Repositorio Electrónico de Trabajos de Titulación

Maestría en Administración de Empresas
Proyecto Integrador Caso de Negocio

Estrategia de monitoreo y control ambiental en una pequeña camaronera ecuatoriana.

Elizabeth del Carmen RODRIGUEZ TAMBACO[a] y Jose Fabricio HERRERA CEDEÑO[b] bajo la dirección de Mayra VEGA CHICA[c]
[a] MSc en Contabilidad y Auditoría. E-mail: elizabeth.rodriguezt@uees.edu.ec
[b] MSc en Ciberseguridad. E-mail: jose.herrera@uees.edu.ec
[c] PhD en Administración Estratégica de Empresas. E-mail: mvegach@uees.edu.ec

SÍNTESIS	Este proyecto integrador propone el diseño de una estrategia basada en sistemas de aireadores eléctricos y sensores inteligentes de monitoreo y control ambiental en una pequeña camaronera ecuatoriana. El objetivo principal es optimizar las condiciones del agua, especialmente el control de oxígeno disuelto, para permitir una mayor densidad de siembra, mejorar la productividad y aumentar la competitividad frente a otros productores más tecnificados del país.
DESCRIPCIÓN	El sistema consiste en combinar aireadores eléctricos con un conjunto de sensores que monitorean en tiempo real variables críticas del agua como el oxígeno disuelto. La información recopilada es procesada mediante una plataforma digital que permite a los operarios visualizar las condiciones de la piscina y tomar decisiones rápidas para prevenir pérdidas. Además, se proyecta que esta solución automatice procesos de control y monitoreo en tiempo real, mejorando la eficiencia operativa.
DEFINICIÓN DE LA OPORTUNIDAD	Las prioridades estratégicas de la propuesta incluyen sostenibilidad ambiental, uso eficiente de recursos, cumplimiento normativo y generación de valor agregado mediante la innovación tecnológica en procesos productivos. La priorización de los objetivos establecidos responde a una visión integral que busca mejorar la productividad, garantizar la sostenibilidad operativa y ambiental de la camaronera en el mediano y largo plazo.
OBJETIVO RELEVANTE DEL NEGOCIO	Diseñar una estrategia para el monitoreo y control del oxígeno disuelto en piscinas de cultivo de la camaronera en estudio, con el fin de aumentar en más del 90% el rendimiento de la cosecha y la eficiencia operativa en cada ciclo productivo, en los próximos cinco años.
ALTERNATIVAS DE ANÁLISIS ELEGIDA	Se evaluaron distintas alternativas, como: ● La implementación de aireadores de rueda de paletas con múltiples impulsores de motor diésel (sistema convencional). ● La implementación de aireadores eléctricos con sensores de medición de oxígeno disuelto. Alternativa seleccionada.

	• La implementación de aireadores con paneles solares.

1. Oportunidad o problema

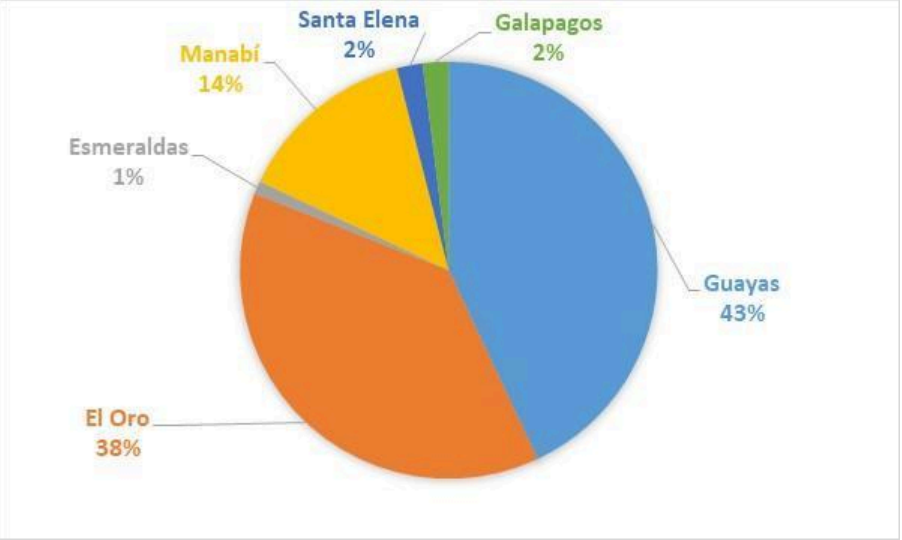
1.1. Identificar la oportunidad/problema

En 2022, Ecuador consolidó su posición como uno de los líderes mundiales en la producción y exportación de camarón, superando incluso a naciones con mayor trayectoria como China e India (Banco Central del Ecuador, 2022). Este auge ha sido impulsado por la creciente demanda internacional de productos del mar y el dinamismo del sector acuícola, que ha generado importantes aportes en empleo, inversión y comercio exterior (Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca, 2022)

Según la (Corporación Financiera Nacional, 2024), la actividad camaronera aportó en el año 2023 con aproximadamente USD 1.500 millones al Valor Agregado Bruto, reflejando un incremento del 16% respecto al año anterior. Este sector constituye una de las principales fuentes de ingresos no petroleros del país, con un impacto relevante en el Producto Interno Bruto (PIB) y en la generación de empleo en varias provincias costeras.

Figura 1

Participación por provincia en la producción de camarón



Nota: Se describe la aportación porcentual de la producción camaronera de Ecuador. Tomado del (Banco Central del Ecuador, 2022).

Guayas, El Oro y Manabí concentran más del 95% de la producción nacional, gracias a factores climáticos, geográficos y al uso de tecnologías de cultivo avanzadas. Sin embargo, mientras que las grandes empresas controlan cerca del 80% de la producción exportable, las pequeñas camaroneras aún operan con recursos limitados, sin acceso adecuado a infraestructura, financiamiento o tecnologías digitales (Cámara Nacional de Acuacultura, 2022). Esta situación plantea una clara oportunidad estratégica: introducir soluciones tecnológicas accesibles que modernicen las operaciones de pequeñas camaroneras, mejoren su competitividad y fortalezcan la sostenibilidad de pequeños productores.

El presente caso de estudio propone una estrategia para el monitoreo y control de los niveles de oxígeno disuelto (OD) en una pequeña camaronera ecuatoriana. El objeto de estudio es una pequeña camaronera ubicada en la provincia del Guayas, Vía Puerto Inca - Naranjal, donde se registran 145 hectáreas totales, de las cuales 129 hectáreas se encuentran disponibles para el cultivo de este crustáceo.

Figura 2

Perspectiva toma aérea de la camaronera, año 2025



Nota: Se encuentran delimitadas las 145 hectáreas de la camaronera.

La camaronera aplica un sistema de cultivo extensivo que cuenta con un campamento, un canal de drenaje y reservorios, catorce piscinas de engorde, tres piscinas para precriaderos, una estación de bombeo, canales de pesca y muros de contención. El área productiva es de 129 hectáreas.

Se destaca que los procesos claves de la camaronera se relacionan con la operación productiva y el mantenimiento de las piscinas, que incluyen la preparación de piscinas de engorde y precriaderos, el llenado de agua y fertilización, la producción de algas, la siembra, la alimentación, la captación de agua y el bombeo.

El proceso productivo de esta camaronera sigue una secuencia operativa que abarca desde la preparación de piscinas hasta la cosecha, en ciclos que duran 70 días. Sin embargo, la ausencia de herramientas automatizadas o sensores de control dificultan la supervisión continua de las condiciones del agua, lo que puede derivar en pérdidas por mortalidad, bajo crecimiento y mayor conversión alimenticia.

Uno de los factores determinantes en este contexto es el nivel de OD. Estudios señalan que concentraciones inadecuadas de OD impactan directamente la tasa de crecimiento del camarón y su resistencia ante factores ambientales adversos. A pesar de su relevancia, el monitoreo de esta variable en la camaronera estudiada se realiza manualmente, con baja frecuencia y con métodos poco

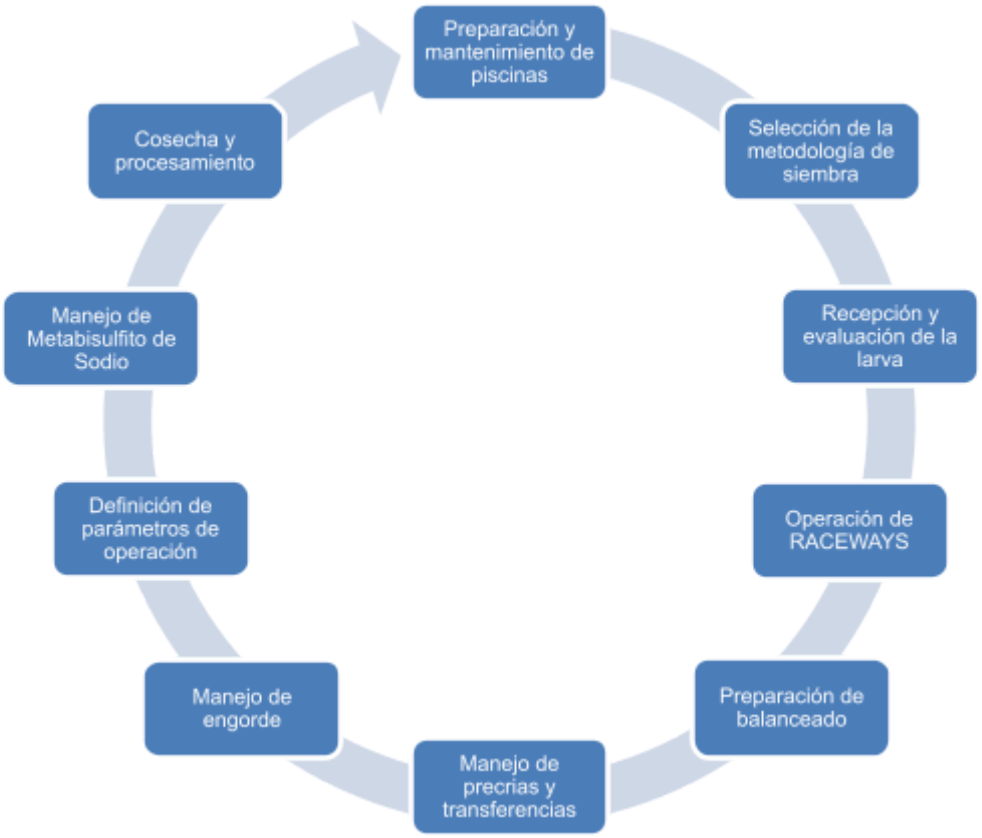
precisos, lo que compromete la calidad del proceso. (Cordova, Aucapuri, & Shiguihara, 2019).

Al igual que la camaronera en estudio, existen pequeñas camaroneras que enfrentan múltiples desafíos en el funcionamiento cotidiano debido a que no utilizan un modelo planificado de gestión con enfoque a prevención de riesgos. Además, que no utilizan tecnologías de información y comunicación (TIC), lo que limita la capacidad para optimizar el proceso productivo, aumentar la densidad de siembra y adaptarse a los estándares ambientales y sanitarios requeridos en mercados internacionales (Espinoza, Torres, & Moreno, 2024).

El proceso productivo de camarón en la camaronera escogida es considerado a baja escala (cultivo extensivo) y se realiza en piscinas con agua de afluentes naturales que necesitan de una secuencia ordenada de actividades que deben ejecutarse con controles y pruebas permanentes para garantizar el cumplimiento de los parámetros claves y un producto de calidad acorde a los rendimientos esperados. Todo inicia con la preparación de las piscinas y culmina con la cosecha y procesamiento, este proceso tiene un ciclo de 70 días. El proceso de producción que utiliza la camaronera en estudio es el siguiente:

Figura 3

Proceso de producción de la camaronera en estudio, año 2025



Nota: Se describe fases del proceso productivo de la camaronera.

La implementación de sensores IoT y sistemas de monitoreo remoto representa una solución viable y alineada con las tendencias de digitalización de la acuicultura. Estos dispositivos permiten la recopilación automática y en tiempo real de datos ambientales clave, facilitando la toma de decisiones correctivas, el uso eficiente de recursos energéticos y la prevención de eventos críticos (Vega, 2024).

