesarias y poder alcanzar el objetivo propuesto.

Que Dios les bendiga y los retribuya a todos por su apoyo.

**Miguel Arturo Esparza Vallejo**

# Tabla de Contenido

---

Dedicatoria.....	3
Agradecimiento.....	4
Resumen .....	11
Abstract.....	12
1. Introducción.....	13
Determinación del Problema .....	14
2.1 Situación problemática .....	14
2.2 Formulación del problema.....	15
2.3 Justificación.....	15
2.3.1 Justificación Teórica .....	15
2.4 Objetivos .....	17
2.4.1 Objetivo General.....	17
2.4.2 Objetivos Específicos .....	17
3. Marco teórico referencial .....	18
3.1 Antecedentes referenciales .....	18
3.2 Uso de energía .....	20
3.3 Matriz Energética.....	20
3.4 Cambio de la matriz energética .....	21
3.5 Aireadores mecánicos.....	21
3.6 Aireadores eléctricos .....	22
3.7 Sistemas de red eléctrica .....	23
3.8 Cuidado de las piscinas .....	24
3.9 Calidad del agua.....	25
3.10 PH.....	26
3.11 Salinidad.....	27
3.12 Alcalinidad.....	27
3.13 Solubilidad.....	27
4. Materiales y metodología .....	29

4.1 Tipo, diseño y nivel de investigación .....	29
4.1.1 Investigación bibliográfica .....	29
4.1.3 Investigación cuantitativa .....	29
4.2 Método de investigación .....	30
4.2.1 Histórico lógico. ....	30
4.3 Determinación de la muestra. ....	30
4.4 Tipos de instrumentos de investigación en correspondencia con la información primaria y secundaria seleccionada para el estudio.....	30
4.5 Tratamiento de la información .....	31
5. Resultados y discusión .....	32
5.1 Análisis de los motores eléctricos.....	32
5.2 Modelo de entrevista-Aplicado al jefe de producción de una empresa camaronera...35	
5.3 La solución del problema .....	40
5.4 Materiales que intervienen.....	41
5.5 Análisis económico-aireadores eléctricos .....	43
5.6 Desempeño de la producción de camarones con aireadores a diésel .....	46
5.7 Análisis costo beneficio de los aireadores a diésel vs aireadores eléctricos.....	49
Aireadores a Diésel .....	49
5.8 Análisis costo beneficio.....	57
5.9 Discusión .....	59
6. Conclusiones .....	61
Referencias.....	64
ANEXOS .....	70
Anexo 1. Matriz del problema .....	71

## Índice de tablas

Tabla 1 Causas y efectos del problema.....	15
Tabla 2 Diferencias de aireadores.....	23
Tabla 3 Amperios de carga completa para motores eléctricos monofásicos y trifásicos pequeños .....	32
Tabla 4 Eficiencias de motores eléctricos y motores de combustión interna estacionarios pequeños.....	33
Tabla 5 Tipos de combustibles y sus niveles de contaminación.....	33
Tabla 6 Velocidad de rotación del motor eléctrico en relación con el número de polos..... magnéticos del motor y la frecuencia eléctrica.....	34
Tabla 7 Costos de un ciclo de producción de 62 días .....	44
Tabla 8 Costo operativo aireadores eléctricos .....	44
Tabla 9 Total en lbs de un ciclo de producción.....	45
Tabla 10 Costo por libra .....	45
Tabla 11 Costo total de balanceado .....	45
Tabla 12 Costo neto por libra .....	45
Tabla 13 Costo de Producción .....	46
Tabla 14 Costos de producción de un ciclo de 52 días .....	47
Tabla 15 Costo operativo aireadores a diésel.....	47
Tabla 16 Total en lbs de un ciclo de producción.....	48
Tabla 17 Costo por libra.....	48
Tabla 18 Costo total del balanceado .....	48
Tabla 19 Costo neto por libra .....	48
Tabla 20 Costo de producción .....	49

---

Tabla 21 Inversión aireadores a Diésel .....	49
Tabla 22 Costo mensual de mantenimiento y operación aireadores a diésel .....	50
Tabla 23 Inversión aireadores eléctricos .....	50
Tabla 24 Costo mensual de mantenimiento y operación aireadores a diésel .....	51
Tabla 25 Proyección de cosecha con distintas densidades de siembra. ....	56
Tabla 26 Proyección de ventas con distintas variables de densidad. ....	56
Tabla 27 Análisis costo beneficio aireadores a diésel.....	57
Tabla 28 Análisis costo beneficio aireadores eléctricos .....	57

## Índice de figuras

Figura 2 Ciclo de producción piscina con aireadores eléctricos .....	43
Figura 3 ciclo de producción de piscina con aireador a diésel .....	46
Figura 3 Curva de oxígeno con aireadores eléctricos .....	51
Figura 4 Curva de oxígenos con aireadores a diésel.....	52
Figura 5 Gráfica de porcentaje de renovación de agua con aireadores eléctricos .....	52
Figura 6 Gráfica de renovación de agua con aireadores a diésel. ....	53
Figura 7 Gráfica de turbidez con aireadores eléctricos .....	54
Figura 8 Gráfica de turbidez con aireadores a diésel. ....	55

PROYECTO DE FACTIBILIDAD PARA ELECTRIFICACIÓN  
DEL SISTEMA DE AIREACIÓN EN PISCINAS DEL SECTOR  
CAMARONERO

Autor:

**Miguel Arturo Esparza Vallejo**

## Resumen

---

El desarrollo del trabajo se enfocó en la industria del camarón del Ecuador con un proyecto para determinar la factibilidad para la electrificación del sistema de aireación en piscinas del sector camaronero de la parroquia Taura. Esto conllevó a determinar si la inclusión de energía eléctrica para alimentar los sistemas de aireación mejoraría los costos de producción, se analizó el cambio del sistema de aireación modificando el diseño actual (aireación mecánica) a eléctrica en piscinas camaroneras. Además se demostró económicamente la eficiencia de la aireación eléctrica en lugar de equipos alimentados con diésel, también se definió la cantidad de mano de obra calificada, nuevos conocimientos y recursos para que el estudio sea sostenible y finalmente se determinó si las variaciones en el precio de combustibles y energía eléctrica pueden ser factores para determinar el éxito o fracaso. En este sentido se recurrió al análisis de trabajos enfocados en la electrificación para el sector camaronero destacando cuatro trabajos que permitieron fundamentar el estudio propuesto, además de aportaciones sobre las variables relacionadas al proyecto. En cuanto a la metodología se requirió una investigación tipo bibliográfico, cuantitativo. El método utilizado fue el histórico lógico que conllevó a una investigación profunda referente al tema planteado y como técnica se aplicó entrevistas. En relación con los resultados se determinó que los costos de los sistemas de diésel que actualmente usan las camaroneras mantienen costos de \$ 98.738,25 mientras que los eléctricos alcanzan los \$17.916,60, demostrando la factibilidad para la electrificación del sistema de aireación en piscinas del sector camaronero.

**Palabras clave:**

Electrificación, aireación a diésel, sistema de aireación eléctrica, equipos eléctricos.

## Abstract

---

The development of the work focused on the shrimp industry in Ecuador with a project to determine the feasibility of electrification of the aeration system in shrimp ponds. This led to determine if the inclusion of electrical energy to feed the aeration systems would not reduce production costs, to make the change of the system feasible by modifying the current design from mechanical to electrical aeration in shrimp ponds, The efficiency of aeration using electric equipment instead of fossil fuel equipment was demonstrated, the amount of skilled labor, new knowledge and resources needed to make the study sustainable was also defined, and finally, it was determined whether variations in the price of fuel and electric energy could be factors in determining success or failure. In this sense, we resorted to the analysis of works focused on electrification for the shrimp sector, highlighting four works that allowed us to base the proposed study, in addition to contributions on the variables related to the project. As for the methodology, a bibliographic, quantitative .The method used was the historical-logical method for an in-depth research on the proposed topic, and interviews were used as a technique. In relation to the results, it was determined that the costs of the diesel systems currently used by the shrimp farms maintain costs of \$ 98,738.25 while the electric ones reach \$ 17,916.60, demonstrating the feasibility for the electrification of the aeration system in pools of the shrimp sector.

**Key words:**

Electrification, diesel aeration, electric aeration system, electric equipment.

# 1. Introducción

---

El desarrollo del presente trabajo se enfocó en realizar un estudio de factibilidad para la electrificación del sistema de aireación en piscinas en el sector camaronero, porque en lo que respecta a los equipos de aireación mecánica se ha observado que se tiene un alto impacto de contaminación al medio ambiente al utilizar un residuo fósil como el diésel, adicional el consumo de repuestos es recurrente diariamente elevando costos operacionales.

En la actualidad gran parte de empresas funcionan con energía térmica ocasionando un mayor consumo de diésel. En el Ecuador la producción se ubica en áreas continentales, bahías, playas así como salitrales; cabe mencionar que en las bahías y playas están ubicadas las camaroneras con mayor producción, gracias a que poseen recirculación de agua permanente, haciendo posible la oxigenación y por ende una alta producción del cultivo.

Se ha enfocado el trabajo de investigación en el sector camaronero del Ecuador, para lo cual se centra en verificar mejoras en los sistemas de aireación, considerando un aspecto importante que es la demanda del diésel que está relacionado directamente con la capacidad de los equipos.

El manejo de toda la información pasó por un proceso de recolección, depuración y análisis para cumplir con el desarrollo de la estructura de cada capítulo, que finalmente con los resultados obtenidos se presentó una propuesta energética para reemplazar los motores que funcionan a diésel y de esta manera disminuir el excesivo consumo, contribuyendo a un mejor manejo de la matriz energética del país.

# Determinación del Problema

## 2.1 Situación problemática

Los procesos operativos dentro de la producción de camarón que tienen mayor significancia es el bombeo de agua marina. Las bombas se las utiliza para realizar el recambio del agua de los estantes donde se cría los camarones, esto se hace para optimizar el nivel de oxígeno disuelto, puesto que esto es necesario para llevar con éxito el cultivo del camarón. En su mayoría, las bombas han sido adquiridas bajo consideraciones empíricas, es decir, sin un análisis previo de la demanda de potencia (Bravo, 2020).

Ecuador en la actualidad mantiene un crecimiento sostenido con respecto a la producción y exportación del camarón. La alta competitividad en el mercado y la necesidad de ser más rentable obliga al sector camaronero a migrar a nuevos escenarios, enfocándose en la reducción de costos productivos tomando en consideración procesos automatizados con mayor tecnología. Sin embargo, la realidad de ciertos sectores camaroneros como Taura es otra, debido a que mantienen sistemas de aireación poco eficientes y una gran demanda de diésel que se traduce en emisiones injustificadas de dióxido de carbono al ambiente (Semanas, 2019).

En las camaroneras ubicadas en la zona de Taura los procesos productivos representan una parte vital para garantizar la calidad de la producción para su respectiva comercialización, los mismos que deben ser medidos y controlados correctamente que podría derivar las siguientes causas y efectos:

**Tabla 1**

Causas y efectos del problema

<b>PROBLEMA</b>	<b>CAUSAS</b>	<b>EFECTOS</b>
Altos costos de producción del sector camaronero Taura, provincia del Guayas.	Presencia de puntos de contaminación con hidrocarburos en los estanques. Inexistencia de una red de suministro eléctrico hace que se use motores de combustión interna.	Provoca retrasos en el ciclo de producción y costos derivados de la remediación. Genera altos costos operativos y una disminución de competitividad.
	La falta de actualización de los sistema de aireación	Produce que los indicadores operativos le resten margen de utilidad al sector camaronero.

Nota: Esta tabla muestra las causas y efectos que inciden en el problema

## 2.2 Formulación del Problema

¿Se podrá mejorar los costos de producción del sector camaronero Taura mediante el uso de energía de energía eléctrica en sistema de aireación?

## 2.3 Justificación

### 2.3.1 Justificación Teórica

De acuerdo con el problema que presenta la industria camaronera de Taura, la misma que presenta altos costos de producción que se han suscitado por puntos de contaminación, falta de red de suministro eléctrico y sistemas de aireación., motivo por el cual es propicio realizar

un estudio de factibilidad para establecer las mejoras entorno al sector camaronero antes mencionado.

La industria del camarón en el Ecuador mantiene un crecimiento acelerado, en cuanto a la tecnificación, se ha convertido en una fuente de empleo para este sector, causando un desarrollo socio económico satisfactorio. Además, cuenta con un clima favorable para la siembra del crustáceo, mano de obra calificada, la calidad de las aguas es apropiada para la cría del camarón, disponibilidad de manglares, grandes cantidades de tierras, una gran variedad de camarones resistente a las plagas y de fácil adaptación al medio (Gonzabay et al, 2021).

La importancia de este sector de la economía ecuatoriana es importante para Ecuador, sobre todo porque provee un producto que goza de una alta demanda tanto nacional como internacional lo cual ha hecho que el mercado se vuelva muy competitivo. En este sentido, el establecer mejoras en torno a esta industria en función de los costos de producción para alcanzar indicadores productivos eficientes durante el ciclo de cosecha del camarón.