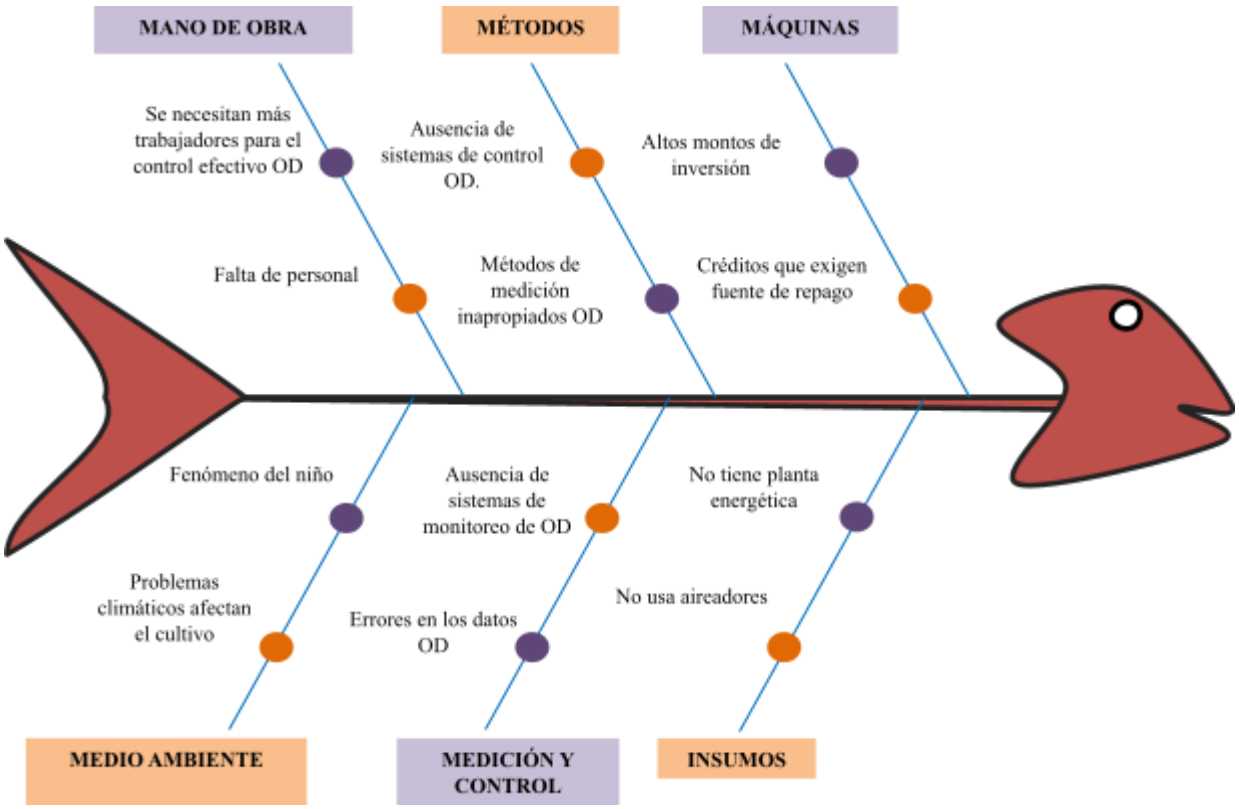
En resumen, la oportunidad radica en la adopción de tecnologías inteligentes que permitan mejorar la productividad, reducir riesgos operativos y garantizar el cumplimiento de estándares internacionales, permitiendo que la pequeña camaronera no solo optimice su desempeño, sino que se convierta en un referente de innovación y sostenibilidad para otras pequeñas camaroneras del sector acuícola ecuatoriano.

1.2. Formalización de la declaración de la oportunidad/problema

La pequeña camaronera objeto de estudio opera bajo un sistema extensivo no automatizado, sin el respaldo de herramientas tecnológicas que permitan monitorear y controlar los niveles de OD y las condiciones del agua sin la intervención humana y con registros exactos. Esta situación limita directamente su capacidad de aumentar la densidad de siembra, debido a que no es posible realizar ajustes precisos y en tiempo real sobre variables ambientales críticas, como el oxígeno disuelto.

Figura 4

Diagrama de Ishikawa para identificar el problema



Nota. Los problemas que enfrenta la camaronera están determinados por los factores de mano de obra, métodos de producción, maquinaria utilizada, ecosistema y medio ambiente, procesos de control y medición, e insumos utilizados. Fuente. Elaboración propia.

La ausencia de un sistema de control tecnológico genera una alta dependencia de mediciones manuales, las cuales son propensas a errores, inconsistencias en la frecuencia de recolección y escasa capacidad de respuesta ante condiciones adversas. En consecuencia, aumentan los riesgos de mortalidad en el cultivo, se reduce el ritmo de crecimiento de los camarones y se presentan pérdidas económicas que afectan la rentabilidad del negocio (Espinoza, Torres, & Moreno, 2024)

Además, el monitoreo y control de OD mediante métodos tradicionales no permite anticipar cambios súbitos en las condiciones del agua, lo que impide una gestión proactiva del cultivo. Esta carencia se vuelve especialmente crítica en contextos de alta variabilidad climática, donde fenómenos como lluvias intensas pueden alterar rápidamente los niveles de oxígeno, pH y temperatura, afectando la salud del ecosistema acuático (Echeverría, 2022).

En contraste, diversas experiencias internacionales en acuicultura han demostrado que la integración de tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT) en los sistemas de producción permiten un monitoreo continuo y remoto de parámetros ambientales, con beneficios sustanciales en términos de productividad, sostenibilidad y reducción de riesgos sanitarios (Panorama Acuícola, 2023).

Esta propuesta responde a una necesidad técnica específica para el control de OD en las piscinas y se alinea con los desafíos estratégicos de la industria camaronera ecuatoriana, en su búsqueda por modernizar sus procesos, mejorar la

calidad del producto y aumentar la competitividad en mercados globales que exigen prácticas sostenibles, seguras e innovadoras.

Por lo tanto, se formaliza la oportunidad de diseñar un sistema de monitoreo y control del oxígeno disuelto, basado en sensores IoT y conectividad digital. Esta solución tiene como objetivo principal optimizar el uso de aireadores, garantizar condiciones óptimas para el desarrollo del camarón y permitir decisiones informadas que mejoren la eficiencia operativa en cada fase del ciclo productivo. Además, que se analice el impacto económico del uso de aireadores a diésel, eléctricos y de paneles solares.

1.3. Identificación de objetivos a partir de la oportunidad/problema

Considerando los desafíos técnicos, operativos y económicos identificados en el sistema productivo de la pequeña camaronera analizada, se establece como objetivo general del presente proyecto: Diseñar una estrategia para el monitoreo y control del oxígeno disuelto en piscinas de cultivo de la camaronera en estudio, con el fin de aumentar en más del 90% el rendimiento de la cosecha y la eficiencia operativa en cada ciclo productivo, en los próximos cinco años.

Además, responde a la necesidad urgente de las pequeñas camaroneras de incorporar tecnologías accesibles que les permitan mantenerse competitivas frente a actores del sector que ya operan con sistemas automatizados. A continuación, se declaran los objetivos específicos:

Evaluar la implementación de un sistema IoT de monitoreo y control ambiental que permita aumentar la densidad de siembra en la camaronera de 8 a 15 camarones por metro cuadrado, aumentar la sobrevivencia en un 10%, disminuir el FCA en un 18% y disminuir el costo por libra en un 15%, en los próximos cinco años.

Proponer un sistema IoT adaptado a la escala operativa de la camaronera, que asegure una mejora significativa en la toma de decisiones y una reducción en la mortalidad del cultivo, con retornos superiores al 3% anual.

Proponer indicadores de desempeño (KPIs) que permitan realizar un seguimiento continuo del impacto del sistema propuesto sobre variables críticas como el nivel de oxígeno para alcanzar una TIR superior al 30% y una VAN positivo, en los próximos cinco años para la camaronera en estudio.

Tabla 1

Indicadores de seguimiento y control

Objetivo	Indicador (KPI)
Diseñar una estrategia para el monitoreo y control del oxígeno disuelto en piscinas de cultivo de la camaronera en estudio, con el fin de aumentar en más del 90% el rendimiento de la cosecha y la eficiencia operativa en cada ciclo productivo, en los próximos cinco años.	Incremento del rendimiento neto por hectárea

Evaluar la implementación de un sistema IoT de monitoreo y control ambiental que permita aumentar la densidad de siembra en la camaronera de 8 a 15 camarones por metro cuadrado, aumentar la sobrevivencia en un 10%, disminuir el FCA en un 18% y disminuir el costo por libra en un 15%, en los próximos cinco años.	Peso promedio del camarón
	Tasa de sobrevivencia del cultivo
	Biomasa obtenida por hectárea
	Factor de conversión alimenticia (FCA)
	Reducción de costo por libra
Proponer un sistema IoT adaptado a la escala operativa de la camaronera, que asegure una mejora significativa en la toma de decisiones y una reducción en la mortalidad del cultivo, con retornos superiores al 3% anual.	Rentabilidad
Proponer indicadores de desempeño (KPIs) que permitan realizar un seguimiento continuo del impacto del sistema propuesto sobre variables críticas como el nivel de oxígeno para alcanzar una TIR superior al 30% y una VAN positivo, en los próximos cinco años para la camaronera en estudio.	TIR y VAN

Nota. Elaboración propia.

El enfoque se sustenta en evidencias bibliográficas que demuestran que la adecuada gestión de parámetros como el oxígeno disuelto influye directamente en la tasa de sobrevivencia, la conversión alimenticia y el crecimiento de los camarones (Gutiérrez et al., 2018; Echeverría, 2022).

1.4. Prioridades de los objetivos

Estos objetivos están alineados con las prioridades estratégicas del negocio: sostenibilidad ambiental, uso eficiente de recursos, cumplimiento normativo y generación de valor agregado mediante la innovación tecnológica en procesos productivos. La priorización de los objetivos establecidos responde a una visión integral del negocio, que busca mejorar la productividad, garantizar la sostenibilidad operativa y ambiental de la camaronera en el mediano y largo plazo. En este sentido, se han identificado tres prioridades fundamentales que guían la implementación del proyecto:

Sostenibilidad operativa:

La principal prioridad es asegurar que el sistema de producción acuícola evolucione hacia un modelo sostenible. Esto implica el uso racional de los recursos naturales, especialmente el tratamiento del agua y la energía, a través de la automatización del proceso de aireación basado en datos en tiempo real. La implementación del sistema IoT permitirá mantener niveles óptimos de oxígeno disuelto, reduciendo el estrés ambiental y mejorando la sobrevivencia de los camarones (Espinoza, Torres, & Moreno, 2024).

Aumenta la rentabilidad y eficiencia productiva:

La tecnología propuesta busca incrementar de 60% hasta 90% el rendimiento del cultivo por ciclo, lo que representa un aumento significativo en la productividad sin necesidad de expandir la infraestructura física existente. Asimismo, se espera una reducción en los costos operativos, lo cual impacta positivamente en la sostenibilidad y rentabilidad de la explotación de camarón (Terreros, 2025).

Aseguramiento de la calidad y cumplimiento normativo:

Una tercera prioridad estratégica es garantizar que el producto final cumpla con los estándares de calidad e inocuidad exigidos por los mercados internacionales. El monitoreo continuo de los parámetros del agua permitirá asegurar condiciones sanitarias adecuadas y facilitará el cumplimiento de normativas locales e internacionales, minimizando riesgos legales y fortaleciendo la reputación de la empresa como productor responsable y tecnificado (Cámara Nacional de Acuacultura, 2022). Estas prioridades reflejan la necesidad de adoptar una visión sistémica del proceso camaronero, en donde la tecnología actúe como habilitador de decisiones informadas, prácticas sostenibles y crecimiento competitivo a largo plazo.

1.5. Indicadores de seguimiento y control

Los indicadores de seguimiento y control en el presente trabajo de titulación son:

Tabla 2

Indicadores de seguimiento y control

Indicador (KPI)	Medida de éxito	Frecuencia	Fuente de información
Incremento del rendimiento neto por ha	≥ 90% por ciclo	Por ciclo productivo	Base histórica vs registros post-implementación
Peso promedio del camarón	≥ 26 gramos	Al cierre del ciclo productivo	Informe técnico de cosecha
Tasa de sobrevivencia del cultivo	≥ 70%	Por ciclo productivo	Conteo técnico de biomasa viva
Biomasa obtenida por hectárea	≥ 6.000 lbs/ha	Por ciclo productivo	Reporte de cosecha y ventas
Factor de conversión alimenticia (FCA)	≤ 1.3	Por ciclo productivo	Control de alimentación y reportes de crecimiento
Reducción de costo por libra	≥ 15%	Por ciclo productivo	Reporte de costos

Rentabilidad	≥ 3 %	Anual	Estados Financieros proyectados
TIR y VAN	TIR ≥ 30% VAN ≥ $0	Anual	Estados Financieros proyectados

Nota. Elaboración propia.