### 2.3.2 Justificación Práctica.

La investigación tiene como objetivo principal analizar la factibilidad de mejorar los sistemas de aireación mediante red eléctrica, para una óptima oxigenación del agua en las piscinas, el cual es un factor muy importante dentro del proceso productivo del camarón, y que además los gastos asociados de estos sistemas forman un rubro importante dentro del costo de producción, disminuir los mismos nos permitirán generar una mayor rentabilidad al momento de ser comercializado (McNevin & Boyd, 2021)

Este estudio podrá ser considerado como un factor de decisión para nuevos inversionistas que decidan incursionar en el sector camaronero electrificado tanto nacional como

internacional. Como componente adicional el cambio de matriz energética ayudará a preservar el cuidado del medio ambiente disminuyendo la emisión de gases de dióxido de carbono que comúnmente generan los equipos del sector camaronero (Diario el Manaba, 2017).

## 2.4 Objetivos

### 2.4.1 Objetivo General

Realizar un estudio de factibilidad para la electrificación del sistema de aireación en piscinas del sector camaronero.

### 2.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar si la inclusión de energía eléctrica para alimentar los sistemas de aireación en piscinas camaroneras mejoraría los costos de producción.
- Viabilizar el cambio del sistema modificando el diseño actual de aireación mecánica a eléctrica en piscinas del sector camaronero.
- Comparar la eficiencia de la aireación utilizando equipos eléctricos en lugar de equipos alimentados con combustible fósil.
- Definir la cantidad de mano de obra calificada, nuevos conocimientos y recursos para que el estudio sea sostenible.
- Determinar si las variaciones en el precio de combustibles y energía eléctrica pueden ser factores para determinar el éxito o fracaso.

## 3. Marco teórico referencial

---

### 3.1 Antecedentes referenciales

Se realizó una revisión literaria de estudios relacionados al tema de estudio, los cuales contienen resultados favorables en cuanto a los sistemas de electrificación en las camaroneras.

Un estudio enfocado a la instalación de aireadores eléctricos en las piscinas de camarón fue realizado por (Rios, 2019), quién se enfocó en equipos de aireación que han sido ensamblados con motores que arrancan a base de electricidad, sin embargo en las camaroneras de la provincia del Oro no han sido implementadas. El autor se basó en el análisis de la estructura para la identificación de necesidades prioritarias, puesto que identificó que en el mercado existe una alta demanda de estos aireadores en el sector camaonero, ofertando cuatro tipo de paquetes con servicios de instalación, mantenimiento y garantía. Este estudio se enfocó en la eficiencia de la electrificación del sistema de piscinas del sector antes mencionado.

Por otro lado una tesis dentro del campo ambiental se centró en una alternativa energética renovable para el sistema de bombeo de agua en las camaroneras ubicadas en el Ecuador (Herrera et al, 2017). Debido a que el bombeo es un proceso esencial dentro de la producción de camarón y ante el uso constante del diésel el trabajo se enfocó en reducir el alto uso de combustible como las emisiones de dióxido de carbono. Luego de haber realizado los calculos pertinentes se propuso una alternativa renovable solar fotovoltaica reemplazando las bombas de diésel por las electricas, de esta manera disminuir costos y contribuir con la protección del medio ambiente.

Un trabajo realizado por (Fajardo y Quevedo, 2018) planteó la elaboración de un análisis técnico-económico con el fin de cambiar el uso de energética termica a energía electrica. La propuesta se basó en proponer una estación de bombeo, para ello, se realizó una evaluación económica sobre los costos de diésel vs energía eléctrica. Además utilizó información recolectada sobre el proceso productivo y de consumo de diésel, por otro lado también se propuso reemplazar las bombas que actualmente poseen por las electricas, debido al ahorro que genera ante el diésel en costos operativos de forma significativa. El trabajo citado demuestra a través de sus resultados que una propuesta energética es lo más factible para mejorar los procesos productivos dentro del sector camaronero.

(Escobar y Ciguenza, 2019) se enfocaron en la contruccion de implementación de una subestación eléctrica con dos alimentadores con la finalidad de proveer energ{ia eléctrica al secto camaronero del sector de Chongón y de esa manera también disminuir el uso de combustibles fósiles. La gestión del proyecto mantiene lineamentos estabelcidos en el PMBOK, de esta manera se garantizó un servicio electrico de gran confiabilidad abriendo oportunidades de incorporar nuevas tecnologías para mejorar la calidad del producto y con ello incrementar los rendimientos productivos.

(Vaca y Kido, 2021) realizaron un análisis multisectorial del consumo de energía eléctrica en México con la finalidad de determinar la eficiencia de dicho consumo, además de conocer la emisión de contaminantes según el tipo de tecnología de generación de electricidad. Los resultados obtenidos indican que existen 19 subsectores de uso de energía eléctrica, donde la mayor concentración de consumo eléctrico se origina en los subsectores del suministro de agua y gas por ductos. En cuanto a la más alta emisión de CO<sub>2</sub> son por el uso de tecnologías combinadas, carboeléctrica, termoeléctrica convencional con 122.7 Mt de CO<sub>2</sub> de emisión, mientas que las energías limpias producen 2.7 Mt de CO<sub>2</sub>. En base a esto propone la aplicación

de una estrategia de eficiencia en el consumo de electricidad y mitigación direccionado al sector productivo nacional.

### 3.2 Uso de energía

En cuanto a las zonas de bombeos como las áreas de acopio de combustible deben contar con una buena estructura para asistir de forma inmediata cuando se suscite derrame de combustibles dentro de las instalaciones. Sin embargo, muchas empresas realizan un mal almacenamiento del aceite quemado colocándolos en tanques pero que no tienen un destino final porque no existe una coordinación para la disposición final de este producto (Vanegas, 2018).

Con respecto al combustible que reposa en los tanques y que son usados para almacenamiento y movilización de este, mientras que el desecho de envases de lubricantes se hace en un lugar no apropiado igual que las baterías usadas. En conclusión, el uso de motores de combustión interna a diésel puede provocar contaminación en el suelo y en los afluentes de agua que ingresan a las piscinas, ocasionando daños en la evolución del cultivo del camarón (Barragán et al, 2019).

### 3.3 Matriz Energética

(Berenguer et al , 2019) en cuanto a la matriz energética entre uno de los objetivos que el estado ecuatoriano propuso para el cambio de la matriz energética es dejar de depender del petróleo en la generación eléctrica y así fomentar la productividad.

En la actualidad la matriz energética del Ecuador se ha proyectado atender mayor participación de energías renovables, es así como se ha incrementado la construcción de 9 centrales hidroeléctricas, gracias a la capacidad la única que tiene el país haciendo más factible la disminución de la contaminación ambiental.

### 3.4 Cambio de la matriz energética

(Campoverde et al, 2018) manifiestan que el cambio de la matriz energética. El Ecuador dentro de su política de cambio en la matriz energética efectuó una serie de análisis bueno establecer una propuesta incentivar a la industria a reducir el consumo de combustible y que realicen cambios sostenibles a través del uso de maquinarias que funcionen con energía eléctrica. Es importante considerar este tipo de propuestas de que en la actualidad los proyectos hidroeléctricos le brinden oportunidades exitosas a quienes hacen uso de la energía más limpia. Como propuesta del estudio citado esto se enfocaron en el cambio de energía térmica a la eléctrica.

En relación con el cambio a energía eléctrica de las camaroneras sería factible realizar el cambio de motores de combustión interna a los eléctricos, siempre cuando ceden bajo condiciones claras si el cumplimiento de requisitos y requerimientos en cuánto a la estructura de las camaroneras, es decir, tanto interna como externa. Las camaroneras pueden operar con fuerza motriz generada por la energía eléctrica en vez de la fuerza motriz a diésel (Eras y Lalangui, 2019).

Hoy en día es posible contar con un suministro eléctrico eficiente, así como líneas de distribución a medio voltaje en el sector camaronero ecuatoriano, para que este cambio sea aceptablemente sostenible se añaden otros requisitos que tienen que ver con el costo de la instalación eléctrica interna y las tarifas eléctricas (Korkeakoski y Filgueiras, 2022).

### 3.5 Aireadores mecánicos

(Blanco et al, 2022) sostiene que los aireadores mecánicos en piscinas del sector camaronero es cada vez más eficiente ya que al generar movimiento de agua ayuda a impedir la baja concentración de niveles de oxígeno en las mismas, cabe manifestar que las altas densidades

de biomasa y el uso de más insumos alimenticios da como resultado tener una demanda alta de oxígeno. Estos sistemas mecánicos se han establecido con un proceso estandarizado a nivel mundial.

La operatividad hace referencia el principio de salpicar agua en el aire. Los equipos mecánicos están constituidos básicamente por paletas, ángulos o láminas de acero o plástico que generan la circulación de aire, el OD es un factor importante el cual se genera a través de sistema de agitación (Blanco y Rojas, 2021).

### 3.6 Aireadores eléctricos

(Boyd, 2020) manifiesta que los aireadores eléctricos su funcionamiento se basa en utilizar motores eléctricos, los cuales se encargan de oxigenar las piscinas. Al principio es como la aireación mecánica con la diferencia que se utiliza una energía renovable y limpia en vez de un combustible fósil. Actualmente el Gobierno Nacional posee un financiamiento de USD 23,5 millones para poder ejecutar proyectos que mejoren la matriz productiva y sean socialmente responsable con el ambiente.

La utilización de energías renovables que no sean contaminantes será un factor fundamental para poder mantener una calidad adecuada y producción eficiente lo cual nos permitirá generar nuevas fuentes para exportar camarón, tener más ingresos y generar plazas de trabajo directa e indirectamente para nuestro país (Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca, 2021).

### 3.7 Aireadores Eléctricos vs. Aireadores Diésel

(Dinatek, 2022) manifiesta que los aireadores Eléctricos vs. Aireadores Diésel en la actualidad existen en el mercado muchos métodos y técnicas de aireación, diseños y modelos de estos, dependerá de muchos factores al momento de tomar una decisión como ubicación geográfica

de piscinas, costos de inversión, mano de obra, etc. Se detalla diferencias existentes entre cada tipo.

**Tabla 2**

Diferencias de aireadores

Eléctrico	Diésel
Mayor Eficiencia	Menor Eficiencia
Mayor peligro de contaminación	Menor peligro de contaminación
Mayores equipos disponibles	Menos modelos
Equipos de dimensiones pequeñas, mejor repartición en las piscinas	Equipos grandes menos homogenización de oxígeno.
Operatividades sencillas aún con muchas unidades.	Mantenimiento y operativa compleja con más unidades.
Costos altos en proyectos pequeños. Instalación, se vuelve en términos económicos competitiva vs. Diesel en proyectos de 40 unidades en adelante.	Instalación rápida y sencilla. Menor costo vs eléctrico, en proyectos hasta 40 unidades. Se recomienda utilizar hasta esa cantidad, en adelante sugiere analizar la versión eléctrica
Vida útil mayor.	Vida útil menor.

Nota: La tabla presenta las diferencias entre los aireadores a diésel y eléctrico.  
Fuente: (Dinatek, 2022)

### 3.8 Sistemas de red eléctrica

(Guicharrouse, 2021) en cuanto a los sistemas de a red eléctrica, sostiene que comúnmente los sistemas de la red eléctrica se agrupan en tres sectores según el papel que cumplen: Generación, Transmisión y Distribución.

Generación: Transforma la energía desde una fuente que puede ser hidroeléctrica, eólica, fotovoltaica, entre otras a energía eléctrica.

Transmisión: Provee la infraestructura, equipos auxiliares y de servicio para transportar la energía eléctrica a los centros de distribución.

Distribución: Entrega energía eléctrica a niveles de tensión baja y media en centros industriales, urbanos o domiciliario.

### 3.9 Cuidado de las piscinas

Dentro de las actividades de las camaroneras el cuidado de las piscinas es esencial, puesto que el mantenimiento que se dé al agua debe hacer bajo altos estándares de calidad. Es indispensable el proceso de cuidado de las piscinas, ya que de ello depende mucho la calidad de la producción del camarón, puesto que los camarones son muy delicados ante la concentración de oxígeno disuelto. Para mantener unas concentraciones de oxígeno disuelto favorables, los estanques de cultivo intensivo deben ser controlados, lavados y desaguados con frecuencia (Poma, 2020).

En cuanto a los estanques de cultivo intensivo se realiza la introducción constante de agua salada, esto de acuerdo con el tipo de cultivo, donde el agua sucia se la drena, para un mejor mantenimiento del agua. Los sistemas intensivos pueden requerir cambios de agua del 10% al 55% de su volumen para mantener la concentración de oxígeno disuelto por encima del nivel mínimo (Gonzabay et al, 2021).

### 3.10 Calidad del agua

En lo concerniente a la supervivencia de los camarones la calidad del agua debe mantenerse en aguas cálidas a temperaturas que van desde 25 a 32 °C, estas temperaturas pueden estar a 25°C por un lapso de semanas o meses lo cual es factible para el crecimiento de los camarones, de los camarones mientras que en aquellos climas trópicos se pueden contar con dos ciclos de crecimiento al año (Boyd, 2019).

### 3.11 Temperatura

En relación con la temperatura que se debe mantener dentro de los estanques para mantener las post larvas a 30 °C, es así como se podrá obtener una buena producción y con ello la supervivencia de los camarones en temperatura de 18 a 30 °C y evitar caer en temperaturas ente 24 a 25 °C. En cuanto a la salinidad este debe alcanzar 35 ppt. En lo concerniente a los adultos estos deben contar con parámetros de 26 °C. Rango de tolerancia a la temperatura: Las post-larvas y los juveniles toleran temporalmente temperaturas de hasta 8 °C y superiores a 42 °C (Osiris, 2020).

Con los parámetros en cuanto a las temperaturas se debe evitar que las aguas post-larvas y los juveniles alcance menos del 12 °C y que no superen el máximo de 34 °C. Con estos indicadores la temperatura es un aspecto importante en los procesos químicos como biológicos. Los procesos biológicos, como el crecimiento y la respiración, suelen duplicarse por cada 10 °C de aumento de la temperatura (Vergara, 2021).

Las gambas tienen un crecimiento más rápido y doble, por lo tanto, necesitan más oxígeno con temperaturas de 30 °C, porque a 20 °C con oxígeno disuelto es riesgoso a temperaturas

cálidas que en aguas frías. La densidad del agua disminuye a medida que su temperatura aumenta, la capa superficial puede ser tan cálida y ligera que no se mezcla con la capa inferior, más fría (Véliz & Idrovo, 2017).

### 3.12 PH

El conocer el ph que debe tener el agua es importante, porque de esta manera se podrá identificar que tan ácida o básica se encuentra el agua. Los parámetros permisibles que debe contener el agua en cuanto al ph es de 7, en este punto no es ni ácida ni mucho menos básica sino neutral, sin embargo cuando el ph es menor a 7 el agua se vuelve ácida y al contrario si este supera los 7 el agua es básica, en cuanto a la escala del ph estaba de cero a 14 y cuando más lejano está el Ph de 7 más ácido más básica es el agua (Sánchez, 2017).

Los estanques que contienen aguas salobres por lo general tienen un ph de 7 a 8 a tempranas horas de la mañana, por la tarde estas se incrementan de 8 a 9, En este sentido la fluctuación del ph al diario en los estanques se origina por los cambios de la fotosíntesis y por otras plantas acuáticas. a continuación, se presenta la influencia del PH en las gambas (Curiel, 2018):

- Con una puntuación de cuatro se considera el punto de acidez letal
- De cuatro a 5 se identifica que no hay reproducción.
- El crecimiento se torna lento entre 4 a 6.
- Cuando el crecimiento va mejorando es cuando se alcanza de 6 a 9
- al obtener una puntuación de 11 el nivel de alcalinidad es bueno.

Al observar que el PH el agua mantiene bajos niveles entre los puntos antes mencionados se debe emplear alternativas de mejora aplicando al estanque Kcal.

Cabe mencionar que el decrecimiento en la reproducción o supervivencia que resulta de la baja acidez realmente no es a causa del PH bajo sino por la baja alcalinidad que se puede suscitar dentro de los estanques (Navarrete, 2022).

### 3.13 Salinidad

La salinidad cumple un papel importante en el rendimiento que deben alcanzar los cultivos de camarón, más que todo en aquellos donde se ha manipulado la tecnología de biofloc. Es importante conocer que mientras más baja sea la salinidad más probable es el rendimiento de las crías de camarón, alrededor del mundo el tema de la salinidad es un aspecto que va en crecimiento, pero hay que tener mucho cuidado al momento de tratar el agua de las piscinas (Valle, 2020).

### 3.14 Alcalinidad

En cuanto a la alcalinidad reconoce que la concentración de todo el agua expresada en miligramos por litro de carbonato de sodio, teniendo como base principal el borato, amonio, hidróxido, fosfato, silicato, carbonato y bicarbonato. En la mayoría de los estanques la concentración de bicarbonato y el carbonato alcanzan una alta concentración que los demás. En este sentido la alcalinidad debe sobrepasar los 75 mg/L en los estanques donde se encuentran los camarones. En aguas marinas tiene un valor promedio de 120 mg/L (Cisneros, 2020).

### 3.15 Solubilidad

En cuanto a la solubilidad debe alcanzar el 20.95% de oxígeno de la atmósfera a presiones normales, siendo óptimo lograr una presión de oxígeno del 159.2 mm. Para lograr movilizar el oxígeno hacia el agua la presión tiene la capacidad de hacerlo, esto se lo hace tanto en agua

como en aire. en el momento en que se para tal movimiento del oxígeno del aire como del agua se produce directamente el equilibrio o la saturación del oxígeno disuelto (Navarrete, 2022).

### 3.16 Oxígeno disuelto

En cuanto al oxígeno disuelto es una variable muy crítica para la calidad del agua dentro de un estanque, razón por la cual los agricultores debe tener presente los factores que afectan la concentración del oxígeno disuelto en el agua y como esto también afecta directamente al camarón por la baja concentración de oxígeno disuelto (Estébez & Rodas, 2019).

## 4. Materiales y metodología

---

### 4.1 Tipo, diseño y nivel de investigación

El desarrollo de la investigación requiere un estudio de tipo bibliográfico y cuantitativo.

#### 4.1.1 Investigación bibliográfica

Consiste en la recopilación de información de diferentes fuentes bibliográficas provenientes de estudios, artículos, tesis, revistas científicas entre otros, que hacen posible el estudio profundo del tema en estudio, contextualizando desde el punto de vista teórico, metodológico e histórico (Hernández, 2010).

A través de esta investigación se recopilará toda información sobre electrificación del sistema de aireación en piscinas del sector camaronero, con la finalidad de conocer en que consiste y como se podría mejorar estos sistemas a través de la revisión bibliográfica de trabajos o estudios que tienen relación con el tema tratado.

#### 4.1.2 Investigación cuantitativa

La investigación consiste en la recolección de datos referente al tema de estudios, que por medio de una base de información se podrá conocer datos que ayuden a determinar los alcances y limitaciones de un trabajo investigativo (Bernal, 2012).

Por medio de esta investigación se tomará los datos cuantitativos de una base de datos históricos que se encuentran dentro del programa Microsoft Excel, y de esta manera poder determinar cómo influye en la producción del sector camaronero el uso de las nuevas tecnologías.

## 4.2 Método de investigación

### 4.2.1 Histórico lógico

Se realiza el estudio de los hechos que se relacionan directamente con el fenómeno de estudio así como los acontecimientos que han pasado a través de la historia. Este método investiga las leyes generales de cómo se van desarrollando los fenómenos (Torres, 2020).

Por medio del método histórico lógico se realizó un estudio exhaustivo sobre el tema en mención, para ello se requirió recurrió al análisis de una base de datos de estudios direccionados a la electrificación en el sistema de aireación en las piscinas del sector camaronero.

### 4.3 Determinación de la muestra

De acuerdo con este trabajo de investigación se recurrió a información histórica que se maneja en el programa de Microsoft Excel sobre los costos de producción del sector camaronero y relacionarlo con los costos que se generan con el uso de tecnologías nuevas para alimentar los sistemas de aireación y a estudios o trabajos enfocados al tema de estudio. Además de considerar las aportaciones de los expertos en producción y electrificación del sector camaronero para complementar la obtención de resultados.

#### 4.4 Tipos de instrumentos de investigación en correspondencia con la información primaria y secundaria seleccionada para el estudio.

Las técnicas utilizadas para la recolección de información consistirán en la recogida de datos históricos registrada en el programa de Microsoft Excel como la aplicación de una entrevista, de esta manera se analiza los costos de producción de los sistemas de aireación en piscinas del sector camaronero y relacionarlo con los costos que se generan con el uso de tecnologías nuevas para alimentar los sistemas de aireación.

Entrevista.- Técnica de investigación aplicada al Jefe de Mantenimiento de la Unidad de Negocio CNEL Naranjito y al Jefe de Producción de una empresa camaronera, personas de quienes se obtuvo información relevante sobre el tema propuesto.

#### 4.5 Tratamiento de la información

La información obtenida será procesada, tabulada y procesada en tablas estadísticas elaboradas en el programa de Microsoft Excel, lo cual permitió el análisis de las mismas y de esta manera determinar la importancia del uso de tecnologías nuevas en los sistemas de aireación en piscinas del sector camaronero. Se emplearán graficas de tipo pastel y de barras para representar los datos obtenidos.

## 5. Resultados y discusión

### 5.1 Análisis de los motores eléctricos.

El uso de los motores eléctricos son eficientes para el sector camaronero, por tal motivo se los considera necesario y rentables. Los motores eléctricos pequeños de 1 a 3 CV son monofásicos y funcionan entre 110 a 120 voltios, en cambio los motores más grandes son trifásicos y funcionan de 208 a 230 voltios (Peer, 2019).

**Tabla 3**

Motores eléctricos monofásicos y trifásicos pequeños

Clasificación de fuerza de motor (hp)	Monofásico (115V)	Monofásico (230 V)	Trifásico (230 V)	Trifásico (460 V)
3	34	17	9.6	4.8
5	56	28	15.2	7.6

Nota: Se presenta datos sobre los motores eléctricos monofásicos y trifásicos pequeños, obtenido de Claude E. Boyd departamento of fisheries and aliend aquacultures  
Fuente: (Peer, 2019).

De acuerdo con los resultados de la tabla 2 se puede observar el rendimiento de los motores eléctrico, para ello se realizó el cálculo de la potencia de salida del eje del motor dividido para la potencia de entrada, como se observa a continuación.

$$KW = \frac{CV \text{ de freno} * 0.746}{\text{rendimiento del motor}}$$

Fuente: (Claude, Boyd, 2020)

La tabla 3 presenta información sobre la eficiencia típica que poseen los motores eléctricos pequeños. En cuanto a la funcionalidad éstas deben pegar básicamente el 75% de su vida útil y una eficiencia mayor a tal carga. Un motor trifásico de 10 hp y 230 V para que funcione con una potencia de 7.5 hp frenado, para que consuma unos 6.32 kw de electricidad por hora (Burbano, 2018, p. 21).

**Tabla 4**

Presentación de la eficiencia de los motores de combustión estacionarios pequeños

<b>Motores eléctricos</b>	<b>Eficiencia (%)</b>	<b>Motor pequeño (&lt;25hp) estacionario de combustión interna</b>	<b>Eficiencia (%)</b>
1-4 hp	78.8	Etanol (E100)	20-25
5-9 hp	84.0	Gas propano líquido (LPG)	25-30
10-19 hp	85.5	Gasolina	20-30
20-49 hp	88.5	Diesel	28-32

Nota: Datos recabados de Claude E. Boyd Department of Fisheries and Allied Aquacultores  
Fuente: (Claude, Boyd, 2020)

El consumo eléctrico permite la reducción de la huella de carbono además de ser que el proceso productivo sea eco amigable con el entorno medioambiental, al realizar el consumo de otros combustibles se genera contaminación en la proporción que se demuestra en la tabla 4.

**Tabla 5**

Tipo de combustibles-niveles de contaminación

<b>Tipo de combustible</b>	<b>Contenido azufre</b>	<b>Co2/litro</b>
Etanol	50 ppm	1,53 kg
Gas propano líquido (LPG)	21 ppm	1,51 kg
Gasolina	650 ppm	2,32 kg
Diesel	450 ppm	2,6 kg

Nota: La tabla presenta los tipos de combustibles-niveles de contaminación  
Fuente: (Claude, Boyd, 2020)

Sin duda alguna los motores eléctricos son los mejores en cuanto a las bondades con el medio ambiente, es decir no generan contaminación, esto se traduce en un aporte importante en la reducción de gases generan el efecto de invernadero. Los amperios de electricidad que son usados para un motor tienen una proporción directa de descarga del 50% y como descarga completa el 10%. los amperios consumidos por un

motor de aireador pueden ser medidos con un amperímetro durante el funcionamiento del mismo (Fernández, 2022).

La rotación de los motores eléctricos varía de acuerdo con el número de polos magnéticos del motor (Tabla 5). El deslizamiento del motor bajo carga reduce la velocidad del eje de salida en un 3%, y para los motores de 1 a 5 HP un 5%, mientras que para los motores de 7 puntos 5% a 20% hp, de 3% para los motores de 7.5 a 20 hp. En cambio los motores de los aireadores de paletas cuentan con una velocidad de aproximadamente 1.735 ppm (Rudd, et. al, 2018).

**Tabla 6**

Velocidades de rotación de los motores eléctricos en relación el número de polos magnéticos y la frecuencia eléctrica

<b>Polos magnéticos</b>	<b>Frecuencia eléctrica, 60 Hz</b>
2	3600
4	1800
6	1200
8	900
10	720
12	600
16	450
20	360

Nota. Obtenido de Claude E. Boyd Department of Fisheries and Allied Aquacultures  
Fuente: (Rudd, et. al, 2018).

Existe un alto uso de dadores de bomba de hélice de succión en las piscinas camaroneras. La mayoría de estos aireadores tienen motores de dos polos que giran a unos 3.600 rpm (Tabla 5). Esta clase de aireadores no transmite mucho oxígeno por unidad de potencia siempre cuando se suministre con un motor de cuatro polos.

Desde el momento en que los motores eléctricos arrancan es necesario tener una

afluencia de corriente eléctrica para que el rotor pueda arrancar y de esta manera acelerar el eje hasta alcanzar una velocidad máxima. En cuanto a los motores monofásicos entre 1 a 10 CV, aproximadamente la corriente de entrada es 3 veces más de corriente del motor a plena carga en amperios, en cambio los motores trifásicos en lo concerniente a su corriente de entrada es el doble de corriente de carga.