2. Exploración, limitación y formalización de opciones

2.1. Exploración de opciones

La industria dedicada a la explotación camaronera se encuentra constantemente en un proceso de innovación y desarrollo de los sistemas de producción con la finalidad de que sea sostenible y pueda alcanzar mejores niveles de calidad y rendimiento para mantener y mejorar la posición competitiva a nivel mundial (Zúñiga, 2023).

Acorde al sistema de producción aplicado por la camaronera se considera que entre las opciones disponibles existen grandes diferencias entre el número de organismos (densidad), la calidad y cantidad de alimento suministrado. Por ejemplo, si es libre de químicos o usan alimentación orgánica, entonces el camarón tiene un mayor valor nutricional. Por ende, durante el proceso de crecimiento del crustáceo se identifican varios elementos que son aplicados como el tipo de alimento, la densidad de siembra, el nivel de oxígeno disuelto, la temperatura y salinidad del agua.

Existen múltiples opciones para controlar la falta de oxígeno en las piscinas de camarón; no obstante, elegir una o más opciones implica un proceso de evaluación para los directores de la industria debido a que existen grandes diferencias acorde a la ubicación geográfica de la camaronera, factores climáticos, el sistema de producción que utilizan, el tamaño, la especie de camarón, la tecnología y la alimentación.

Una de las variables que mayor impacto tiene en el rendimiento por hectárea de cultivo de camarón es el oxígeno disuelto. Los desajustes de este componente en las camaroneras pueden causar grandes problemas en el engorde y hasta la muerte que se traduce en una pérdida para la empresa. Entre los principales factores asociados a este problema se localiza las lluvias dado que disminuyen la temperatura y la salinidad del agua, el aumento de la carga orgánica y problemas en la aireada de las piscinas.

Tabla 3

Alternativas evaluadas para el proyecto

Alternativas	Información Relevante	Inversión Inicial

Alternativa 1: Aireadores a diésel **Alternativa 2:** Aireadores Eléctricos **Alternativa 3:** Aireadores Paneles Solares	▪ Inversión inicial ▪ Vida útil ▪ Plan de mantenimiento ▪ Uso de sensores IoT y sistemas de monitoreo remoto ▪ Activos adicionales	▪ Implementación de infraestructura ▪ Equipos e insumos ▪ Costos y gastos de operación ▪ Plan de implementación y capital de trabajo

Nota. Elaboración propia.

La identificación de una solución tecnológica adecuada para optimizar el monitoreo de oxígeno disuelto en una camaronera pequeña exige el análisis comparativo de distintas alternativas, considerando variables como el nivel de automatización, los costos de inversión y operación, la disponibilidad de tecnología en el mercado local y la capacidad técnica de los operarios. En el contexto productivo de la camaronera en estudio, se han identificado tres alternativas viables de inversión, con diferentes niveles de sofisticación tecnológica:

Alternativa 1: Aireadores de rueda de paletas con múltiples impulsores de motor diésel

Los aireadores de rueda de paletas con múltiples impulsores de motor diésel es un equipo de suma relevancia en la camaronera debido a que contribuye a la generación de corrientes de agua que mejoran la oxigenación y circulación en todas las áreas de la piscina. Promueve un menor uso de energía eléctrica, un mayor uso de mano de obra y menor costo de inversión en comparación a otro tipo de aireadores.

Figura 5

Aireadores de rueda de paletas con múltiples impulsores de motor diésel



Nota. Aireadores de rueda de paletas (motor "Teco" fabricado en "Taiwán" según ISO9001/ISO14001), inyectores de aire, alimentadores automáticos, sopladores de raíces/anillos (ISO9001) y bombas de agua (ISO9002).

Acorde a los datos técnicos se necesitan por cada hectárea de cultivo un aireador de rueda de paletas con múltiples impulsores de motor diésel. Se necesita un tanque de diésel de 10.000 galones para que sirva como repositorio de emergencia, ideal para cultivo semi-intensivo.

Alternativa 2: Aireadores eléctricos con sensores de medición de oxígeno disuelto con panel solar

Luego de realizar una investigación sobre los equipos disponibles en el mercado local se propone la implementación de aireadores de 8 PADDLE WHEEL ELECTRIC LONG ARM AERATOR con sensores de medición OD con panel solar y conexión de emergencia tipo eléctrico. Según la información técnica se necesitan 2 aireadores por hectárea, línea alta con capacidad de 440 voltios de energía, un cajetín eléctrico por cada 10 aireadores, 4 equipo de monitoreo y sensor por cada hectárea y un panel solar por cada dos sensores de monitoreo de OD.

Figura 6

Aireadores Eléctricos con sensores de medición OD con panel solar



Nota. Aireadores de 8 PADDLE WHEEL ELECTRIC LONG ARM AERATOR. fueron los primeros aireadores eléctricos en considerar los distintos factores que influyen en el Ecuador en el cultivo de camarón, Dinatek Ecuador.

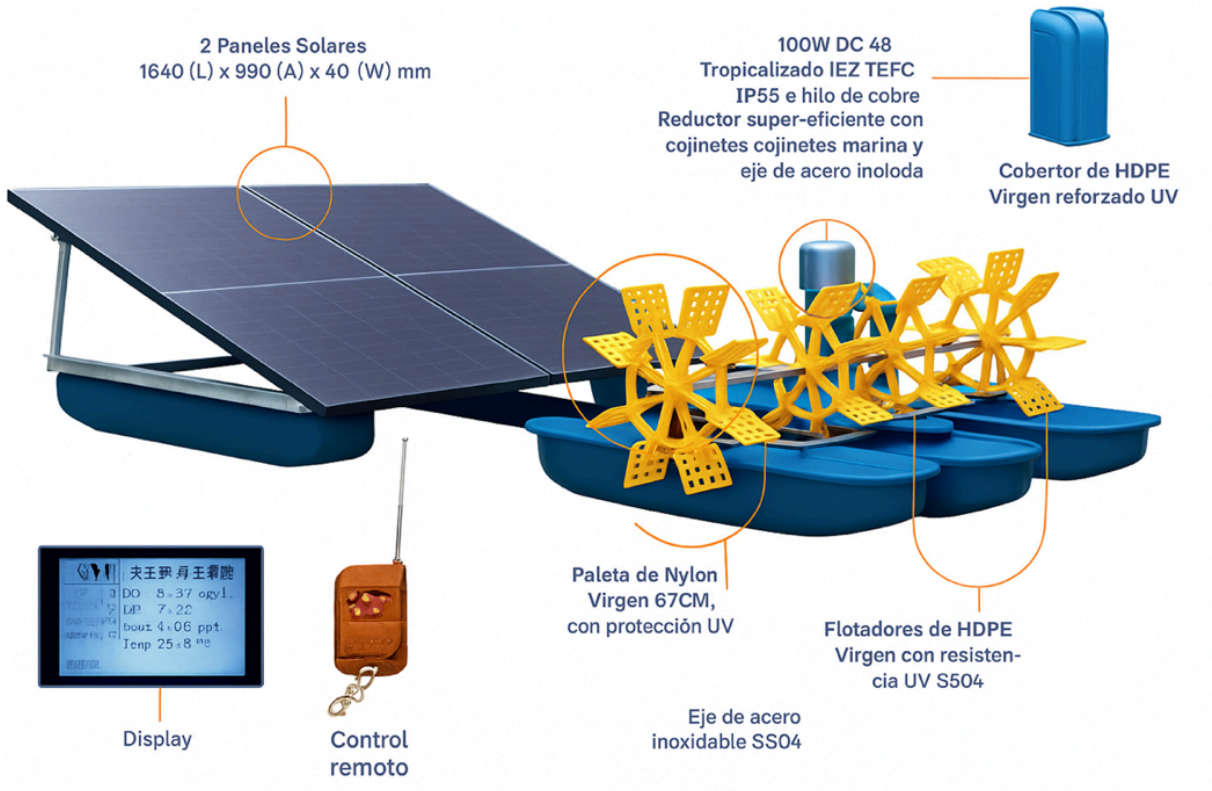
Se propone un sistema de gestión para piscinas que permite el monitoreo en tiempo real, proporciona datos y con ello se puede mejorar el éxito general y la competitividad de la camaronera. Se considera que con esta alternativa se es eficiente en costo, lo que significa un ahorro de dinero.

Alternativa 3: Aireadores con paneles solares

Los aireadores ZUZU® se utiliza en cultivo semi-intensivo, cuando existe una necesidad real para controlar el nivel de oxígeno en las piscinas de camarón. La implementación de este equipo permite aumentar la productividad. Incluye un controlador solar multifuncional equipado con pantalla LCD, que permite la visualización en tiempo real de parámetros clave como el voltaje, la corriente, el nivel de carga de la batería y la hora.

Figura 7

Aireadores con paneles solares



Nota. Aireadores Modelo ZUZU SY-SLCD – Monofásico importado por Dinatek Ecuador.

Además, ofrece siete modos de funcionamiento programables, que son: modo de carga, modo de control de luz, modo de control de luz y retardo de tiempo, modo de control universal, modo de control manual y modo de control de tiempo, que ayudan a un óptimo funcionamiento de los equipos. Se necesitan dos aireadores por cada hectárea y un panel solar por cada aireador.

2.2. Delimitación de opciones

Para garantizar la viabilidad de la solución a implementar, se han establecido criterios de delimitación que permiten descartar opciones incompatibles con la realidad operativa y financiera de la camaronera. Entre los factores más relevantes se incluyen:

- **Ubicación geográfica y acceso a infraestructura básica**, como energía eléctrica estable o conectividad móvil.
- **Condiciones climáticas y características del entorno productivo**, que influyen en la variación de parámetros críticos como temperatura, salinidad y oxigenación del agua.
- **Tamaño de la camaronera y técnica de cultivo utilizada**, en este caso se plantea pasar de un sistema extensivo a uno semi-intensivo.
- **Capacidad de inversión y flujo de caja disponible**, considerando el análisis financiero de los últimos años.

- **Disponibilidad de tecnología en el mercado local y soporte técnico**, para garantizar la continuidad operativa y facilidad de mantenimiento del sistema.
- **Facilidad de adopción por parte del personal operativo**, considerando su nivel actual de capacitación en herramientas digitales.

Con base en estos criterios, se priorizan soluciones de mediano a alto costo, que sean escalables, fáciles de operar y que representen un beneficio tangible en productividad, eficiencia y sostenibilidad.

Se establece que la opción seleccionada debe fundamentarse en las condiciones físicas de la camaronera. Así como la técnica de cultivo y el plan de alimentación que se aplica. Dentro de estos la oxigenación adecuada es un factor clave para mantener la salud y el bienestar de los camarones en las piscinas. Como establece la literatura consultada en el presente estudio los niveles bajos de oxígeno pueden afectar negativamente el crecimiento y la sobrevivencia de los camarones, lo que puede resultar en pérdidas económicas significativas para los productores.

2.3. Formalización de opciones

Las alternativas propuestas se formalizan a continuación como opciones válidas de inversión para la mejora del sistema productivo:

Tabla 4

Formalización de opciones

Alternativa	Tecnología principal	Inversión estimada (USD)	Nivel de automatización	Ventajas	Limitaciones
Aireadores de rueda de paletas con múltiples impulsores de motor diésel DAF 10	Aireadores motor diésel requiere Oxígenometro control manual MO. 1 por hectárea.	Inversión para operar 5 años: $2.777.125	Baja	Menor consumo de energía y menos costo de inversión. Para zonas donde no hay energía eléctrica y para uso de emergencia.	Riesgo de errores humanos. Contaminación del agua por combustible y aceites de motor.
Aireadores Eléctricos con sensores de medición OD con panel solar.	Aireadores eléctricos 8 PADDLE WHEEL ELECTRIC LONG ARM combinados con sensores de medición OD con panel solar. 2 por hectárea.	Inversión para operar 5 años: $1.579.765	Media	Reacción más rápida ante riesgos.	Requiere capacitación. Depende de conectividad básica. Con capacidad para 150 hectáreas en caso de emergencia para 72 horas.
Aireadores con Paneles Solares.	Aireadores Modelo ZUZU SY-SLCD – Monofásico con panel solar. 2 por hectárea.	Inversión para operar 5 años: $1.436.438	Alta	Control remoto. Análisis predictivo. Eficiencia energética.	Requiere soporte técnico más avanzado.