## 5.2 Modelo de entrevista-Aplicado al jefe de producción de una empresa camaronera

### 1. ¿Cómo se planifica la producción y quién la realiza?

El gerente de producción es el encargado de planificar, su trabajo se basa en el número de libras que se necesitará para cubrir los costos fijos y la utilidad esperada por la alta gerencia y por ende los accionistas, de acuerdo con ello se hace una proyección del costo variable considerando los parámetros productivos reales, en este se busca optimizar todos los recursos. Obteniendo esta información es que se obtiene el costo por libra máximo y mínimo. Un aspecto importante es que se debe considerar las libras proyectadas no excedan la capacidad de carga del estanque o piscina, puesto luego podría generarse una inversión extra.

### 2.- ¿Se contrata personal extra en algún período especial?

La contratación de personal extra se lo realiza según el tamaño de la camaronera, la frecuencia de pescas, el número de personas que trabajan por hectárea y transferencias. Generalmente en el proceso de las pesca y transferencia es cuando se requiere mayor personal o cuando se presentan imprevistos y adecuaciones

dentro de las instalaciones, es ahí cuando se solicita personal extra para no interrumpir la labor de los trabajadores.

**3. ¿Cuáles son los estándares de calidad establecidos que intervienen en el proceso de producción de camarón?**

Como estándar de calidad se considera al camarón que no contiene antibióticos, que hayan mantenido una excelente alimentación lo cual favorece el no contraer enfermedades y alcanzar un buen crecimiento. El adecuado recambio del agua permite un correcto oxígeno al agua, de la misma manera la limpieza es otro factor para evitar contaminantes, de esta manera se podrá alcanzar una alta productividad.

**4. ¿Qué grado de importancia le atribuye a la calidad del agua en los procesos productivos y por qué?**

La calidad del agua se lo considera como el segundo factor de relevancia para llevar un buen cultivo del camarón. Al vivir el camarón en el agua este absorbe sus nutrientes y oxígeno de, por ende si la calidad es mala esta absorberá todos los elementos tóxicos que podrían desencadenar enfermedades, bajo crecimiento, mal sabor y una menor población.

**5. ¿Su sistema de aireación actual cubre sus expectativas en cuanto los indicadores y trazabilidad esperada de la finca?**

En la actualidad se utiliza aireadores a diésel, hasta el momento se considera suficiente si ya es una comparación con la biomasa obtenida, la época del año el número de camarones cultivados. No obstante, La realización de pruebas de respiración en épocas de invierno y verano no se tendría la certeza si la aireación actual soportaría la misma biomasa el tiempo de invierno donde el agua se satura rápidamente y por ende retiene menos cantidad de oxígeno.

De acuerdo con mi experiencia es factible utilizar aireadores eléctricos porque permiten un mejor desempeño dentro de las piscinas, gracias a sus funcionalidades y diseños, pues la aireación eléctrica tiene la capacidad de llevar aireación a toda la área de la piscina, haciendo más eficiente la aireación que garantice la biomasa y metas productivas.

**Modelo de entrevista-Aplicado al Jefe de Mantenimiento Unidad de Negocio Cnel. Naranjito.**

**1.- De acuerdo con su experiencia en lo correspondiente al sector energético**

**¿Cuál es su apreciación con respecto a la proyección en el mayor uso de la energía eléctrica dentro de los procesos productivos del sector acuícola?**

Desde hace algunos años atrás las normativas legales direccionadas al sector eléctrico ha mejorado en distintos aspectos, donde se ha resaltado la recuperación de la rectoría del Estado en el sector eléctrico, proyectando una visión de suministro eléctrico como un servicio accesible hacia el usuario final y ya no como un negocio. Por un lado la prestación de servicios en cuanto a la distribución y comercialización de la energía eléctrica es gestionada por el Ejecutivo a través de entes jurídicos, tal como se lo establece en el artículo 43 de la Ley Orgánica del servicio público de energía eléctrica (LOSPEE).

En la actualidad las investigaciones realizadas sobre el tema planteado ha permitido observar que existen tendencias en los grupos camaroneros en cambiar el uso del diésel por la energía eléctrica, con una clara propuesta de disminución del costo de energía kWh, para que los acuicultores tengan mejores oportunidades para optimizar su producción de camarones tanto en tamaño como en el rendimiento por cada

hectárea, de la misma manera reducir la contaminación ambiental que se produce por el uso del diésel.

**2.- ¿Considera Ud. que el sector energético cuenta con la suficiente capacidad para atender la demanda de energía para industrias como la del sector acuícola de darse una migración íntegra hacia el uso de este recurso?**

Los proyectos que son impulsados por el gobierno del encuentro a través del Ministerio de energía y recursos naturales no renovables Han realizado financiamientos de más de 23.000.000 obtenidos Por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para proyectos de electrificación exclusivamente para el sector camaronero, también se ha gestionado con el Banco de desarrollo de América latina (CAF) créditos que oscilan en 200.000.000 de dólares para cubrir la demanda de más de 70000 hectáreas.

Todas estas gestiones que se han realizado para favorecer el sector camaronero tiene como objetivo principal el aumentar la producción, la eficiencia energética, el crecimiento de la cadena de valor, la productividad, además de sustituir el uso de los combustibles fósiles.

En cuanto al sector en el cual se ha enfocado esta investigación (Taura) en la actualidad ha buscado mejoras para incrementar la capacidad disponible en las distintas subestaciones en las cuales se desarrolla el sector camaronero, pues con el propósito de satisfacer la alta demanda.

**3.- ¿Considera usted que la empresa eléctrica tiene algún tipo de dificultad en cuanto a la unión con los programas de apoyo con el sector camaronero?**

Es importante realizar estudios sobre las plataformas de unidades de negocio para considerar la implementación o repotenciación de alimentadoras subestaciones

donde se encuentran ubicadas las grandes camaroneras, además de financiamientos que el Estado pueda otorgar al sector camaronero.

**4.- ¿Según su criterio en qué aspectos cree usted que aún se necesita mejorar dentro de la distribución de energía en los nuevos proyectos de la matriz energética?**

Realizar un análisis del sector camaronero para diagnosticar su situación y en base a eso establecer políticas y programas direccionados al consumo eficiente de energía de esta moneda se podrá reducir el consumo innecesario y a su vez contar con equipos sofisticados que permitan la reducción del costo de la energía. De esta manera se contribuirá a la reducción del consumo energético sin reducir el nivel de satisfacción del servicio prestado.

Es importante también analizar los esquemas tarifarios establecido así como los requerimientos. Finalmente promover programas para que los usuarios utilicen los sistemas energéticos más eficientes.

### 5.3 La solución del problema

El desarrollo de la propuesta basada en la incorporación de un sistema de aireación eléctrica con el fin de incrementar la productividad de una camaronera ubicada en la parroquia Taura perteneciente a la provincia del Guayas. La importancia radica en que esta clase de aireadores no generan contaminación y contribuyen a la disminución de la emisión de gases que hacen posible el efecto invernadero, siendo este un indicador de cambio para que las empresas camaroneras optimicen sus sistemas de producción.

La incorporación de los aireadores resulta muy beneficiosa dentro de la etapa de producción del camarón dejando atrás el uso de motores a diésel o mecánicos y alcanzar una alta eficiencia productiva y por ende incrementar los rendimientos económicos de manera sostenida en el sector camaronero de la parroquia Taura.

La propuesta se justifica en base al levantamiento de información que se realizó y a los resultados obtenidos de una entrevista aplicada a profesionales inmersos en la industria camaronera como del sector de la electricidad, lo cual afianzó este proyecto propuesto.

En cuanto a los aspectos de factibilidad dentro del ámbito legal no existe ningún tipo de inconveniente, por lo tanto, puede ser implementada de acuerdo con las necesidades de una empresa camaronera. En lo concerniente a los costos que traería de incorporación de los aireadores eléctricos dependerá de la capacidad de producción, en lo posterior se estimará los costos que intervendrían para demostrar la viabilidad económica de esta propuesta.

Los beneficios que se obtendrán con esta propuesta se direccionan a la mejora de la productividad del camarón, la protección y perseveración al medio ambiente y el uso eficiente de la energía eléctrica en una empresa camaronera.

La implementación del sistema de aireación eléctrica permitirá alcanzar los indicadores productivos dentro del sector camaronero de Taura perteneciente a la provincia del Guayas. De la misma manera se debe analizar cada uno de los factores y variables que van interviniendo en la implementación de los equipos, así como aquellos que tienen que ver con el clima y los sistemas de bombeo que manejan las camaroneras.

## 5.4 Materiales que intervienen

### **Aireador**

Este equipo cuenta con 440v de corriente alterna de voltaje, además de corriente trifásica consumiendo 5HP de potencia y de 10 a 15amp corriente nominal, que los hace adecuados para cualquier industria.

### **Suministro eléctrico**

De acuerdo con la capacidad de cada empresa los aireadores eléctricos deben suministrar corriente trifásico de acuerdo con la característica de las empresas camaroneras la alimentación del suministro eléctrico debe ser con un cable número 10 concéntrico, es decir, 3 en uno debiendo ser colocado en una línea por cada equipo que es instale en las piscinas.

### **Controladores**

Para una mejor gestión se debe colocar un tablero de control dónde se verifique el arranque y parada de los aireadores, cabe mencionar que dentro de los tableros se puede llegar a instalar hasta 10 pulsadores. Un aspecto muy importante para

mantener una buena operación de los equipos son las protecciones como guarda motores, también se pueden instalar otros instrumentos llamados Timers que consiste en operar de forma automática, no obstante, es necesario que una persona esté a cargo de la supervisión para identificar posibles fallos en el funcionamiento de los aireadores, con el propósito de desarrollar un trabajo eficiente en cada uno de los equipos instalados.

Un aspecto muy importante que se debe tener en cuenta es sobre la distribución de las líneas trifásica, las mismas que deben ser colocada de los muros de las piscinas dónde estarán ubicados los generadores eléctricos sobre todo lo más cerca posible de los tableros de control, a fin de evitar las caídas de tensión por distancia.

En este sentido, para reducir el efecto es necesario el tendido trifásico a media tensión (13200 voltios), siendo factible la ubicación en lugares estratégicos de los sitios de trabajo Transformadores trifásicos con la capacidad de reducir 13200v a 440v actos para las piscinas cómo para la alimentación de los tableros de control, de esta manera se logrará que lo ataje no afecte la variación y por ende no se quemen los equipos.

El cálculo de la capacidad del transformador que debe estar ubicado en cada piscina de cultivo debe estimar lo siguiente:

$$1HP = 1KVA, 5HP = 5KVA.$$

Fuente: (Blanco y Rojas, 2021)

Si una empresa camaronera cuenta con más de 20 aireadores de 5HP es necesario se coloque un transformador trifásico con capacidad de 100 KVA.

Dentro del manejo de los aireadores los técnicos deben tener en cuenta que estos no deben ser encendidos por un solo mando debido a que el suministro de corriente Ah

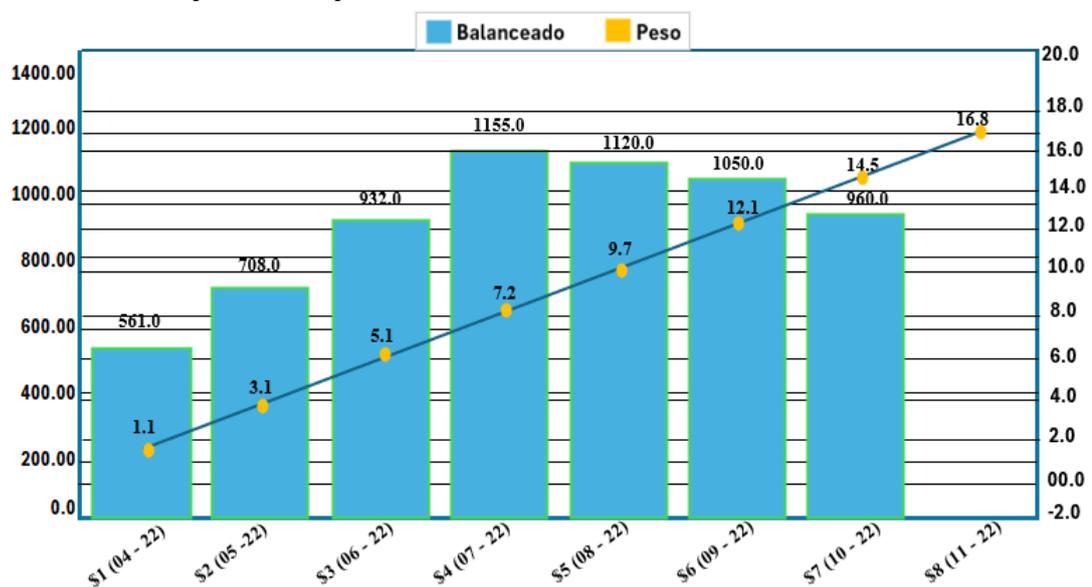
es alto lo cual podría ocasionar el deterioro de los equipos a por el alto consumo de corriente instantánea. En este sentido, el encendido deberá ser de forma continua en intervalos de tiempo de 15 segundo por equipo.

## 5.5 Análisis económico-aireadores eléctricos

Análisis el desempeño de la producción incorporando aireadores eléctricos.

**Figura 1**

*Ciclo de producción piscina con aireadores eléctricos*



Nota: El gráfico presenta datos sobre el desempeño de la producción de camarones en un ciclo de 8 semanas

Como se observa en el gráfico, el seguimiento que se ha dado es de un ciclo de 8 semanas, es decir, 62 días donde se ha obtenido un peso de 16.8 gramos, obteniendo un costo día por hectárea de 48.20 dólares.

**Tabla 7**

Costos de un ciclo de producción de 62 días

Datos Producción		Desglose Costos		Raleos	Bitácora	
Superficie:	1.42	F. de Siembra:	12/01/22	Peso:	0.60	
Juveniles:	358,976	Densidad:	252,800			
Siembra						
Fecha	Laboratorio	Nauplio	Larvas	Peso	Días Lab.	Días Precría
12/01/22	Lardema 1	Texcumar	358,976	0.6033	20	24
Cultivo						
	Real		Presupuesto		Diferencia	
Días Producción:	56 días		94		38	
Secado:	6 días		4		-2	
Total:	62 días		98		36	
Crec. Semanal:	2.02 g./Sem.		2.16		-0.13	
Crec. Promedio:	2.10 g./Sem.					
Crec. Ult. Semana:	2.30 g./Sem.					
Prom. Utl. 3 Sem.:	2.37					
Balanceado:	7,156.00 Kg.					
Fertilizante:	252.00 Kg.					
F.C. Final:	1.38		1.56		0.18	
Conv. Semana:	1.42					
Sobrevivencia:	86.00 %		75.70		10.30	
Lbs. x Has:	8,035		9,767		-1,731	
Cosecha						
Inicio:	08/03/22	Fin:	08/03/22			
Lbs. Empaca:	9,413					
Cam. Cosech:	267,596					
Peso Cosech:	15.97		29.00		-13.03	
Libras/Has:	6,629		9,767		-3,138	
Cam/Has:	188,448					
% Sobrevi.:	9450.00		75.70		9374.30	

Nota: En la tabla se presenta datos del ciclo de producción en 62 días

### Costo operativo del ciclo de 8 semanas

**Tabla 8**

Costo operativo aireadores eléctricos

Costo/hectárea	Días de producción	Total	Número de hectáreas	Costo operativo
48,29	62	2993,98	1,42	4251,45

Nota: Se presenta en la tabla el costo operativo de los aireadores eléctricos

Al término del ciclo la producción en libras corresponde a 8035 libras por cada hectárea. En este sentido cada piscina es de 1.42 hectáreas se obtiene una producción total de 11409.7 libras.

**Tabla 9**

Total en lbs de un ciclo de producción

Hectárea	Libras al final del ciclo	Total de libras
1,42	8035	11409,7

**Tabla 10**

Costo por libra

Costo operativo	Total de producción	Costo por libra
4251,45	11409,70	0,37

Nota: En la tabla se observa el total de libras de un ciclo de producción

### Costo del balanceado

Para la alimentación dentro del ciclo productivo se ha consumido 7156 kg de balanceado que equivalen a 286 sacos; cada saco tiene un peso de 25 kg su costo unitario es de 34.78 dólares, teniendo un costo total de balanceado de \$9955,43.

**Tabla 11**

Costo total de balanceado

Sacos de balanceado	Costo unitario por saco	Costo total
286,24	34,78	9955,43

Nota: En la tabla se presenta el costo total del balanceado

Con datos obtenidos del costo por libra del total del valor del costo del balanceado dividido por el total del ciclo de producción es de 0.87.

**Tabla 12**

Costo neto por libra

Costo total de balanceado	Total del ciclo de producción	Costo neto por libra del balanceado
9955,43	11409,70	0,87

Nota: En la tabla se presenta el costo neto por libra de camarón

### Costo total

El costo total se lo obtiene del costo por ciclo de producción más costo neto por libra del balanceado se obtiene el costo de producción por cada libra de camarón.

**Tabla 13**

Costo de Producción

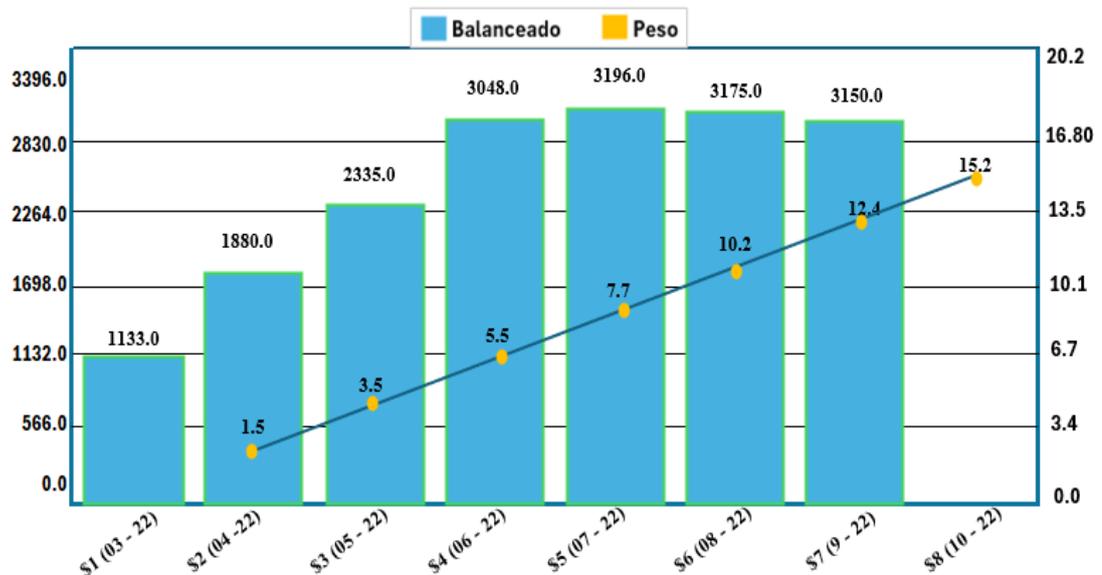
Costo ciclo de producción	Costo neto por libra del balanceado	Costo de producción
0,37	0,87	1,24

Nota: Se presenta en la tabla el costo de producción

## 5.6 Desempeño de la producción de camarones con aireadores a diésel

**Figura 2**

Ciclo de producción de piscina con aireador a diésel



Nota: Se presenta en la tabla el ciclo de producción de piscina con aireador a diésel

De acuerdo con la gráfica se observa cómo se lleva el seguimiento de 59 días, es decir, un ciclo de 8 semanas, alcanzando un peso de 15.2 gramos a un costo día por hectárea de \$48.39.

**Tabla 14**

Costos de producción de un ciclo de 52 días

Datos Producción		Desglose Costos		Raleos	Bitácora	
Superficie:	6.50	F. de Siembra:	11/01/22	Peso:	0.58	
Juveniles:	1,186,750	Densidad:	182,577			
Siembra						
Fecha	Laboratorio	Nauplio	Larvas	Peso	Días Lab.	Días Precria
11/01/22	Acuatecsa	Texcumar	1,186,750	0.5830	21	25
Cultivo						
	Real		Presupuesto	Diferencia		
Días Producción:	55 días		94	39		
Secado:	4 días		4	0		
Total:	59 días		98	39		
Crec. Semanal:	1.86 g./Sem.		2.16	-0.30		
Crec. Promedio:	2.17 g./Sem.					
Crec. Ult. Semana:	2.80 g./Sem.					
Prom. Utl. 3 Sem.:	2.50					
Balanceado:	20,330.00 Kg.					
Fertilizante:	618.00 Kg.					
F.C. Final:	1.31		1.56	0.25		
Conv. Semana:	1.10					
Sobrevivencia:	86.00 %		75.70	10.30		
Lbs. x Has:	5,251		9,767	-4,516		
Cosecha						
Inicio:	06/03/22	Fin:	06/03/22			
Lbs. Empaca:	35,448					
Cam. Cosech:	1,161,978					
Peso Cosech:	13.85		29.00	-15.15		
Libras/Has:	5,454		9,767	-4,313		
Cam/Has:	178,766					
% Sobrevi.:	35500.00		75.70	35424.30		

Nota: En la tabla se presenta datos sobre el Costos de producción de un ciclo de 52 días

## Costo operativo

**Tabla 15**

Costo operativo aireadores a diésel

Costo/hectárea	Días de producción	Total	Número de hectáreas	Costo operativo
48,39	59	2855,01	6,5	18557,57

Nota: En la presente tabla se presenta el costo operativo de los aireadores a diésel

Al término del ciclo la producción será de 5454 lbs por cada hectárea, al contar con una piscina de 6.5 hectárea se obtiene una producción total de 35451 lbs.

**Tabla 16**

Total en lbs de un ciclo de producción

Hectáreas	Libras al final del ciclo	Total en libras
6,5	5454,00	35451,00

**Tabla 17**

Costo por libra

Costo operativo	Total de producción	Costo por libra
18557,57	35451,00	0,52

Nota: En la tabla se presenta el total en libras de un ciclo de producción

### Costo del balanceado

El consumo de balanceado en el ciclo productivo de 52 días es de 20330 kg que corresponde a 813 sacos de 25kg cada uno, a un costo de \$34.78, obteniendo un costo total de balanceado de \$28276.14.

**Tabla 18**

Costo total del balanceado

Sacos de balanceado	Costo unitario por saco	Costo total
813	34,78	28276,14

Nota: La tabla presenta datos sobre el costo total del balanceado

Con datos obtenidos del costo por libra del total del valor del costo del balanceado dividido por el total del ciclo de producción es de 0.80.

**Tabla 19**

Costo neto por libra

Costo total de balanceado	Total del ciclo de producción	Costo neto por libra
28276,14	35451,00	0,80

Nota: En la tabla se presenta el costo neto por libra

### Costo total

El costo total se lo obtiene del costo por ciclo de producción más costo neto por libra

del balanceado se obtiene el costo de producción por cada libra de camarón

**Tabla 20**

Costo de producción

Costo ciclo de producción	Costo neto por libra del balanceado	Costo de producción
0,52	0,80	<b>1,32</b>

Nota: En la tabla se presenta el costo de producción

## 5.7 Análisis costo beneficio de los aireadores a diésel vs aireadores eléctricos

### Aireadores a Diésel

A continuación se presenta inversión de los aireadores a diésel y el costo de los accesorio de instalación, refiriendo un valor de \$54. 9252

**Tabla 21**

Inversión aireadores a Diésel

<b>Inversión Inicial con aireadores a diésel</b>			
Descripción	Costo unitario	Cantidad requerido	Inversión Total
Aireador a diésel 13 hp	2.494,00	198	493812,00
Accesorios varios de instalación	280,0	198	55440,00
<b>Total inversión aireadores a diésel</b>			<b>549252,00</b>

Nota: La tabal presenta la inversión de los aireadores a diésel

Como toda inversión se debe considerar los costos de mantenimiento y operación de los aireadores a diésel en cuanto a la mano de obra, consumo de diésel, consumo de aceite y repuestos, refiriendo un costo de \$98 738.25.

**Tabla 22**

Costo mensual de mantenimiento y operación aireadores a diésel

<b>Costo mensual de Mantenimiento y Operación con aireadores a diésel</b>			
Mano obra para operación y mantenimiento	33,33	198	6.599,34
Consumo mensual y costo diésel 18 horas/operación	13,36	198	2.645,28
Consumo y costo de aceite (2 meses)	23,21	198	4.595,58
Repuestos	28,8	198	5.702,40
<b>Total costos mantenimiento y operación</b>			<b>98.738,25</b>

Nota: En la tabla se presenta los costos mensuales de mantenimiento y operación aireadores a diésel

### **Aireadores Eléctricos**

La inversión de los aireadores eléctricos en lo concerniente al equipo como el costo de los accesorio de instalación, refiriendo un valor de \$120.125

**Tabla 23**

Inversión aireadores eléctricos

<b>Inversión Inicial aireadores eléctricos</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Costo Unidad</b>	<b>Cantidad Requerido</b>	<b>Inversión Total</b>
Aireadores eléctricos 5hp	975	390	380.250,00
Accesorios varios de instalación	4.225,00	195	823.875,00
<b>Total de inversión aireadores eléctricos</b>			<b>1.204.125,00</b>

Nota: La tabla presenta la inversión de los aireadores eléctricos

Los costos derivados de la inversión de los aireadores eléctricos corresponden al mantenimiento y operación de los equipos, mano de obra, consumo de diésel, consumo de aceite y repuestos, refiriendo un costo de \$17 916,60

**Tabla 24** Costo mensual de mantenimiento y operación aireadores eléctricos

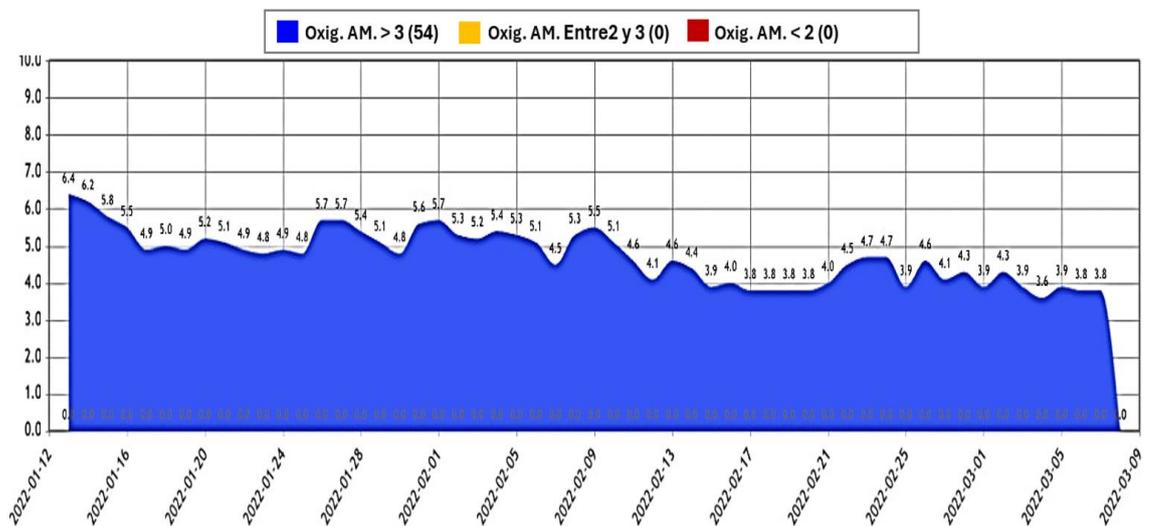
Costo mensual de Mantenimiento y Operación de aireadores eléctricos			
Mano obra 4 personas operación y mantenimiento	6,67	390	2.601,30
Consumo y costo energía 18 horas/operación (al mes)	5,02	390	1.957,80
Consumo y costo de aceite (0.5)	28,00	390	10.920,00
Repuestos	6,25	390	2.437,50
<b>Total costos de mantenimiento y operación</b>			<b>17.916,60</b>

Nota: En la presente tabla se presenta los costos de mantenimiento y operación de los aireadores eléctricos.