Nota. Comparativo de opciones de aireadores disponibles en Ecuador.

La propuesta debe implementarse al sistema productivo actual que es extensivo para convertirlo en semi-intensivo, respetando la metodología actual de producción, basada en medición manual del oxígeno disuelto mediante oxigenómetros portátiles. Aunque representa una menor inversión inicial, esta opción exige un alto nivel de intervención operativa y presenta limitaciones importantes en cuanto a precisión, eficiencia energética y capacidad de respuesta ante condiciones adversas.

Debe integrar sensores inalámbricos que permitan monitorear en tiempo real el nivel de oxígeno disuelto en el agua. Estos sensores se conectan a dispositivos móviles o plataformas locales, permitiendo decisiones más rápidas y precisas. Aunque requiere una inversión superior, representa un avance significativo en eficiencia y reducción de riesgos operativos.

Además, se recomienda incluir el uso de aireadores como tecnología que ayuda al control de la calidad del ecosistema y que actualmente son poco utilizados en la industria. Estos pueden incluir sensores multiparamétricos, aireadores inteligentes y una plataforma digital que permite el monitoreo, análisis y control automatizado del ecosistema de cultivo.

Aunque la tecnología de paneles solares es la opción más amigable con el medio ambiente se encuentra en desarrollo y requiere una mayor inversión y un costo de mantenimiento más costoso. Se dice que ofrece un retorno más alto y sostenido en el tiempo, pero es poco aplicable para las pequeñas camaroneras.

Se debe recordar que las alternativas han sido planteadas con base en criterios técnicos, económicos y de escalabilidad, y se orientan a resolver la problemática identificada sin comprometer la viabilidad financiera del proyecto.

3. Análisis y valoración de las alternativas

Para determinar la viabilidad de las opciones identificadas, se realiza un análisis comparativo de las tres alternativas desde los enfoques financiero, técnico y estratégico. Este análisis considera la inversión inicial, los beneficios esperados (productividad, reducción de pérdidas y eficiencia energética), así como los indicadores financieros de retorno: Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR).

3.1. Comparativo de inversión estimada

Cabe señalar que las tecnologías propuestas cumplen la misma función como aireadores, pero los parámetros de comparación se enfocan en las necesidades particulares de la camaronera, que busca implementar un sistema semi-intensivo en 129 hectáreas disponibles para la explotación, responsable con el medio ambiente y con enfoque de automatización de procesos claves para controlar el nivel de OD.

Tabla 5

Presupuesto de inversión inicial y funcionamiento por 5 años

Elemento	Alternativa 1 Diésel	Alternativa 2 Eléctrico + Sensores IoT	Alternativa 3 Panel Solar
Viada Útil	5 años	5 años	5 años
Aireadores	$289.218	$213.108	$215.430
Tanque de Almacenamiento diésel	$10.000	$3.000	$0
Planta eléctrica generador 425kva	$0	$80.000	$0
Software y hardware	$0	$80.000	$0
Sistema Eléctrico	$0	$209.000	$80.000
Baterías Paneles	$0	$0	$517.032
Instalación y montaje	$51.600	$129.000	$129.000
Total, inversión inicial equipos	**$350.818**	**$714.108**	**$941.462**
Mano de obra adicional (5 años)	$93.250	$46.625	$93.250
Mantenimiento (5 años)	$196.837	$131.225	$336.726
Consumo de diésel (5 años)	$2.136.220	$45.776	$0
Consumo de energía eléctrica (5 años)	$0	$637.031	$60.000
Certificaciones o sello ambiental	$0	$5.000	$5.000
Total inversión capital de trabajo 5 años (USD)	**$2.426.307**	**$865.657**	**$494.976**
Total Inversión para operar 5 años	**$2.777.125**	**$1.579.765**	**$1.436.438**

Nota. Comparativo de inversión inicial opciones de aireadores disponibles en Ecuador.

Aunque la alternativa 1 (diésel) presenta la menor inversión inicial, su estructura operativa genera un impacto económico elevado. Los costos por consumo de diésel durante cinco años ascienden a $2.136.220, lo que representa más del 80% del costo total operativo, volviendo inviable su sostenibilidad. Adicionalmente, el riesgo ambiental derivado de la combustión fósil y la alta dependencia de mano de obra incrementan el costo oculto del sistema.

Por otro lado, la alternativa 3 (paneles solares), a pesar de su promesa de eficiencia energética, presenta una inversión inicial muy alta ($941.462) y altos costos de mantenimiento correctivo debido al desgaste acelerado de los paneles y la necesidad de repuestos importados. Si bien tiene un VAN positivo ($225.906,21), su viabilidad práctica para una pequeña camaronera se ve comprometida por la necesidad de infraestructura avanzada, soporte técnico especializado y escasa disponibilidad local de piezas de reemplazo. Además, su aplicabilidad se limita en escenarios con baja radiación o alta nubosidad.

La alternativa 2, al integrar sensores IoT con aireadores eléctricos, equilibra inversión inicial, eficiencia operativa y sostenibilidad ambiental. Presenta una TIR sólida (31,74%), costos controlables, y permite mejorar la productividad en al menos 90%, cumpliendo con todos los criterios de escalabilidad, automatización, retorno y replicabilidad. Esto convierte a la alternativa 2 en una opción más eficiente y sostenible en el mediano plazo.

Además, esta alternativa ofrece el mejor balance entre automatización, eficiencia productiva y retorno económico: con un TIR estimado de 31,74% y un VAN de $210.231,39, supera la tasa mínima requerida del 30%. En términos estratégicos, su capacidad de monitoreo en tiempo real, reducción de riesgos por fallas humanas y trazabilidad en procesos críticos fortalece la competitividad de la camaronera en estudio.

3.2. Indicadores financieros y técnicos proyectados (a 5 años)

Tabla 6

Comparación de impacto financiero-operativo entre alternativas

Alternativa	Inversión Inicial (USD)	Costo Operativo 5 años (USD)	Inversión Total 5 años (USD)	TIR (%)	VAN (USD)
1 Aireadores a diésel	$350.818	$2.426.307	$2.777.125	22.93%	$30.088
2 Aireadores Eléctrico + IoT	$714.108	$865.657	$1.579.765	**31.74%**	**$210.231**
3 Aireadores Paneles Solares	$941.462	$494.976	$1.436.438	29.11%	$225.906

Nota. Elaboración propia.

La alternativa 2 no solo destaca por sus resultados financieros, sino también por su viabilidad técnica y operativa. Su escalabilidad permite ampliar el sistema de

manera modular; es fácilmente mantenible con soporte local y bajo entrenamiento; y se adapta a la infraestructura existente de la camaronera en estudio sin requerir transformaciones profundas.

Tabla 7

Comparativo Técnico-Productivo por alternativa

Indicador / Alternativa	Alternativa 1 Diésel	Alternativa 2 Eléctrico + IoT	Alternativa 3 Paneles Solares
Incremento del rendimiento neto por ha	≥ 90%	≥ 90%	≥ 90%
Tasa de sobrevivencia	≥ 70%	≥ 70%	≥ 70%
Factor de Conversión Alimenticia (FCA)	1,60 (con optimización progresiva hacia 1,30)	1,60 (con optimización progresiva hacia 1,30)	1,60 (con optimización progresiva hacia 1,30)
Peso promedio del camarón	≥ 26 g	≥ 26 g	≥ 26 g
Monitoreo en tiempo real del OD	No	Sí, en tiempo real	Parcial

Nota. Elaboración propia.

La alternativa de aireadores eléctricos con sensores IoT a diferencia del sistema de paneles solares, que requiere condiciones climáticas específicas, o del sistema diésel, que depende de la disponibilidad de combustibles fósiles y mano de obra, es la opción que se alinea plenamente con la capacidad operativa de la camaronera, el personal disponible y con una estrategia de crecimiento basada en sostenibilidad e innovación progresiva que busca llegar a una producción intensiva en el largo plazo.

3.3. Valoración estratégica

La alternativa 1 representa una solución de bajo riesgo y menor inversión inicial, pero con un retorno limitado, mayor esfuerzo operativo y alta dependencia de supervisión humana. Al realizar la proyección a cinco años los resultados son los siguientes:

La Tasa Interna de Retorno es de 22,93%, inferior a la esperada que acorde a las condiciones de la industria camaronera el TIR era del 30%. Un Valor Actual Neto Positivo de $30.088,23. La rentabilidad proyectada en el año 5 es del 3%. El uso de aireadores a motores a diésel mejora el tratamiento del agua y los niveles de OD, lo que genera una menor tasa de FCA que puede alcanzar hasta 1,30. También se mejora el rendimiento por hectárea en proporción ≥ 90%. El peso del camarón es

otra variable que se ve impactada por la propuesta y puede aumentar hasta 26 gramos con una tasa de sobrevivencia ≥ 70%.

La alternativa 2 ofrece un buen balance entre costo y beneficio. Es ideal si se desea avanzar hacia la digitalización sin comprometer demasiados recursos financieros. Es la opción seleccionada. Las proyecciones a cinco años brindan los siguientes resultados:

La Tasa Interna de Retorno es de 31,74%, superior a la TIR deseada por los directivos que era del 30% y mayor a la otorgada por la alternativa 1. Un Valor Actual Neto Positivo de $210.231,39. La rentabilidad proyectada en el año 5 es del 6% y supera las expectativas iniciales con 3 puntos porcentuales. Además, que el uso de aireadores eléctricos con sensores de monitoreo en tiempo real es la más segura para la operación dado que brinda datos reales y confiables que contribuye a mantener en óptimas condiciones las piscinas con relación a la calidad del agua y los niveles de OD, lo que genera una menor tasa de FCA que puede alcanzar hasta 1,30. También se mejora el rendimiento por hectárea en proporción ≥ 90%. El peso del camarón es otra variable que se ve impactada por la propuesta y puede aumentar hasta 26 gramos con una tasa de sobrevivencia ≥ 70%.

La alternativa 3, aunque requiere una inversión superior, es la opción con mayor impacto positivo ambiental, además de ser escalable y replicable a otros cultivos o ciclos. Los datos proyectados a cinco años presentan los siguientes resultados:

La Tasa Interna de Retorno es de 29,11%, inferior a la esperada que acorde a las condiciones de la industria camaronera el TIR era del 30%. Un Valor Actual Neto Positivo de $225.906,21. La rentabilidad proyectada en el año 5 es del 2% y no supera las expectativas iniciales por 1 punto porcentual. Además, que el uso de aireadores con paneles solares es la que más contribuye con el cuidado del medioambiente y contribuye con la mejora del tratamiento del agua y los niveles de OD, lo que genera una menor tasa de FCA que puede alcanzar hasta 1,30. También se mejora el rendimiento por hectárea en proporción ≥ 90%. El peso del camarón es otra variable que se ve impactada por la propuesta y puede aumentar hasta 26 gramos con una tasa de sobrevivencia ≥ 70%.

Con base en el análisis realizado, se recomienda optar por la Alternativa 2: Aireadores Eléctricos + Sensores IoT, debido a que tiene un TIR mayor, superando el valor esperado del 30%. Además, que es la única opción que permite un control automatizado y en tiempo real de múltiples parámetros del agua, con alertas y reportes históricos de OD. Eso genera un impacto positivo en los indicadores productivos clave como el peso del camarón, tasa de sobrevivencia y eficiencia del FCA.

Finalmente se establece que la opción seleccionada mejora la toma de decisiones operativas, facilita la trazabilidad del proceso y cumple con estándares internacionales de calidad y sostenibilidad. Es decir que tiene mejor desempeño financiero y representa la mejor opción en términos de escalabilidad, facilidad de mantenimiento, adaptabilidad al entorno y alineación con la capacidad técnica del

personal. Esa integración de criterios estratégicos y técnicos brinda mayor fuerza a la decisión tomada.