### Eficiencia del oxígeno dentro de las piscinas con aireadores eléctricos y diésel

**Figura 3**

Curva de oxígeno con aireadores eléctricos

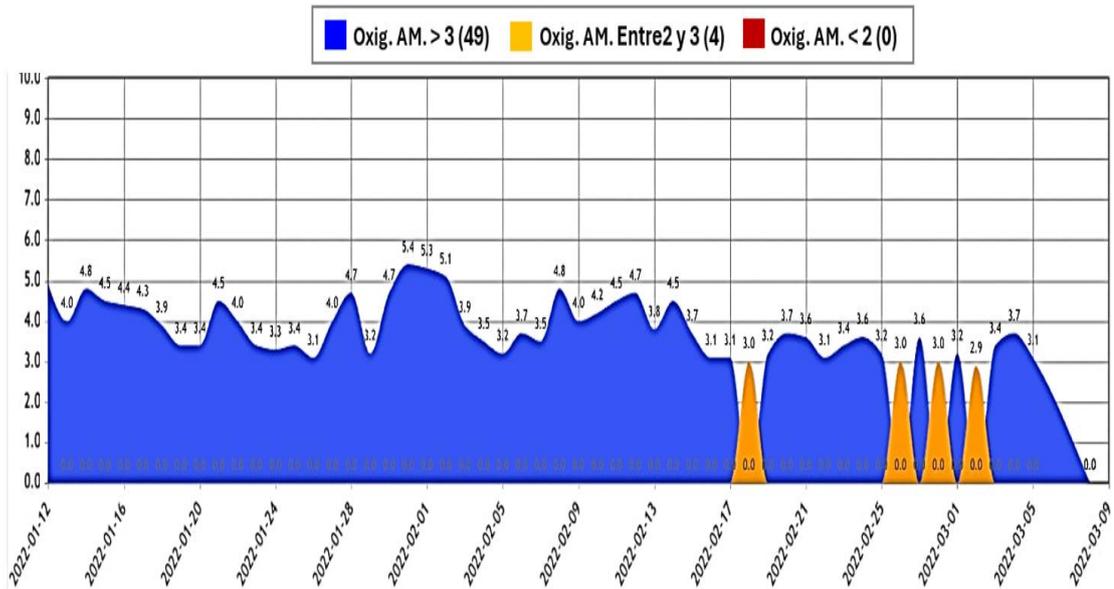


Nota: en el gráfico se presenta la curva de oxígeno haciendo uso de los aireadores eléctricos

Se puede evidenciar oxígenos más estables dentro del rango requerido para la operación con el uso de aireadores eléctricos.

**Figura 4**

Curva de oxígenos con aireadores a diésel.



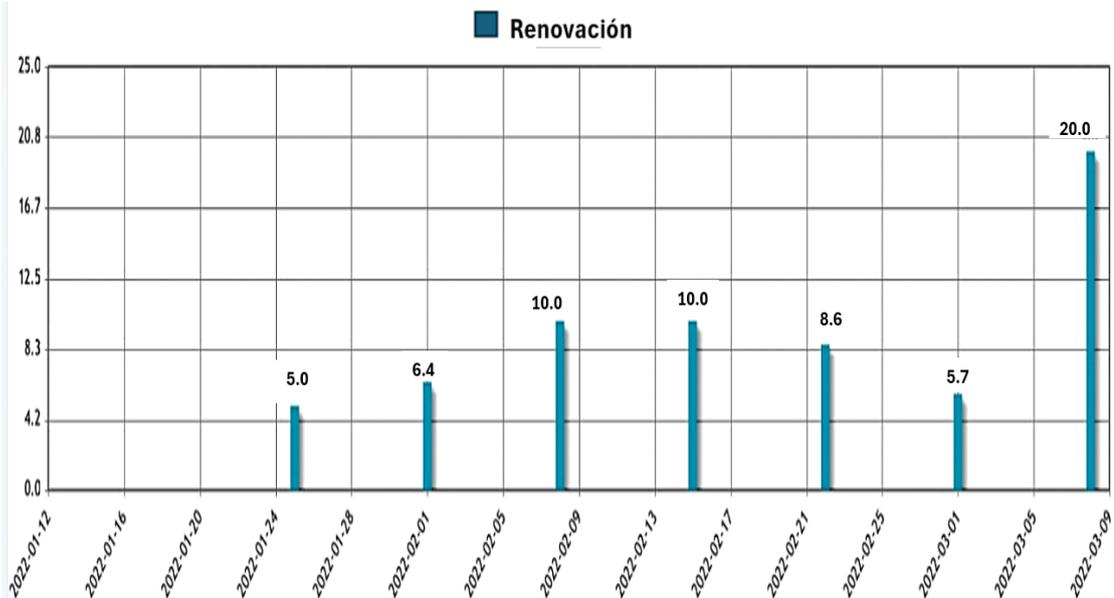
Nota: en el gráfico se presenta la curva de oxígeno haciendo uso de los aireadores a diésel

Mientras que con aireadores a diésel podemos ver una tendencia muy variada y con varios episodios con tendencia hacia parámetros críticos.

**Renovación de agua con el uso de aireadores eléctricos y diésel**

**Figura 5**

Gráfica de porcentaje de renovación de agua con aireadores eléctricos

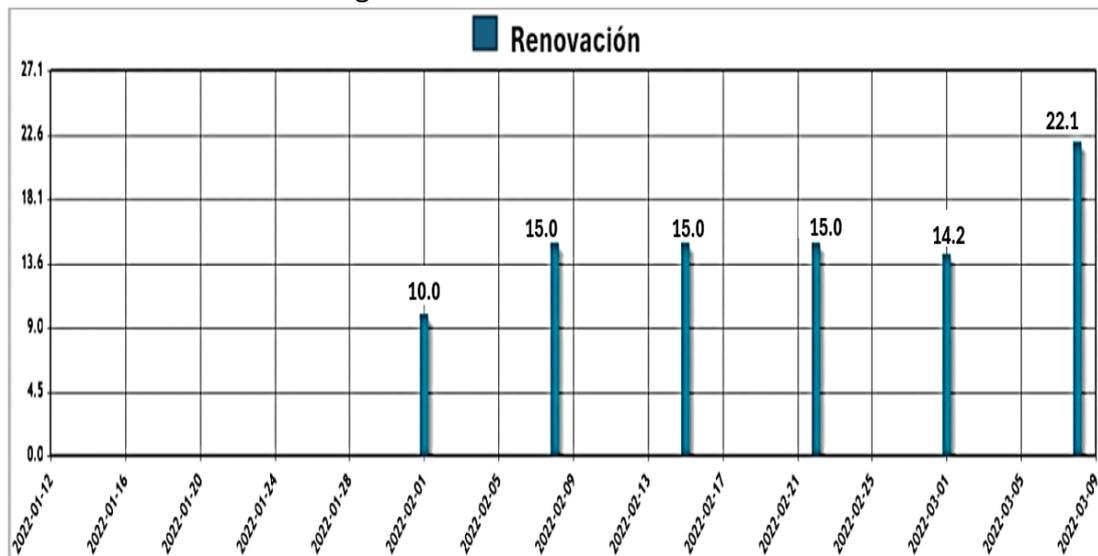


Nota: En la gráfica se presenta el porcentaje de renovación de agua con aireadores eléctricos

Se evidencia con aireadores eléctricos un porcentaje de demanda de agua menor debido a que la eficiencia de este tipo de aireadores suple la necesidad de renovación pudiendo aprovecharse el recurso hídrico para otras piscinas que requieran de mayor renovación.

**Figura 6**

Gráfica de renovación de agua con aireadores a diésel.



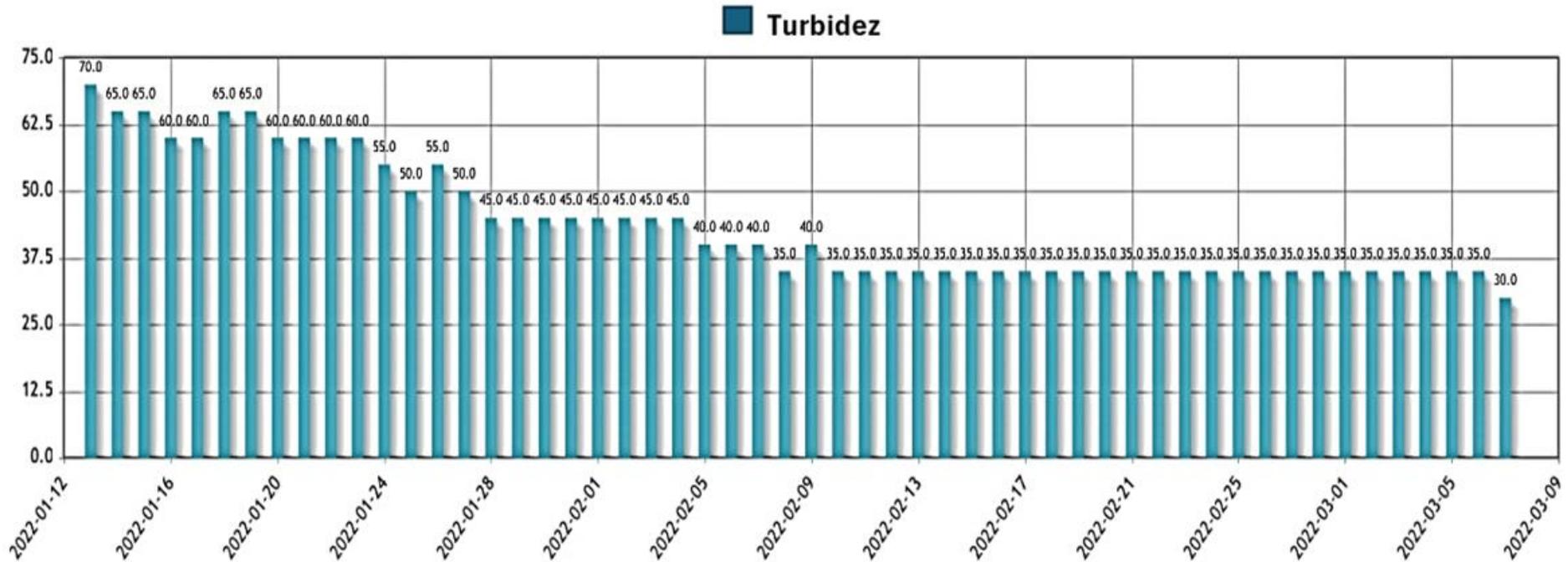
Nota: En la gráfica se presenta el porcentaje de renovación de agua con aireadores a diésel

De acuerdo con los resultados presentados en la gráfica se observa que se realiza más renovación del agua de las piscinas que funcionan con aireación a diésel, otra vez puesto que la aireación mecánica no cubre en su totalidad la necesidad del oxígeno disuelto que se requiere para esta operación.

## Eficiencia en cuanto a la turbidez del agua con el uso de aireadores eléctricos y diésel

Figura 7

Grafica de turbidez con aireadores eléctricos

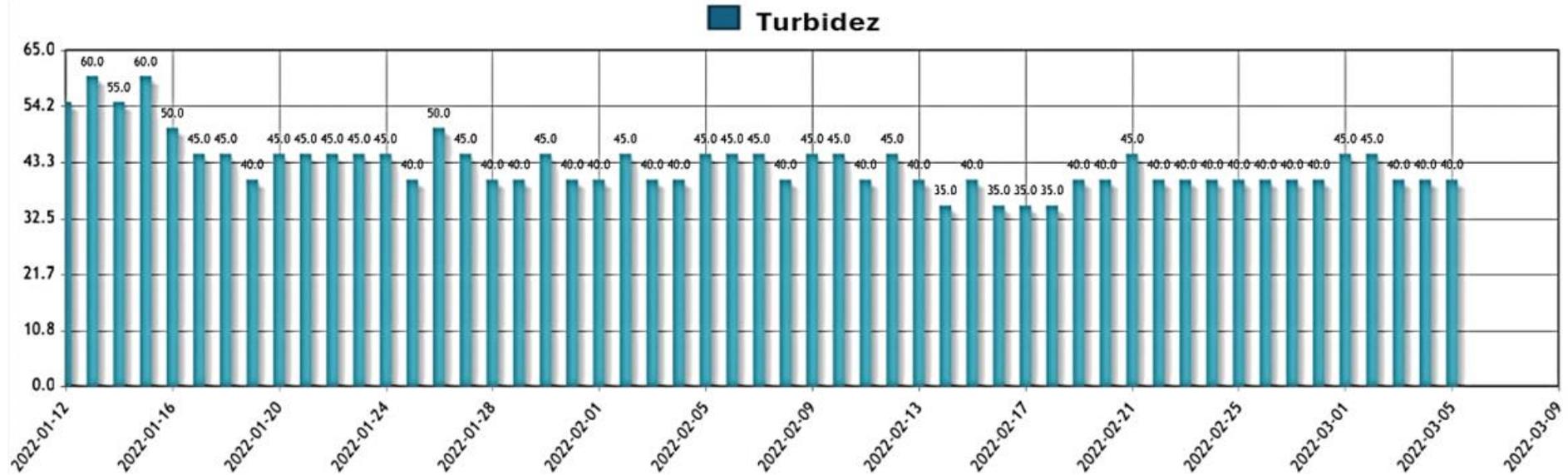


Nota: En la gráfica se presenta la turbidez del agua con los aireadores eléctricos

La gráfica demuestra que al no haber una renovación tan eficiente la turbidez del agua tiende a aumentar, sin causar ningún tipo de afectación del control que se lleva a cabo en el ciclo productivo, gracias a la utilización de aireación eléctrica se puede mantener en buenas condiciones el agua del estanque.

Figura 8

Gráfica de turbidez con aireadores a diésel.



Nota: La gráfica presenta datos de la turbidez con aireadores a diésel

Se puede observar que los parámetros de turbidez durante todo el proceso se encuentran en los parámetros establecidos, gracias a una adecuada renovación de agua más agresiva, estos datos permiten determinar que la aireación mecánica no es totalmente eficiente. Llevándolo al plano económico la recuperación de la inversión de un proyecto de electrificación en base a las libras/hect a producirse, esto podrá mejorarse al implementar aireadores eléctricos, además de reducir los costos operativos. En este sentido a continuación en la tabla 25 se muestra un ejemplo con un camarón que tiene una talla de 24 gr.

## Proyecciones de cosecha

**Tabla 25**

Proyección de cosecha con distintas densidades de siembra.

Densidad de siembra (pl)	Hectáreas	hp aireación/hectárea	Producción
25	1	10	10800
30	1	10	12950
40	1	15	17200

Nota: En la tabla se presenta la proyección de cosecha con distintas densidades de siembra

Al contar con un sistema de aireación eficiente las densidades de siembra pueden alcanzar mejores resultados, en este caso sería factible la implementación de aireadores eléctricos, siendo este el punto de partida para cambiar los tipos de cultivos intensivos y súper intensivos con mejores rendimientos para el sector camaronero.

**Tabla 26**

Proyección de ventas con distintas variables de densidad.

Hectáreas engorde	Producción	Ciclos al año	Cantidad de lbs/año	Cantidad de lbs/mensual	Costo/	Proyección ingresos mensual	Proyección de ingresos
					libra		
175,29	10800	3	5679396	473283,00	1,95	922901,85	11.074.822,20
175,29	12950	3	6810016,5	567501,38	1,95	1106627,681	13.279.532,18
175,29	17200	3	9044964	753747,00	1,95	1469806,65	17.637.679,80

Nota: En la tabla se presenta la proyección de venta con diferentes variables de densidad

El empleo de herramientas adecuadas garantiza un apropiado manejo de la producción, esto era posible una mejor proyección económica y una disminuí opción de margen de error, de esta manera se podrá aprovechar los recursos y la tecnología utilizada durante toda la cadena productiva.

## 5.8 Análisis costo beneficio

**Tabla 27**

Análisis costo beneficio aireadores a diésel

<b>Análisis costo beneficios</b>	
<b>Inversión aireadores a diésel + costos</b>	
Inversión aireadores a diésel + accesorios varios de instalación	549.252,00
Costo mensual de Mantenimiento y Operación con aireadores a diésel	98.738,25
<b>Total</b>	<b>647.990,25</b>
<b>Ingresos</b>	
Venta producción tres ciclos mensual	922.901,85
<b>Total</b>	<b>274.911,60</b>

**Tabla 28**

Análisis costo beneficio aireadores eléctricos

<b>Análisis costo beneficios</b>	
<b>Inversión aireadores eléctricos + costos</b>	
Aireador eléctrico 5hp + accesorios varios de instalación	1204.125,00
Costo mensual de Mantenimiento y Operación con aireadores eléctricos	17.916,60
<b>Total</b>	<b>1.222.041,60</b>
<b>Ingresos</b>	
Venta producción tres ciclos mensual	1.661.223,33
<b>Total</b>	<b>439.181,73</b>

Nota: Se presenta los resultados del costo beneficio de los aireadores a diésel vs los eléctricos

Los resultados obtenidos en función del análisis de costos e ingresos realizado con los aireadores eléctricos y los de diésel existe una amplia ventaja económica de \$ 164.270.13 dólares a favor de los aireadores eléctricos.

### **Proyecto con CNEL**

El proyecto con CNEL es la entidad propicia para adquirir una red de distribución de 69000 voltios, que llegue directamente a la camaronera, no la misma que debe tener habilitada una subestación de transformación y distribución que haga posible convertir los 69000 voltios a 13800 voltios. Con estos parámetros se espera alcanzar un voltaje final de 440, 220, 120 Voltios que serán suficientes para la operación y mejore la calidad de la energía oh.

La factibilidad de este proyecto radica en firmar un convenio que se encuadre dentro de la normativa número Arconel 001/2020. De esta manera las empresas privadas acuícola como

agropecuaria podrán financiar obras eléctricas como la construcción, repotenciación de subestaciones redes de media tensión líneas de subtransmisión que les permita devolver el financiamiento por parte de CNEL EP, que se cargará de forma mensual un 50% en la factura del consumo eléctrico (Quimi, 2022).

Este tipo de convenios resultan beneficiosos en el sector camaronero ubicado en la parroquia Taura provincia del Guayas, las cuales utiliza tecnologías eco amigables con el medio ambiente y con mayor eficiencia energética, más que todo porque los sistemas de bombeo y aireación influyen directamente en la producción del camarón, debido a que son los alimentadores de oxígeno a través de los motores que hacen posible el ingreso del oxígeno a las piscinas.

## 5.9 Discusión

De acuerdo a los resultados obtenidos al sector camaronero de Taura este mantiene sistemas de aireación a diésel, donde los costos por el uso de aireación mecánica es de 1.32 mientras que los costos con aireadores eléctricos son de 1.24, demostrando que la electrificación de los sistemas de aireación en las piscinas del sector camaronero genera una disminución de los costos y una mejor producción como el rendimiento. Los resultados de este estudio tienen relación con un trabajo realizado por Rios (2019) quien se enfocó en equipos de aireación que han sido ensamblados con motores que arrancan a base de electricidad, donde analizó la estructura para la identificación de necesidades prioritarias, identificó que en el mercado existe una alta demanda de estos aireadores en el sector camaronero, por lo cual propuso una alternativa energética debido a la eficiencia en el sistema de piscinas del sector camaronero del Ecuador.

Con la finalidad de demostrar la viabilidad de la propuesta se elaboró un análisis técnico-económico. En primera instancia el costo de equipos y accesorios de instalación de los aireadores a diésel ascienden a \$647.990.25 mientras los aireadores eléctricos con sus respectivos costos de instalación \$1.222.041.60 a primera vista se observa un alto costo de adquisición de los aireadores eléctricos, sin embargo, al analizar los costos se obtuvo que el mantenimiento y operación de los aireadores a diésel son de \$98.738,25 vs los eléctricos \$17.916,60, con una ventaja económica a favor de los aireadores eléctricos de reducción de costos de \$80.821,65, demostrando que la factibilidad para la electrificación del sistema de aireación en piscinas del sector camaronero.

De acuerdo a los análisis realizados en relación al oxígeno dentro de las piscinas con el uso de aireadores eléctricos la grafica curva de oxígeno demuestra rangos estables requeridos para la operación, mientras que con el uso de aireadores a diésel podemos ver una tendencia muy variada y con varios episodios con tendencia hacia parámetros críticos.

En cuanto a la renovación de agua con el uso de aireadores eléctricos el uso de agua es menor debido a la eficiencia de este tipo de aireadores suple la necesidad de renovación pudiendo aprovecharse el recurso hídrico para otras piscinas que requieran de mayor renovación, mientras que con el uso de aireadores a diésel en la gráfica se observa que se realiza más renovación del agua del agua de las piscinas que funcionan con aireación a diésel, por ende no cubre en su totalidad la necesidad del oxígeno disuelto que se requiere para esta operación.

## 6. Conclusiones

---

El desarrollo del trabajo de investigación consistió en un levantamiento de información sobre los sistemas de electrificación en las camaroneras del sector de Taura. Esto conllevó a las siguientes conclusiones:

- El análisis y verificación de los equipos de aireación permitió determinar que estas funcionan como motores de combustión interna dentro de las camaroneras, los cuales se encuentran sobre dimensionado debido al porcentaje de eficiencia que está entre el 28% al 32% generando un alto consumo de combustible, que en consecuencia produce en la empresa un incremento excesivo en sus costos. Por lo tanto, en relación a los resultados obtenidos la inclusión de energía eléctrica para alimentar los sistemas de aireación mejoraría los costos de producción.
- El cambio del sistema de aireación a diésel a eléctrica se sustentó en los análisis costo beneficio, análisis del oxígeno, renovación y turbidez de agua en las piscinas camaroneras al incorporar aireación eléctrica. Los motores eléctricos son los equipos de mayor efectividad para las empresas camaroneras, debido a los bajos costos de operación que genera, es decir, una reducción de 0.08 centavos por libra de camarón.
- La implementación de aireadores eléctricos mejorará la calidad del agua manteniendo una eficiente transferencia de oxígeno (2.30 Kg O<sub>2</sub>/hora) del equipo a diferencia de los aireadores mecánicos que solo alcanzan a mantener una regular transferencia de oxígeno (1.87 Kg O<sub>2</sub>/Hora). La viabilidad de esta propuesta radica en mantener el agua libre de contaminantes, además de mejorar las condiciones en el proceso biológico del cultivo, generando un incremento en la rentabilidad de una empresa camaronera.

- En una industria camaronera normalmente al trabajar con aireadores mecánicos se debe contratar alrededor de 50 operadores para que manipulen estos equipos, en cambio al implementar aireadores eléctricos se disminuiría la mano de obra al 50%. En cuanto a los nuevos conocimientos es factible establecer tres capacitaciones anuales, siendo la empresa encargada de proveer todos los recursos necesarios para lograr la sostenibilidad de éstas industrias.
- Actualmente, el coste de producción de camarones por libra es de 1,32 dólares utilizando aireadores mecánicos, sin embargo, la incorporación de aireadores eléctricos genera un coste de producción de 1,24 dólares por libra, por lo tanto, se considera que las variaciones en el precio de los combustibles y energía eléctrica no generarían un mayor impacto en las industrias camaroneras.

## RECOMENDACIONES:

Se recomienda implementar aireadores eléctricos en una camaronera ubicada en el sector de Taura, que de acuerdo con los resultados obtenidos entre 28% al 32% de eficiencia que resultan los aireadores a diésel que en consecuencia produce en la empresa un incremento excesivo en sus costos en contraste con el análisis económico realizado con los aireadores eléctricos, es la alternativa más factible para el sector camaronero en mención.

Realizar distintas pruebas con aireadores eléctricos de acuerdo con las necesidades de la camaronera, es decir, según los parámetros fisio-químicos de la camaronera ir midiendo la potencia real en contraste con la potencia de la ficha técnica de los aireadores, de esta manera garantizar una implementación exitosa.

Establecer un adecuado plan de mantenimiento para garantizar la implementación de los aireadores eléctricos, de esta manera se podrá obtener una mejor transferencia de oxígeno, agua de las piscinas libre de contaminantes y mejorar la condición en el proceso biológico del cultivo, esto permitirá obtener una óptima producción que se traduce en un incremento de la rentabilidad para la empresa camaronera.

## Referencias

---

Bañuelos y otros. (2020). *Definición Electroquímica*. Universidad del país Vasco, Madrid.