Tabla 8

Análisis de Pros y Contras de las alternativas

Alternativa a Utilizar	Pros	Contras
1 Aireadores a diésel	Ideales para zonas rurales o remotas donde no hay electricidad disponible. Pueden manejar grandes volúmenes de agua, lo que los hace útiles en estanques de gran tamaño. Al ser generalmente montados sobre plataformas o flotadores, pueden moverse fácilmente entre diferentes cuerpos de agua. Pueden operar largas horas mientras haya suficiente diésel, sin preocuparse por apagones eléctricos.	El precio del diésel puede ser elevado y volátil, lo que incrementa los costos a largo plazo. Generan gases de escape que contribuyen a la contaminación del aire y al cambio climático. Suelen ser ruidosos, lo que puede ser un problema en zonas sensibles o cerca de comunidades. Requieren cambios de aceite, filtros, limpieza y revisiones periódicas del motor. El manejo de combustible conlleva riesgos de incendios o derrames si no se manipula adecuadamente. El motor de combustión puede desgastarse más rápido que los sistemas eléctricos si no se le da mantenimiento riguroso.
2 Aireadores Eléctrico + IoT	Monitoreo remoto en tiempo real de parámetros como oxígeno disuelto, temperatura, consumo eléctrico, y más desde una app o plataforma web. Se pueden programar para encenderse/apagarse automáticamente según las condiciones del agua, lo que ahorra energía y optimiza el oxígeno. Los motores eléctricos suelen ser más eficientes que los de combustión. Además, la IoT ayuda a evitar funcionamiento innecesario. El sistema puede enviar alertas ante fallas o caídas de rendimiento, y anticiparse a necesidades de mantenimiento. No emite gases contaminantes y su operación es silenciosa en comparación con los de diésel.	Requiere una red eléctrica estable y, en algunos casos, buena cobertura de internet o red celular. Operadores deben saber usar plataformas digitales y entender conceptos básicos de red y monitoreo remoto. Riesgo potencial de fallos por ciberataques o errores en la red si no se protegen adecuadamente.

	Puede conectarse con sensores meteorológicos, paneles solares, o sistemas de gestión de granjas acuícolas.	
3 Aireadores Paneles Solares	Una vez instalado, el aireador funciona sin costo de electricidad ni combustible. No emite contaminantes, ni ruido significativo, ideal para operaciones ecológicas o certificadas. No depende de la red eléctrica ni del suministro de combustible, útil en zonas remotas o rurales. Muy valorados en sistemas de acuicultura orgánica o sostenible.	El precio de los paneles, baterías y electrónica de control puede ser elevado en mercados como el ecuatoriano. Su desempeño baja en días nublados o en regiones con baja radiación solar. Los paneles requieren limpieza frecuente y las baterías tienen vida útil limitada. Requiere conocimientos técnicos para dimensionar adecuadamente el sistema solar y montarlo correctamente.

Nota. Elaboración propia.

4. Evaluación de riesgos de la alternativa seleccionada

Para la evaluación de riesgos de la alternativa seleccionada se propone un análisis de factores internos y externos FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) como primer paso y; posteriormente, se elabora una matriz de riesgo estratégica acorde a la situación real de la propuesta.

Tabla 9

Matriz FODA al implementar la alternativa 2.

FORTALEZAS (F)	DEBILIDADES (D)
F1. Afluente natural de rio favorece la circulación del agua en la camaronera. F2. Aumentan la tasa de sobrevivencia de los camarones. F3. Tecnología con disponibilidad de repuestos y servicio técnico en el mercado. Fácil mantenimiento y operación. F4. Alta eficiencia en oxigenación y mezcla del agua. Diseñados para trabajo continuo.	D1. Dependencia total de electricidad que genera un consumo energético considerable y riesgo de fallos por insuficiencia energética. D2. Poco conocimiento del funcionamiento de la tecnología por parte del personal de operaciones de la camaronera. D3. Requiere una fuente eléctrica confiable o generador para funcionar en caso de cortes de energía. D4. No es un sistema 100% automatizado.
OPORTUNIDADES (O)	**AMENAZAS (A)**

O1. Innovaciones tecnológicas que mejoran eficiencia energética (motores más eficientes, controladores automáticos). O2. Programas de subsidio o apoyo técnico del gobierno o cooperativas. O3. Crecimiento del mercado de exportación de camarón, que demanda mayor tecnificación. O4. Integración con sensores IoT para controlar encendido automático según niveles de oxígeno.	A1, Robo o vandalismo de equipos en campo. A2. Interrupciones eléctricas o conectividad inestable A3. Fallas en sensores o software de monitoreo.

Nota. Análisis de factores internos y externos FODA. Elaboración propia.

Con relación a las debilidades y amenazas, se propone la siguiente metodología de gestión de riesgos, donde se presentan las siguientes matrices de probabilidad, impacto y niveles de riesgo.

Tabla 10

Matriz de probabilidad de ocurrencia

Descripción	**Nivel**	**Valor**
Es **casi imposible** que el riesgo ocurra.	Muy bajo	1
Es **poco posible** que el riesgo ocurra.	Bajo	2
Es **probable** que el riesgo ocurra.	Medio	3
Es **muy posible** que el riesgo ocurra.	Alto	4
Es **casi seguro** que el riesgo ocurra.	Muy alto	5

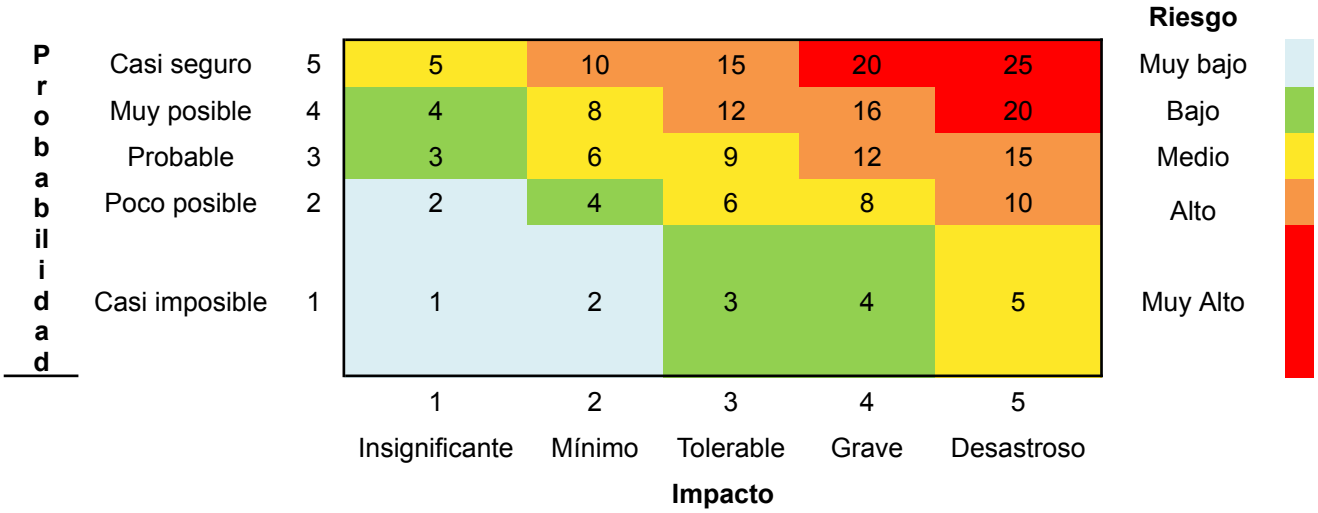
Nota. Elaboración propia.

Tabla 11

Matriz de impacto

Descripción	**Nivel**	**Valor**
Las consecuencias de la ocurrencia del riesgo son **insignificantes**.	Muy bajo	1

Las consecuencias de la ocurrencia del riesgo son **mínimas**.	Bajo	2



Las consecuencias de la ocurrencia del riesgo son **tolerables**.	Medio	3
Las consecuencias de la ocurrencia del riesgo son **graves**.	Alto	4
Las consecuencias de la ocurrencia del riesgo son **desastrosas**.	Muy alto	5

Nota. Elaboración propia.

Tabla 12

Calificación Matriz de Riesgo

Nota. Elaboración propia.

A partir de las debilidades y amenazas se justifica la siguiente matriz de riesgo:

Tabla 13

Matriz de riesgos de la alternativa seleccionada.

Riesgo identificado	Probabilidad	Impacto	Clasificación	Plan de mitigación propuesto
D1. Dependencia total de electricidad que genera un consumo energético considerable y riesgo de fallos por insuficiencia energética.	3	4	**Alto**	Contrato de mantenimiento preventivo con proveedor; respaldo de datos en la nube; sensores de respaldo.

D2. Poco conocimiento del funcionamiento de la tecnología por parte del personal de operaciones de la camaronera.	4	3	**Alto**	Programa de capacitación técnica y acompañamiento continuo durante los primeros ciclos por parte de los proveedores.
D3. Requiere una fuente eléctrica confiable o generador para funcionar en caso de cortes de energía.	3	3	**Medio**	Instalación de UPS o planta eléctrica; sistema de almacenamiento local de datos en caso de desconexión.
D4. No es un sistema 100% automatizado.	2	2	**Bajo**	Presupuesto reservado para contingencias; contrato de soporte técnico anual con cada proveedor.
A1, Robo o vandalismo de equipos en campo.	2	4	**Medio**	Uso de cajas de seguridad para sensores; cámaras de vigilancia y delimitación del área operativa.
A2. Interrupciones eléctricas o conectividad inestable	3	4	**Alto**	Plan de manejo contingencias y monitoreo técnico continuo.

Nota. Elaboración propia.

La implementación de tecnología IoT en sistemas acuícolas implica transitar de una lógica operativa tradicional hacia una cultura basada en datos. Por ello, el plan de mitigación no se limita a aspectos técnicos, sino que también considera:

- **Gestión del cambio organizacional** mediante formación, motivación y reconocimiento al personal por el uso adecuado de la herramienta.
- **Acuerdos con proveedores tecnológicos locales** para asegurar soporte continuo y repuestos.
- **Evaluaciones periódicas del sistema** durante los primeros tres ciclos productivos, a fin de realizar ajustes tempranos.
- **Integración del sistema con protocolos de bioseguridad y manejo ambiental** lo cual fortalece la sostenibilidad del modelo productivo.

Plan de Contingencia para Sistema Semi-Intensivo de Cultivo de Camarón (129 Hectáreas) con Aireadores Eléctricos + Sensores IoT:

1) **Contingencia por Corte de Energía Eléctrica**

Problema: Fallo en el suministro eléctrico que afecte el funcionamiento de los aireadores y otros equipos críticos.

Acciones:

- **Contar con generadores de respaldo:** Tener generadores de energía disponibles para asegurar que la aireación y otros sistemas continúen funcionando. Disponer de diésel suficiente.
- **Mantenimiento preventivo de generadores:** Asegurarse de que los generadores estén en óptimas condiciones, con combustible suficiente y repuestos a la mano.
- **Monitoreo remoto:** Implementar sistemas de monitoreo remoto que avisen sobre cortes de energía.
- **Contratar servicio de energía de emergencia:** Si la electricidad es crítica, tener un contrato con una empresa que proporcione energía temporal en caso de emergencias.

2) Contingencia por Problemas de Calidad de Agua

Problema: Alteraciones en la calidad del agua (oxígeno disuelto, pH, amoníaco, etc.) que afecten la salud de los camarones.

Acciones:

- **Monitoreo constante:** Instalar sensores automáticos para el monitoreo continuo de parámetros críticos como oxígeno disuelto, pH, salinidad, amoníaco y temperatura.
- **Equipos de recambio de agua:** Asegurarse de que los sistemas de recambio de agua estén operativos para diluir concentraciones altas de amoníaco u otros contaminantes.
- **Aireación adicional:** Tener equipos adicionales de aireación listos para ser instalados en caso de que se detecten niveles bajos de oxígeno.
- **Tratamientos de emergencia:** Disponer de tratamientos como peróxido de hidrógeno o productos específicos para aumentar el oxígeno disuelto rápidamente.

- **Capacitación del personal:** Entrenar al personal para que puedan identificar problemas de calidad de agua rápidamente y tomar las medidas adecuadas.

3) **Contingencia por Condiciones Meteorológicas Adversas (Tormentas y Sequías).**

Problema: Condiciones climáticas extremas que puedan alterar el funcionamiento del sistema o dañar la infraestructura.

Acciones:

- **Refugios y protecciones:** Asegurarse de que las instalaciones y los equipos sensibles (aireadores, generadores, etc.) estén protegidos contra tormentas. Puede incluir mallas de protección o cobertores para evitar daños por vientos fuertes.
- **Monitoreo meteorológico constante:** Implementar un sistema para el monitoreo en tiempo real de las condiciones meteorológicas, incluyendo alertas tempranas de tormentas o ausencia de lluvias.
- **Preparación para sequías:** Mantener sistemas de almacenamiento de agua alternativos o acuerdos con proveedores de agua en caso de sequía prolongada.
- **Respaldo de equipos:** Tener aireadores adicionales y generadores de energía para garantizar que el sistema no quede vulnerable durante las tormentas.
- **Planes de evacuación:** Preparar un plan de evacuación de personal y equipos en caso de que las condiciones meteorológicas sean graves.

5. Desarrollo del plan de implementación

La implementación del sistema de aireadores eléctricos y sensores inteligentes de monitoreo y control del oxígeno disuelto se organizará en fases estratégicas, siguiendo una lógica de ejecución progresiva que permita preparar el entorno operativo, instalar la tecnología y asegurar su correcto funcionamiento en

condiciones reales de cultivo. El plan contempla una duración estimada de 16 semanas (4 meses) para su ejecución inicial, sin afectar el desarrollo de los ciclos productivos regulares en las 129 hectáreas.

Luego de realizar una investigación sobre los equipos disponibles en el mercado local se propone la implementación de aireadores de 8 PADDLE WHEEL ELECTRIC LONG ARM AERATOR con sensores de medición OD con panel solar y conexión de emergencia tipo eléctrico. Según la información técnica se necesitan un sistema que incluye 2 aireadores eléctricos con un sistema de monitoreo y sensor de OD por hectárea, línea alta con capacidad de 440 voltios de energía. De esa forma se implementa el sistema de gestión para piscinas que permite el monitoreo en tiempo real, proporciona datos y con ello se puede mejorar el éxito general y la competitividad de la camaronera en estudio.

Fase 1: Preparación del entorno (Semana 1 a 4).

Objetivo: Garantizar las condiciones físicas, logísticas y operativas necesarias para la instalación del sistema.

Actividades:

- Evaluación de infraestructura eléctrica y red de distribución de aireadores.
- Delimitación de las áreas donde se instalarán sensores.
- Compra de equipos y materiales (sensores, plataforma digital, aireadores, UPS).
- Coordinación con proveedores y contratistas locales.

Responsables: Jefe técnico de camaronera, compras y técnicos de tecnología.

Fase 2: Instalación del sistema (Semana 5 a 8)

Objetivo: Ejecutar la instalación física de los sensores y sistemas de aireación, así como la integración digital.

Actividades:

- Montaje de sensores multiparamétricos OD en puntos estratégicos de las piscinas.
- Instalación y configuración de la plataforma de monitoreo.
- Pruebas iniciales de transmisión y almacenamiento de datos.
- Integración de software con dispositivos móviles o PCs locales.

Responsables: Jefe técnico de camaronera y técnicos de tecnología.

Fase 3: Calibración, capacitación y pruebas piloto (Semana 9 a 12).

Objetivo: Asegurar la operatividad y precisión del sistema mediante pruebas de campo y capacitación del personal.

Actividades:

- Calibración de sensores (oxígeno, temperatura, pH).
- Simulación de variaciones ambientales para testeo de alertas.
- Capacitación a operarios sobre interpretación de datos y toma de decisiones.
- Validación del sistema en un ciclo corto de prueba (mini ciclo técnico).

Responsables: Jefe técnico de camaronera y técnicos de tecnología.

Fase 4: Ajustes para la operación de ciclo productivo (Semana 13 a 16)

Objetivo: Integrar completamente el sistema en las operaciones regulares y comenzar el monitoreo oficial del primer ciclo completo.

Actividades:

- Inicio de monitoreo en tiempo real con reportes diarios/semanales.
- Ajustes semiautomáticos en el uso de aireadores según nivel de oxígeno.
- Seguimiento de KPIs definidos: OD, sobrevivencia, FCA, rendimiento.
- Evaluación inicial del desempeño y retroalimentación.

Responsables: Jefe técnico de camaronera, parametrista y técnicos de tecnología.

Tabla 14

Plan de implementación de la propuesta

Fases	Actividad	Responsable	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4			
			Semanas				Semanas				Semanas				Semanas			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Fase 1: Preparación del entorno	Evaluación de infraestructura eléctrica y red de distribución de aireadores.	Jefe técnico de camaronera y técnicos de tecnología.																
	Delimitación de las áreas donde se instalarán sensores.	Jefe técnico de camaronera y técnicos de tecnología.																
	Compra de equipos y materiales (sensores, plataforma digital, aireadores, UPS).	Compras																
	Coordinación con proveedores y contratistas locales.	Compras																
Fase 2: Instalación del sistem	Montaje de sensores multiparamétricos OD en puntos estratégicos de las piscinas.	Jefe técnico de camaronera y técnicos de tecnología.																
	Instalación y configuración de la plataforma de monitoreo.	Jefe técnico de camaronera y técnicos de tecnología.																
	Pruebas iniciales de transmisión y almacenamiento de datos.	Jefe técnico de camaronera y técnicos de tecnología.																
	Integración de software con dispositivos móviles o PCs locales	Jefe técnico de camaronera y técnicos de tecnología.																
Fase 3: Calibración, capacitac y pruebas piloto	Calibración de sensores (oxígeno, temperatura, pH).	Jefe técnico de camaronera y técnicos de tecnología.																
	Simulación de variaciones ambientales para testeo de alertas.	Jefe técnico de camaronera y técnicos de tecnología.																
	Capacitación a operarios sobre interpretación de datos y toma de decisiones.	Jefe técnico de camaronera y técnicos de tecnología.																
	Validación del sistema en un ciclo corto de prueba (mini ciclo técnico).	Jefe técnico de camaronera y técnicos de tecnología.																
Fase 4: Ajustes para la operaci ciclo productivo	Inicio de monitoreo en tiempo real con reportes diarios/semanales.	Jefe técnico de camaronera y técnicos de tecnología.																
	Ajustes semiautomáticos en el uso de aireadores según nivel de oxígeno.	Jefe técnico de camaronera y técnicos de tecnología.																
	Seguimiento de KPIs definidos: OD, sobrevivencia, FCA, rendimiento.	Jefe técnico de camaronera y técnicos de tecnología.																
	Evaluación inicial del desempeño y retroalimentación.	Jefe técnico de camaronera y técnicos de tecnología.																

6. Conclusiones y recomendaciones

6.1. Conclusiones

El análisis del caso evidencia que la falta de monitoreo automatizado de parámetros críticos del agua, especialmente el oxígeno disuelto, representa un riesgo operativo significativo. Esta condición afecta el rendimiento por hectárea, eleva la mortalidad y reduce la eficiencia alimenticia del cultivo. Se concluye que la industria camaronera ecuatoriana se encuentra en un punto estratégico de desarrollo, con altos niveles de producción y una creciente demanda internacional. Sin embargo, persisten brechas tecnológicas que afectan principalmente a las pequeñas camaroneras, limitando su competitividad y sostenibilidad.

Por tal motivo, luego de realizar el estudio de las alternativas disponibles de aireadores de rueda de paletas con múltiples impulsores de motor diésel, aireadores eléctricos con sensores de medición de oxígeno disuelto y los aireadores con paneles solares, se selecciona la segunda opción dado que los beneficios esperados y la viabilidad económica presentó un mayor peso frente a las tecnologías de motor a diésel y de paneles solares.

Los aireadores eléctricos con sensores de medición de oxígeno disuelto es una alternativa que se ajusta a la condiciones y necesidades reales de la camaronera, dado que cuenta con acceso a la red energética nacional, lo que facilita la implementación de este tipo de tecnología. Se considera que es la elección apropiada cuando se pretende cambiar de cultivo extensivo a uno de alta densidad, ya que contribuyen a elevar los niveles de oxígeno en Las piscinas, mejorando la productividad, rendimiento y sobrevivencia.

Desde el punto de vista económico, esta alternativa presenta un VAN positivo de $210.231,39 y una TIR del 31,74%, superando el umbral del 30% requerido. Además, permite optimizar el uso energético, reducir pérdidas y mejorar los indicadores clave de producción como el FCA, la sobrevivencia y el peso promedio por ciclo.

Se concluye que elegir aireadores eléctricos con IoT no es simplemente una decisión tecnológica, sino una apuesta por la eficiencia, la sostenibilidad y el control inteligente de los recursos. En un mundo que exige producir más con menos impacto, esta alternativa representa el equilibrio ideal entre innovación, rentabilidad y compromiso ambiental que es una combinación difícil de implementar. Los aireadores eléctricos con IoT emergen como la solución más inteligente: permiten un control preciso y remoto, optimizan el uso de energía mediante automatización, reducen el desperdicio y habilitan la toma de decisiones basada en datos en tiempo real. Esta capacidad no solo reduce los costos

operativos, sino que mejora significativamente la salud del ecosistema acuático, lo que es clave para la productividad y sostenibilidad de cualquier operación acuícola o sistema de tratamiento de aguas. Aunque los aireadores eléctricos representan una solución eficiente, limpia y moderna para la oxigenación en camaronera, en la práctica, existieron varias dificultades para acceder a estos equipos, se considera que puede ser un reto importante para muchos productores. Una de las principales dificultades radica en la limitada disponibilidad local de estos equipos, especialmente en regiones rurales. Los fabricantes se concentran en mercados urbanos o exportan a gran escala, dejando desatendidos nichos como el de camaroneras pequeñas o los proyectos comunitarios. Esto obliga a los usuarios a importar o buscar distribuidores lejanos, lo que incrementa los costos y el tiempo de adquisición.

Elegir el sistema de aireación más adecuado no siempre es una cuestión de comparar fichas técnicas o precios en un catálogo. Cada entorno productivo tiene particularidades únicas: clima, acceso a energía, presupuesto, escala de producción, y capacidades técnicas del equipo humano. En este contexto, un estudio de caso permite observar cómo se comporta cada alternativa en condiciones reales y comparables a las propias. Esta evidencia práctica ayuda a visualizar no solo los beneficios, sino también los retos operativos que no siempre aparecen en la teoría. Permite identificar costos ocultos o beneficios intangibles, como la reducción de mortalidad de peces, la mejora de la calidad del agua, o la facilidad para integrar el sistema con energías renovables. También puede revelar problemas frecuentes, como la escasez de repuestos o la necesidad de capacitación técnica, que no se detectan en una comparación superficial. El análisis permite detectar patrones, validar supuestos y adaptar la tecnología al contexto local.

Finalmente, la implementación del sistema IoT es técnica y financieramente viable, se alinea con las tendencias globales de sostenibilidad, eficiencia e inocuidad alimentaria, requisitos cada vez más valorados por los mercados internacionales. Las líneas de investigación propuestas para el futuro son: Inteligencia Artificial en la operación de pequeñas camaroneras, la gestión de los recursos hídricos y la importación de un buen manejo de parámetros ambientales y los bonos de carbono.

6.2. Recomendaciones

Se recomienda que la implementación de la propuesta se realice de forma escalonada y con acompañamiento técnico, iniciando con una unidad piloto que permita validar el sistema antes de su despliegue completo, tal y como se expone en las 4 fases de ejecución: Fase 1: Preparación del entorno, Fase 2: Instalación del sistema, Fase 3: Calibración, capacitación y pruebas piloto y Fase 4: Ajustes para la operación de ciclo productivo.

Se debe incorporar los indicadores técnicos de producción como parte del monitoreo regular, especialmente peso por ciclo, FCA y biomasa/hectárea, lo cual permitirá validar el impacto directo del sistema en los resultados del negocio en cada etapa. Es necesario reforzar la gestión del cambio en la organización mediante capacitaciones prácticas, incentivos y un enfoque participativo que motive al personal a adoptar nuevas tecnologías con confianza y responsabilidad.

Se recomienda buscar proveedores en zonas urbanas pues concentran proveedores estratégicos que atienden a las pequeñas fincas, acuicultura artesanal o los proyectos comunitarios. Dado que existe una falta de variedad en el mercado nacional: no siempre hay opciones ajustadas a distintas escalas de producción, condiciones técnicas locales (como voltajes específicos), o presupuestos modestos. Esto limita la capacidad de los productores para adoptar soluciones que se ajusten realmente a sus necesidades.