Obtenido de

[https://ocw.ehu.eus/pluginfile.php/42458/mod\\_resource/content/1/TEMA\\_5.\\_ELECTROQUIMICA/TEMA\\_5\\_ELECTROQUIMICA.pdf](https://ocw.ehu.eus/pluginfile.php/42458/mod_resource/content/1/TEMA_5._ELECTROQUIMICA/TEMA_5_ELECTROQUIMICA.pdf)

Barragán et al. (2019). Las energías renovables a escala urbana. Aspectos determinantes y selección tecnológica. *Revista Bitácora Urbano Territorial*, 29(2). Obtenido de

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0124-](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0124-79132019000200039&script=sci_arttext)

[79132019000200039&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0124-79132019000200039&script=sci_arttext)

Berenguer et al. (2019). Potenciales para la diversificación de la matriz energética del Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado. *Revista Ingeniería Energética*, 50(1), 14-19.

Obtenido de

<https://www.redalyc.org/journal/3291/329164315003/329164315003.pdf>

Bernal. (2012). *Investigación cuantitativa*. México: Edinso.

Beyrut, N. (2019). *Física – Máquinas Eléctricas*. Universidad Veracruzana, México, Veracruz.

Obtenido de <https://catedra.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/cys/DI/MaqElec.pdf>

Blanco et al. (2022). Efecto de la potencia y número de aspas de un aireador rotativo sobre la transferencia de oxígeno disuelto en agua. *Revista Ingeniería*, 27(1). Obtenido de

<https://www.redalyc.org/journal/4988/498872408008/html/>

Blanco y Rojas. (2021). Influencia del ángulo y perímetro de impacto de las aspas en un aireador de eje horizontal sobre la transferencia de oxígeno disuelto. *Revista*

*Tecnología y Ciencia del agua*, 12(5), 27. Obtenido de <http://revistatyca.org.mx/index.php/tyca/article/view/2763>

Boyd. (2019). *Consideraciones sobre la calidad del agua y del suelo en cultivos de camarón*. Auburn University, Department of Fisheries and Allied, Alabama. Obtenido de <http://www.cesasin.com.mx/CentroAmerica/1Calidad%20del%20agua.pdf>

Boyd. (20 de Enero de 2020). *Uso de energía en la aireación de estanques acuícolas, Parte 1*. Global Aquaculture Advocate. Alabama : School of Fisheries, Aquaculture and Aquatic Sciences. Obtenido de <https://www.globalseafood.org/advocate/uso-de-energia-en-la-aireacion-de-estanques-acuicolas-parte-1/>

Burbano, J. (2018, p. 21). *Reparación de una Bicicleta Eléctrica*. Quito. Obtenido de <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/7287/1/138226.pdf>

Calles-García, J., & González-Pérez, P. (2011). *La Biblia del Footprinting*.

Campoverde et al. (2018). *El cambio de la matriz energética en Ecuador; una perspectiva de su realidad*. Cuenca. Obtenido de <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/acordes/article/view/4349/3220>

Chan, S. (2021). *Electromecánicas*. Santiago: Servicio Civil. Obtenido de [http://www.dgsc.go.cr/ts\\_clase\\_docente/Especialidades%20Docentes/Electromecanica.pdf](http://www.dgsc.go.cr/ts_clase_docente/Especialidades%20Docentes/Electromecanica.pdf)

Cisneros, e. a. (2020). *¿Cuál es el mejor insumo calcáreo para incrementar la alcalinidad del agua de cultivo, y cómo afecta la aplicación de este insumo al pH del agua y al balance de iones?* Boletín, Quito. Obtenido de [https://www.skretting.com/siteassets/local-folders/ecuador/boletines-ecuador/\\_\\_boletin-27-insumos-calcareos\\_\\_.pdf?v=495554](https://www.skretting.com/siteassets/local-folders/ecuador/boletines-ecuador/__boletin-27-insumos-calcareos__.pdf?v=495554)

- Coronel, J. (2020). *Evaluación de la calidad de agua y sedimento en un sistema de producción agro-acuícola (arroz-camarón)*. Tesis, Universidad de Guayaquil, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/49204/1/Tesis%20final%20Coronel%20Alvarado%20Jos%C3%A9%20Miguel.pdf>
- Curiel, J. (2018). *El PH de los suelos en granjas acuícolas*. Investigación, Madrid. Obtenido de <https://www.megasupply.com/wp-content/uploads/2018/05/PH-SUELOS-HA-10-2006-v1.pdf>
- Dinatek. (2022). *Eficiencia en aireación de piscinas de camarón*. Obtenido de <https://dinatek.ec/eficiencia-en-aireacion-de-piscinas-de-camaron/>
- Eras y Lalangui. (2019). *Análisis de los factores estratégicos que inciden en la producción camaronera ecuatoriana*. México. Obtenido de <https://investigacion.fca.unam.mx/docs/memorias/2019/8.02.pdf>
- Escobar y Ciguenza. (2019). *Construcción e implementación de una subestación eléctrica de distribución 69/13.8kv y dos alimentadoras en 13.8kv para dotar de energía eléctrica al sector camaronero y disminuir el uso de combustibles fósiles en el sector de Chongón, Guayaquil*. Guayaquil: ESPAE Escuela de negocios.
- Estébez, C., & Rodas, J. (2019). *“Construcción de un vehículo acuático de superficie para supervisión en piscinas camaroneras empleando un planificador de trayectorias por puntos”*. Tesis , Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Informática y Electrónica, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/13506/1/108T0288.pdf>

- Fajardo y Quevedo. (2018). *“Análisis de factibilidad para la sustitución del uso de energía térmica a energía eléctrica en las camaroneras del cantón Machala”*. Cuenca - Ecuador.
- Fernández. (2022). *Clasificación de los motores eléctricos*. Obtenido de <https://neumaticosparacoches.com/electrico/clasificacion-de-los-motores-electricos-pdf/>
- Gonzabay et al. (2021). Análisis de la producción de camarón en el Ecuador para su exportación a la Unión Europea en el período 2015-2020. *Revista Polo del Conocimiento*, 19. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8094522.pdf>
- Guicharrouse, P. (2021). Las redes eléctricas del futuro. *Revista chilena de ingeniería*, 29(3), 403-405. Obtenido de <https://www.scielo.cl/pdf/ingeniare/v29n3/0718-3305-ingeniare-29-03-403.pdf>
- Hernández, R. (2010). *Investigación bibliográfica*. Madrid: McGraw-Hill.
- Herrera et al. (2017). *Planteamiento de una alternativa energética renovable para el sistema de bombeo de agua en las camaroneras del Ecuador enfocado en el consumo de Diésel y su impacto ambiental*. Quito: Facultad de ingeniería civil y ambiental.
- Korkeakoski y Filgueiras. (2022). Una mirada a la transición de la matriz energética cubana. *Revista Ingeniería Energética*, 53(3), 40-47. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/3291/329173954005/329173954005.pdf>
- Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca. (14 de Octubre de 2021). *Electrificación para el sector camaronero proyecta incrementar su producción y competitividad*. Obtenido de <https://www.produccion.gob.ec/electrificacion-para-el-sector-camaronero-proyecta-incrementar-su-produccion-y-competitividad/>

- Navarrete. (2022). Biorremediación de efluentes del cultivo de camarón por medio de consorcios microbianos autóctonos y microalgas nativas en Manabí, Ecuador. *Revista Aqua Technica*, 4(1), 77. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/49204/1/Tesis%20final%20Coronel%20Alvarado%20Jos%C3%A9%20Miguel.pdf>
- Navia, V. (2020). *Análisis comparativo de la producción camaronera en agua dulce y salada en el cantón Jama*. Tesis, Universidad de Especialidades Espíritu Santo, Facultad de Economía y Ciencias Empresariales, Samborondon. Obtenido de <http://repositorio.uees.edu.ec/bitstream/123456789/2890/1/NAVIA%20CHIA%20VERONICA%20%20AN%C3%81LISIS%20COMPARATIVO%20DE%20LA%20PRODUCCI%C3%93N%20CAMARONERA%20EN%20AGUA%20DULCE%20Y%20SALADA%20EN%20EL%20CANT%C3%93N%20JAMA.pdf>
- Osiris, É. (2020). Evaluación de la tasa de consumo de oxígeno del *Penaeus vannamei* con relación a la salinidad, temperatura y peso corporal. *Revista Ciencia y Tecnología*(25), 11. Obtenido de <https://www.lamjol.info/index.php/RCT/article/view/10412/12057>
- Peer. (2019). *Motores Eléctricos*. Obtenido de <https://www.bun-ca.org/wp-content/uploads/2019/02/Motores.pdf>
- Perpiñan, O. (2020). *Energía solar Fotovoltaica*. España. Obtenido de <https://oscarperpinan.github.io/esf/ESF.pdf>
- Poma, R. (2020). *Diseño de un sistema remoto de monitoreo autónomo de alimentación de camarones en la isla los callejones del cantón de Huaquillas, provincia el Oro*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Guayaquil: Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo. Obtenido de

<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/14658/1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-250.pdf>

Quimi, J. (01 de Julio de 2022). *CNEL EP y sector acuícola firman convenio de Excepcionalidad*.

Obtenido de <https://www.cnelep.gob.ec/category/noticias/un-santa-elena/>

Rios, L. (2019). *Comercialización e instalación de aireadores eléctricos en las piscinas de camarón de la provincia de el Oro*. Machala: Facultad de Ciencias Empresariales.

Rudd, et. al. (2018). *Diseño y construcción de un motor eléctrico de imanes permanentes sin escobillas por medio de técnicas de prototipado rápido*. Obtenido de <http://ricabib.cab.cnea.gov.ar/701/1/1Rudd.pdf>

Salazar, C., & Castillo, S. (2018). *Fundamentos básicos de estadística*. Obtenido de <https://pubhtml5.com/skfd/tkbj/basic>

Sánchez, N. (2017). *Identificación y control de ph para piscinas de camarón*". Tesis, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación, Guayaquil. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/d945ae6a-7065-4366-897f-dcb3e922a1f1/D-103509.pdf>

Torres, T. (2020). En defensa del método histórico-lógico desde la Lógica como ciencia. *Revista Cubana de Educación Superior*, 39(2). Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0257-43142020000200016#:~:text=El%20m%C3%A9todo%20de%20an%C3%A1lisis%20hist%C3%B3rico,15](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0257-43142020000200016#:~:text=El%20m%C3%A9todo%20de%20an%C3%A1lisis%20hist%C3%B3rico,15)).

Vaca y Kido. (2021). Estrategia de eficiencia en el consumo de energía eléctrica y mitigación en la estructura productiva de México. *Revista Contaduría y administración*, 66(2). Obtenido de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0186-10422021000200008](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-10422021000200008)

Valle, C. (2020). *Evaluación de dos concentraciones de salinidad para la producción del camarón blanco (Litopenaeus vannamei) en piscinas de agua dulce, cantón Arenillas, provincia de El Oro*. Tesis, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/15500/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-173.pdf>

Vanegas, M. (2018). La energía, motor de desarrollo de la humanidad. *Revista Prospectiva*, 16(2). Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-82612018000200005](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-82612018000200005)

Véliz, V., & Idrovo, J. (2017). *“Control de temperatura para vivero de camarón”*. Tesis, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación, Guayaquil-Ecuador. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/9d2451c4-20ba-4c11-bfd5-ed683391c99f/D-103319.pdf>

Vergara, J. (2021). *Relación entre parámetros ambientales y el crecimiento de Litopenaeus vannamei (Camarón Blanco), caso Camaroneras Pinguimar S. A.* Tesis, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad de Ciencias del Mar, La Libertad – Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6608/1/UPSE-TBM-2021-0021.pdf>

[www.elhacker.net](http://www.elhacker.net). (s.f.). [www.elhacker.net](http://www.elhacker.net). Obtenido de [https://www.elhacker.net/trucos\\_google.html](https://www.elhacker.net/trucos_google.html)

## ANEXOS

## Anexo 1. Matriz del problema

Problema	Objetivo	Técnicas
¿Se puede mejorar los costos de producción del sector camaronero tradicional mediante el uso de nuevas tecnologías?	Proyectar la factibilidad para la electrificación del sistema de aireación en piscinas del sector camaronero.	Recolección de datos históricos
Especificaciones Podemos dar uso a nuevas tecnologías sin afectar los costos de producción	Especificaciones Determinar si la inclusión de energía eléctrica para alimentar los sistemas de aireación no desmejoraría los costos de producción	Recolección de datos históricos
Es viable cambiar el sistema de aireación con combustible fósil a eléctrico en piscinas del sector camaronero	Modificar el diseño actual de aireación mecánica a eléctrica en piscinas del sector camaronero.	Recolección de datos históricos
Podemos mantener o incrementar la eficiencia en aireación utilizando la red eléctrica en vez de sistemas con combustible fósil/combustión interna	Propuesta de eficiencia para incrementar en aireación utilizando equipos eléctricos en vez equipos alimentados con combustible fósil	Recolección de datos históricos
Se debe considerar mano de obra calificada adicional o	Definir la cantidad de mano de obra calificada, nuevos conocimientos y	Recolección de datos históricos

nuevos conocimientos en diferentes áreas para que la implementación sea sostenible	recursos para que el estudio sea sostenible	
Modificaciones en el precio de las variables como combustibles y energía eléctrica pueden ser factores para determinar el éxito o fracaso.	Determinar si las variaciones en el precio de combustibles y energía eléctrica pueden ser factores para determinar el éxito o fracaso	Recolección de datos históricos