Se debe fortalecer el conocimiento técnico y contar con soporte postventa. Muchos usuarios no encuentran capacitación, repuestos ni servicio técnico local, lo que genera desconfianza o dependencia de proveedores externos. Sin un ecosistema de apoyo, incluso el mejor equipo puede volverse inservible ante una falla menor.

Finalmente, en algunas zonas aún persisten problemas de infraestructura eléctrica: cortes frecuentes, baja calidad de suministro o ausencia total de red eléctrica. Por tal motivo es oportuno que la camaronera pueda establecer alianzas estratégicas con proveedores tecnológicos y centros de investigación acuícola, para asegurar soporte técnico continuo, actualizaciones y formación del personal. De la misma forma debe buscar mecanismos de financiamiento o cofinanciamiento del proyecto, especialmente mediante líneas de crédito agrícola con condiciones preferenciales, como las ofrecidas por BanEcuador u organismos multilaterales.

Referencias

Sánchez-Ulloa, A. P., & Palma-Macías, G. R. (2023). Análisis de las exportaciones de la industria camaronera en la provincia de El Oro, periodo 2020 – 2021. *593 Digital Publisher CEIT, 8*(3), 110-118. Obtenido de https://www.593dp.com/index.php/593_Digital_Publisher/article/view/1654

Panorama Acuícola. (22 de febrero de 2023). *Impacto del internet de las cosas, en el control y monitoreo de los parámetros del agua, para la producción del camarón en Ecuador.* Obtenido de Panorama Acuícola Magazine: https://panoramaacuicola.com/2023/02/22/impacto-del-internet-de-las-cosas-en-el-control-y-monitoreo-de-los-parametros-del-agua-para-la-produccion-del-camaron-en-ecuador/

Flores Mollo, S., & Aracena Pizarro, D. (2018). Sistema de monitoreo remoto de acuicultura en estanques para la crianza de camarones. *Ingeniare, 26*(1), 55-64. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-33052018000500055&script=sci_arttext

Ramirez Acosta, E. M. (2023). Modelo de gestión para procesos de producción de camaroneras en el contexto ecuatoriano mediante IoT. Obtenido de https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/28117/1/UPS-GT005496.pdf

Reyes Reyes, G. N., & Panchana, S. G. (2024). Monitoreo y análisis de los parámetros físicos en los tanques de producción de larvas de camarones aplicando sistemas IoT en el laboratorio "Neptuno Lab" ubicado en Monteverde. Obtenido de https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/12113/1/UPSE-TTE-2024-0007.pdf

Briggs, M. (2009). *Penaeus vannamei.* Obtenido de Food and Agriculture Organization of the United Nations: https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/aquaculture/I1129m/file/es/es_whitelegshrimp.htm

Instituto del Agua. (2024). *Aireadores de Paletas para Acuicultura: Mejorando la Salud y Productividad de tus Cultivos Acuáticos.* Obtenido de Instituto del Agua: https://institutodelagua.es/acuicultura/aireadores-de-paletas-para-acuiculturaacuicultura/

Molina, M. G., & Molina, C. J. (2022). Centro de monitoreo de piscinas de camarones de bajo costo desarrollado con TICS. *STRATEGOS Research Journal, 2*(2), 1-19. Obtenido de https://revistas.ug.edu.ec/index.php/strat/article/view/1824

Espinoza Cruz, P. J., Lucas Aguirre, Y. M., Ramos Mosquera, B., & Alarcón Salvatierra, J. A. (2022). Impacto del internet de las cosas en el control y monitoreo de los parámetros del agua para la producción del camarón de Ecuador. *Pro Sciences: Revista De*

Producción, Ciencias E Investigación, 6(43), 83-92. Obtenido de https://journalprosciences.com/index.php/ps/article/view/523

Sánchez, A., & Palma, G. (2023). *Análisis de las exportaciones de la industria camaronera en la provincia de El Oro, periodo 2020 – 2021* (Primera ed., Vol. 8). Manabí, Ecuador: Universidad Técnica de Manabí . Obtenido de https://www.593dp.com/index.php/593_Digital_Publisher/article/view/1654

Corporación Financiera Nacional. (2024). *Ficha Sectorial Camarón* (Primera ed.). Quito, Ecuador: CFN. Obtenido de https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/2024/07/Ficha-Sectorial-Camar%C2%A2n.pdf

Vilches, F. (2022). *Cámara Nacional de Acuacultura* (Primera ed., Vol. Primero). Guayaquil, Ecuador: Cámara Nacional de Acuacultura. Recuperado el 21 de 01 de 2023, de https://www.cna-ecuador.com/ferias-internacionales/

Zúñiga, C. (2023). *El camarón ecuatoriano batió récord en el 2022 tanto en producción, volumen de exportación y precio.* (Primera ed.). Guayaqul, Ecuador: Grupo El Universo. Recuperado el 01 de 2023, de https://www.eluniverso.com/noticias/economia/estas-son-las-diez-mayores-exportadoras-de-camaron-de-ecuador-el-producto-que-bate-record-nota/

Cámara Nacional de Acuacultura. (2022). *Prácticas de producción y sistemas de control de Ecuador* (Primera ed.). Guayaquil, Ecuador: CNA.

Grupo Corporativo Fajardo. (2020). *Protocolo de Producción de Camarón Blanco* (Tres ed.). Guayaquil, Ecuador: Isca Isla Camaronera.

Espinoza, M., Torres, C., & Moreno, A. (2024). Maximizando la productividad: el papel de los sensores en la acuicultura. *Skretting Aquaculture Innovation*(Boletín #37). Obtenido de https://www.skretting.com/siteassets/fotos-noticias/37-maximizando-la-productividad-el-papel-de-los-sensores-en-la-acuicultura.pdf?v=49eae8

Alcívar, M., & Cobeña, X. (2022). Factores críticos de la gestión de la calidad en la industria del camarón congelado para la exportación de la provincia de Manabí. *593 Digital Publisher CEIT, 7*(4-1), 395-403. Obtenido de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8549571

Vega, E. J. (2024). Optimización de la calidad y gestión integral del camarón ecuatoriano para exportación. Obtenido de https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/16076/E-UTB-FACIAG-%20AGROP-000109.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Echeverría, G. (2022). Análisis técnico-económico para la implementación de un sistema de aireación en camaroneras con sistema de recirculación a baja salinidad. Obtenido de https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/53249/1/T-76780%20Echeverría%20Valero.pdf

Gutiérrez, M., Verduzco, J., García, N., & Villalobos, J. (2018). Prototipo para el monitoreo automatizado de parámetros de calidad del agua en una granja de camarón. *Científica,* *22*(2), 87-95. Obtenido de https://www.redalyc.org/journal/614/61458109001/html/

Cordova, M., Aucapuri, J., & Shiguihara, P. (noviembre de 2019). A Cloud Monitoring System for Aquaculture using IoT. *2019 IEEE Sciences and Humanities International Research Conference (SHIRCON)*, 1-4. Obtenido de https://ieeexplore.ieee.org/document/9024849

Abelló Linde S.A. (2024). *Soluciones de oxigenación para la acuicultura.* (Primera ed.). Madrid, España: Linde Gas España S.A.U. Obtenido de https://static.prd.echannel.linde.com/wcsstore/ES_RES_Industrial_Gas_Store/Attachment/PDF/Soluciones_de_oxigenaci%C3%B3n_para_la_acuicultura_11788.1015_tcm316-266542.pdf

Banco Central del Ecuador. (2022). *Exportaciones Nacionales - Análisis* (Primera ed., Vols. Código Nandina: 030616-030617-030626-030627-030635-030636-030695). Quito, Ecuador: Corporación Financiera Nacional. Obtenido de https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2020/ficha-sectorial-3-trimestre-2020/FS_Camaron_3T2020.pdf

Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca. (2022). *Entorno del Camarón* (Primera ed.). Guayaquil, Ecuador: Cámara Nacional de Acuacultura. Obtenido de https://www.cna-ecuador.com/ministerio-de-produccion-de-ecuador-ratifica-que-camaron-no-ha-sido-excluido-del-acuerdo-comercial-con-mexico/

PRO ECUADOR. (2022). *Sector Camarón* (Primera ed.). Quito, Ecuador: Ministerio de Comercio Exterior e Inversiones. Obtenido de file:///C:/Users/David/Downloads/PROEC_BIC2018_02_DUBAI.pdf

Varas, F. (2022). *El sector camaronero toma más crédito y aumenta sus inversiones* (Primera ed.). Guayaquil, Ecuador: Banco Internacional.

Corporación Financiera Nacional. (2022). *Exportaciones de Camarones y Langostinos* (Primera ed.). Quito, Ecuador: Ficha Sectorial. Obtenido de https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2022/fichas-sectoriales-1-trimestre/Ficha-Sectorial-Camaron.pdf

Google Maps. (28 de octubre de 2023). Obtenido de https://www.google.com/maps/@-1.0419523,-79.4938779,120m/data=!3m1!1e3?entry=ttu

Terreros, P. (2025). Eficiencia productiva en la industria camaronera del Ecuador: Influencia de factores tecnológicos y ambientales en su Competitividad. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar,* *9*(1), 1696-1713. Obtenido de https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/15939

ANEXO: PRODUCCIÓN DE CAMARÓN (1 CORRIDA)

Camaronera en Estudio
Reporte de Pesca
Sector: TODOS
Fecha desde: 2024-11-01
Fecha hasta: 2025-01-31

Piscina	Hectáreas	Días de cultivo	Total de larvas sembradas	Número de larvas sembradas por hectáreas	Libras reales cosechadas	Libras por hectáreas	FCA	Peso del camarón	Sobrevivencia	Número de larvas sembradas por m2	Costo Balanceado	Costo Total	Venta	Margen bruto
1	12	70	987,200	80,000	29,712	2,407.75	1.55	22.40	61%	8	$ 21,570.68	$ 49,024.27	$ 48,132.91	-$ 891.35
2	11	70	899,200	80,000	28,030	2,493.74	1.60	23.20	61%	8	$ 20,349.55	$ 46,248.99	$ 45,408.09	-$ 840.89
3	10	70	827,200	80,000	25,563	2,472.25	1.65	23.00	61%	8	$ 18,558.76	$ 42,179.00	$ 41,412.11	-$ 766.89
4	5	70	385,600	80,000	11,823	2,452.86	1.58	23.20	60%	8	$ 8,583.35	$ 19,507.62	$ 19,152.94	-$ 354.68
5	5	70	368,000	80,000	11,137	2,421.15	1.67	22.90	60%	8	$ 8,085.66	$ 18,376.49	$ 18,042.38	-$ 334.12
6	5	70	364,000	80,000	11,112	2,442.29	1.55	23.10	60%	8	$ 8,067.62	$ 18,335.50	$ 18,002.13	-$ 333.37
7	9	70	735,200	80,000	21,959	2,389.43	1.66	22.60	60%	8	$ 15,942.12	$ 36,232.08	$ 35,573.32	-$ 658.77
8	4	70	343,200	80,000	10,392	2,422.38	1.62	23.30	59%	8	$ 7,544.60	$ 17,146.81	$ 16,835.05	-$ 311.76
9	4	70	338,400	80,000	9,943	2,350.66	1.59	23.00	58%	8	$ 7,218.83	$ 16,406.44	$ 16,108.14	-$ 298.30
10	1	70	80,000	80,000	2,330	2,330.22	1.60	23.20	57%	8	$ 1,691.74	$ 3,844.86	$ 3,774.96	-$ 69.91
11	10	70	764,000	80,000	23,324	2,442.29	1.60	23.10	60%	8	$ 16,933.13	$ 38,484.40	$ 37,784.68	-$ 699.72
12	12	70	940,000	80,000	29,049	2,472.25	1.56	23.00	61%	8	$ 21,089.50	$ 47,930.68	$ 47,059.22	-$ 871.47
13	4	70	356,000	80,000	10,962	2,463.44	1.68	23.30	60%	8	$ 7,958.62	$ 18,087.78	$ 17,758.91	-$ 328.87
14	9	70	753,600	80,000	22,907	2,431.72	1.57	23.00	60%	8	$ 16,630.33	$ 37,796.19	$ 37,108.99	-$ 687.20
15	11	70	904,000	80,000	27,693	2,450.75	1.61	22.80	61%	8	$ 20,105.45	$ 45,694.21	$ 44,863.41	-$ 830.80
16	12	70	940,000	80,000	28,670	2,440.00	1.64	22.70	61%	8	$ 20,814.42	$ 47,305.50	$ 46,445.40	-$ 860.10
17	4	70	344,000	80,000	10,547	2,452.86	1.53	23.20	60%	8	$ 7,657.35	$ 17,403.07	$ 17,086.65	-$ 316.42
						2,431.72	**1.60**	**23.00**	**60%**			**$ 520,003.89**	**$ 510,549.27**	**-$ 9,454.62**
						Promedio						**Totales**		

ANEXO: ESTADO DE RESULTADOS INICIAL (2024)

PÉRDIDAS Y GANANCIAS		2024
Ventas	**$**	**2,034,612.67**
Costo de Ventas	**$**	**2,072,290.68**
MDF	$	2,067,847.14
MOD	$	3,987.79
CIF	$	455.75
Utilidad Bruta	**$**	**-37,678.01**
Gastos Operacionales	**$**	**203,461.27**
Gastos	$	203,461.27
Depreciacion	$	-
Gastos Pre - Operacionales	$	-
Pérdida Operacional	**$**	**-241,139.28**
Gastos Financieros	$	-
Pérdida antes de repartición a trabajadores	**$**	**-241,139.28**
15% repartición a trabajadores	$	-
Pérdida antes de impuestos	**$**	**-241,139.28**
25% impuesto a la renta	$	-
Pérdida antes de Reserva Legal	**$**	**-241,139.28**
10% Reserva Legal	$	-
Pérdida neta	**$**	**-241,139.28**
		-12%

ANEXO: ESTADO DE RESULTADOS - PROPUESTA AIREADORES DIÉSEL

PÉRDIDAS Y GANANCIAS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ventas	**$ 5,279,700.20**	**$ 5,543,685.21**	**$ 5,820,869.47**	**$ 6,111,912.94**	**$ 6,417,508.59**
Costo de Ventas	**$ 4,373,512.57**	**$ 4,552,197.68**	**$ 4,745,084.99**	**$ 4,945,879.35**	**$ 5,154,896.00**
MDF	$ 4,355,752.67	$ 4,532,777.91	$ 4,725,176.39	$ 4,925,482.78	$ 5,134,006.87
MOD	$ 16,799.91	$ 18,410.46	$ 18,870.72	$ 19,342.49	$ 19,826.05
CIF	$ 960.00	$ 1,009.32	$ 1,037.88	$ 1,054.08	$ 1,063.08
Utilidad Bruta	**$ 906,187.63**	**$ 991,487.53**	**$ 1,075,784.48**	**$ 1,166,033.59**	**$ 1,262,612.59**
Gastos Operacionales	**$ 834,848.61**	**$ 852,701.66**	**$ 864,866.70**	**$ 873,658.82**	**$ 880,528.94**
Gastos	$ 764,685.01	$ 782,538.06	$ 794,703.10	$ 803,495.22	$ 810,365.34
Depreciacion	$ 70,163.60	$ 70,163.60	$ 70,163.60	$ 70,163.60	$ 70,163.60
Gastos Pre - Operacionales	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
Utilidad Operacional	**$ 71,339.02**	**$ 138,785.87**	**$ 210,917.78**	**$ 292,374.77**	**$ 382,083.65**
Gastos Financieros	$ 52,803.67	$ 44,201.60	$ 34,111.18	$ 22,274.89	$ 8,390.64
Utilidad antes de repartición a trabajadores	**$ 18,535.35**	**$ 94,584.27**	**$ 176,806.60**	**$ 270,099.89**	**$ 373,693.01**
15% repartición a trabajadores	$ 2,780.30	$ 14,187.64	$ 26,520.99	$ 40,514.98	$ 56,053.95
Utilidad antes de impuestos	**$ 15,755.05**	**$ 80,396.63**	**$ 150,285.61**	**$ 229,584.91**	**$ 317,639.06**
25% impuesto a la renta	$ 3,938.76	$ 20,099.16	$ 37,571.40	$ 57,396.23	$ 79,409.76
Utilidad antes de Reserva Legal	**$ 11,816.28**	**$ 60,297.47**	**$ 112,714.21**	**$ 172,188.68**	**$ 238,229.29**
10% Reserva Legal	$ 1,181.63	$ 6,029.75	$ 11,271.42	$ 17,218.87	$ 23,822.93
Utilidad neta	**$ 10,634.66**	**$ 54,267.72**	**$ 101,442.79**	**$ 154,969.81**	**$ 214,406.36**
	0%	1%	2%	3%	3%

RUBRO	0	1	2	3	4	5
FLUJO	-$ 350,818.00	$ 38,982.62	$ 99,710.41	$ 144,274.59	$ 195,925.99	$ 251,816.04
VALOR PRESENTE FLUJO	-$ 350,818.00	$ 32,485.52	$ 69,243.34	$ 83,492.24	$ 94,485.91	$ 101,199.22
PAYBACK	-$ 350,818.00	-$ 318,332.48	-$ 249,089.14	-$ 165,596.90	-$ 71,110.99	$ 30,088.23

TIR	22.93%
VAN	$ 30,088.23

ANEXO: ESTADO DE RESULTADOS - PROPUESTA AIREADORES ELÉCTRICOS + SENSORES IoT

PÉRDIDAS Y GANANCIAS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ventas	**$ 5,279,700.20**	**$ 5,543,685.21**	**$ 5,820,869.47**	**$ 6,111,912.94**	**$ 6,417,508.59**
Costo de Ventas	**$ 4,365,112.62**	**$ 4,542,992.46**	**$ 4,735,649.63**	**$ 4,936,208.11**	**$ 5,144,982.98**
MDF	$ 4,355,752.67	$ 4,532,777.91	$ 4,725,176.39	$ 4,925,482.78	$ 5,134,006.87
MOD	$ 8,399.95	$ 9,205.23	$ 9,435.36	$ 9,671.24	$ 9,913.02
CIF	$ 960.00	$ 1,009.32	$ 1,037.88	$ 1,054.08	$ 1,063.08
Utilidad Bruta	**$ 914,587.58**	**$ 1,000,692.75**	**$ 1,085,219.84**	**$ 1,175,704.84**	**$ 1,272,525.61**
Gastos Operacionales	**$ 574,252.61**	**$ 584,213.48**	**$ 593,461.62**	**$ 599,311.90**	**$ 603,215.03**
Gastos	$ 426,431.01	$ 441,391.88	$ 450,640.02	$ 456,490.30	$ 460,393.43
Depreciacion	$ 142,821.60	$ 142,821.60	$ 142,821.60	$ 142,821.60	$ 142,821.60
Gastos Pre - Operacionales	$ 5,000.00	$ -	$ -	$ -	$ -
Utilidad Operacional	**$ 340,334.97**	**$ 416,479.27**	**$ 491,758.21**	**$ 576,392.93**	**$ 669,310.58**
Gastos Financieros	$ 108,237.15	$ 90,604.61	$ 69,921.22	$ 45,659.14	$ 17,199.16
Utilidad antes de repartición a trabajadores	**$ 232,097.82**	**$ 325,874.66**	**$ 421,836.99**	**$ 530,733.79**	**$ 652,111.42**
15% repartición a trabajadores	$ 34,814.67	$ 48,881.20	$ 63,275.55	$ 79,610.07	$ 97,816.71
Utilidad antes de impuestos	**$ 197,283.15**	**$ 276,993.46**	**$ 358,561.44**	**$ 451,123.72**	**$ 554,294.71**
25% impuesto a la renta	$ 49,320.79	$ 69,248.37	$ 89,640.36	$ 112,780.93	$ 138,573.68
Utilidad antes de Reserva Legal	**$ 147,962.36**	**$ 207,745.10**	**$ 268,921.08**	**$ 338,342.79**	**$ 415,721.03**
10% Reserva Legal	$ 14,796.24	$ 20,774.51	$ 26,892.11	$ 33,834.28	$ 41,572.10
Utilidad neta	**$ 133,166.12**	**$ 186,970.59**	**$ 242,028.97**	**$ 304,508.51**	**$ 374,148.93**
	3%	3%	4%	5%	6%

RUBRO	0	1	2	3	4	5
FLUJO	-$ 719,108.00	$ 278,010.72	$ 265,019.55	$ 306,304.39	$ 356,152.77	$ 409,595.33
VALOR PRESENTE FLUJO	-$ 719,108.00	$ 231,675.60	$ 184,041.36	$ 177,259.49	$ 171,755.77	$ 164,607.18
PAYBACK	-$ 719,108.00	-$ 487,432.40	-$ 303,391.05	-$ 126,131.56	$ 45,624.21	$ 210,231.39

TIR	31.74%
VAN	$ 210,231.39

ANEXO: ESTADO DE RESULTADOS - PROPUESTA AIREADORES PANELES SOLARES

PÉRDIDAS Y GANANCIAS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ventas	**$ 5,279,700.20**	**$ 5,543,685.21**	**$ 5,820,869.47**	**$ 6,111,912.94**	**$ 6,417,508.59**
Costo de Ventas	**$ 4,373,512.57**	**$ 4,552,197.68**	**$ 4,745,084.99**	**$ 4,945,879.35**	**$ 5,154,896.00**
MDF	$ 4,355,752.67	$ 4,532,777.91	$ 4,725,176.39	$ 4,925,482.78	$ 5,134,006.87
MOD	$ 16,799.91	$ 18,410.46	$ 18,870.72	$ 19,342.49	$ 19,826.05
CIF	$ 960.00	$ 1,009.32	$ 1,037.88	$ 1,054.08	$ 1,063.08
Utilidad Bruta	**$ 906,187.63**	**$ 991,487.53**	**$ 1,075,784.48**	**$ 1,166,033.59**	**$ 1,262,612.59**
Gastos Operacionales	**$ 964,503.01**	**$ 973,875.23**	**$ 982,529.68**	**$ 987,781.20**	**$ 991,080.45**
Gastos	$ 357,585.01	$ 371,957.23	$ 380,611.68	$ 385,863.20	$ 389,162.45
Depreciacion	$ 601,918.00	$ 601,918.00	$ 601,918.00	$ 601,918.00	$ 601,918.00
Gastos Pre - Operacionales	$ 5,000.00	$ -	$ -	$ -	$ -
Utilidad Operacional	**$ -58,315.38**	**$ 17,612.29**	**$ 93,254.80**	**$ 178,252.39**	**$ 271,532.14**
Gastos Financieros	$ 142,457.53	$ 119,250.26	$ 92,027.60	$ 60,094.79	$ 22,636.87
Utilidad antes de repartición a trabajadores	**$ -200,772.91**	**$ -101,637.97**	**$ 1,227.20**	**$ 118,157.61**	**$ 248,895.28**
15% repartición a trabajadores	$ -	$ -	$ 184.08	$ 17,723.64	$ 37,334.29
Utilidad antes de impuestos	**$ -200,772.91**	**$ -101,637.97**	**$ 1,043.12**	**$ 100,433.96**	**$ 211,560.99**
25% impuesto a la renta	$ -	$ -	$ 260.78	$ 25,108.49	$ 52,890.25
Utilidad antes de Reserva Legal	**$ -200,772.91**	**$ -101,637.97**	**$ 782.34**	**$ 75,325.47**	**$ 158,670.74**
10% Reserva Legal	$ -	$ -	$ 78.23	$ 7,532.55	$ 15,867.07
Utilidad neta	**$ -200,772.91**	**$ -101,637.97**	**$ 704.11**	**$ 67,792.93**	**$ 142,803.67**
	-4%	-2%	0%	1%	2%

RUBRO	0	1	2	3	4	5
FLUJO	-$ 946,462.00	$ 272,016.81	$ 342,944.49	$ 418,586.99	$ 503,139.72	$ 554,032.20
VALOR PRESENTE FLUJO	-$ 946,462.00	$ 226,680.68	$ 238,155.89	$ 242,237.84	$ 242,640.68	$ 222,653.12
PAYBACK	-$ 946,462.00	-$ 719,781.32	-$ 481,625.43	-$ 239,387.59	$ 3,253.09	$ 225,906.21

TIR	**29.11%**
VAN	**$ 225,906.21**