



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO₂ MEDIANTE
FACTORES DE EMISIÓN DE LA CAMARONERA “JAMES
ORDOÑEZ CELI” EN MACHALA AÑO 2020**
INVESTIGACIÓN NO EXPERIMENTAL

Trabajo de titulación presentado como requisito para la obtención del
título de
INGENIERÍA AMBIENTAL

AUTOR
HERRERA BARZALLO ISMAEL ALFONSO

TUTOR
ING. DIEGO IVÁN MUÑOZ NARANJO

GUAYAQUIL – ECUADOR

2021



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **DIEGO MUÑOZ NARANJO, M.Sc.**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **“ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO2 MEDIANTE FACTORES DE EMISIÓN DE LA CAMARONERA “JAMES ORDOÑEZ CELI” EN MACHALA AÑO 2020”**, realizado por el estudiante **ISMAEL ALFONSO HERRERA BARZALLO**; con cédula de identidad N° 0706424538 de la carrera **INGENIERÍA AMBIENTAL**, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

DIEGO MUÑOZ NARANJO, M.Sc.

Guayaquil, 17 de noviembre de 2021



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **“ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO2 MEDIANTE FACTORES DE EMISIÓN DE LA CAMARONERA “JAMES ORDOÑEZ CELI” EN MACHALA AÑO 2020”**, realizado por el estudiante **ISMAEL ALFONSO HERRERA BARZALLO**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Blgo. Raúl Arízaga Gamboa
PRESIDENTE

Ing. Jorge Coronel Quevedo
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Diego Muñoz Naranjo
EXAMINADOR PRINCIPAL

Guayaquil, 17 de noviembre de 2021

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado en primer lugar a mis padres debido a su esfuerzo para brindarme educación y a mis tías quienes fueron mi apoyo en la ciudad de Guayaquil.

Agradecimiento

Debo agradecer primero a Dios por permitirme haber cumplido esta meta, luego a mis padres por sus esfuerzos para verme como profesional y a mi familia en general por su incondicional apoyo para lograr este objetivo y; por último, a los docentes que fueron parte de mi formación profesional por los conocimientos impartidos y por la paciencia en la enseñanza.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo **ISMAEL ALFONSO HERRERA BARZALLO**, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre **“ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO2 MEDIANTE FACTORES DE EMISIÓN DE LA CAMARONERA “JAMES ORDOÑEZ CELI” EN MACHALA AÑO 2020”** para optar el título de **INGENIERO AMBIENTAL**, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 17 de noviembre de 2021

ISMAEL ALFONSO HERRERA BARZALLO
C.I. 0706424538

Índice general

PORTADA	1
APROBACIÓN DEL TUTOR	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	3
Dedicatoria	4
Agradecimiento	5
Autorización de Autoría Intelectual	6
Resumen	13
Abstract	14
1. Introducción	15
1.1 Antecedentes del problema	16
1.2 Planteamiento y formulación del problema	17
1.2.1 Planteamiento del problema	17
1.2.2 Formulación del problema	19
1.3 Justificación de la investigación	19
1.4 Delimitación de la investigación	20
1.5 Objetivo general	20
1.6 Objetivos específicos	20
1.7 Hipótesis	21
2. Marco teórico	22
2.1 Estado del arte	22
2.2 Bases teóricas	26

2.2.1 Definición de camarón.....	26
2.2.2 Industria camaronera en el Ecuador	26
2.2.3 Proceso de producción del camarón.....	27
2.2.4 Problemas ambientales de la industria camaronera	27
2.2.5 Gases de efecto invernadero	28
2.2.6 Dióxido de carbono equivalente (CO ₂ eq)	28
2.2.7 Factor de Emisión	29
2.2.7.1 Kwh (Kilowatt-hora)	29
2.2.7.2 Diésel	29
2.2.8 Medidas de mitigación.....	30
2.2.9 Diagrama de flujo	30
2.3 Marco legal	31
2.3.1 Constitución del Ecuador.....	31
2.3.2 Reglamento general a la ley de pesca y desarrollo pesquero	32
2.3.3 Libro V del TULSMA: De la gestión de los recursos costeros.....	34
3. Materiales y métodos.....	35
3.1 Enfoque de la investigación.....	35
3.1.1 Tipo de investigación	35
3.1.2 Diseño de investigación	35
3.2 Metodología.....	35
3.2.1 Variables.....	35

3.2.1.1 Variable independiente	35
3.2.1.2 Variable dependiente	35
3.2.2 Recolección de datos	36
3.2.2.1 Recursos	36
3.2.2.2 Métodos y técnicas	36
3.2.3 Análisis estadístico.....	38
4. Resultados.....	39
4.1 Identificación de los procesos de producción de la camaronera “James Ordoñez Celi” mediante diagrama de flujo para determinar la influencia en las fuentes de emisión.....	39
4.1.1 Proceso productivo del camarón.....	39
4.1.1.1 Preparación de larvas	39
4.1.1.2 Cosecha.....	40
4.1.1.2.1 Preparación de lagunas para la siembra	40
4.1.1.2.2 Siembra.....	41
4.1.1.2.3 Pre Cría y Engorde	41
4.1.1.2.4 Cosecha	42
4.2 Estimación de las emisiones de CO2 del consumo energético y diésel mediante los factores de emisión para el análisis de los datos provenientes del registro de consumo energético y diésel	44
4.2.1 Consumo de Diésel.....	44
4.2.2 Consumo de Energía Eléctrica.....	46

4.3 Establecimiento de medidas de mitigación para reducir las emisiones atmosféricas de la camaronera “James Ordoñez Celi”	52
Registro de consumo diario de diésel.....	54
Horarios de funcionamiento para los aireadores	55
Mantenimiento periódico de los motores de bombeo y de aireadores.	55
Registro de consumo de energía eléctrica mensual en Kwh	55
Medidas de mitigación de impacto ambiental	56
5. Discusión.....	58
6. Conclusiones.....	61
7. Recomendaciones.....	62
8. Bibliografía	63
9. Anexos	71
9.1 Anexo 1. Figura de ubicación y delimitación de la zona de estudio ...	71
9.2 Anexo 2. Visita al área de estudio, camaronera James Ordoñez Celi .	71

Índice de tablas

Tabla 1. Factores de emisión de CO₂	37
Tabla 2. Consumo mensual de diésel año 2020	44
Tabla 3. Medidas de tendencia central de consumo de diésel	45
Tabla 4. Consumo Mensual de Energía Eléctrica año 2020	47
Tabla 5. Medidas de tendencia central del consumo de energía eléctrica	48
Tabla 6. Emisiones de CO₂ por consumo de diésel.....	50
Tabla 7. Emisiones de CO₂ por consumo de energía eléctrica.....	50
Tabla 8. Emisión total de CO₂.....	51
Tabla 9 Medidas de control para el consumo de diésel y energía eléctrica	53
Tabla 10. Formato para el registro de consumo diario de diésel	54
Tabla 11. Formato para el registro de consumo mensual de energía eléctrica	56
Tabla 12. Medidas de mitigación de impacto ambiental	57

Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de producción de camarón	43
Figura 2. Consumo mensual de Diésel año 2020.....	45
Figura 3. Diagrama de caja y bigotes del consumo de diésel.....	46
Figura 4. Consumo mensual de Energía Eléctrica año 2020.....	47
Figura 5. Diagrama de caja y bigotes del consumo de energía eléctrica.....	48
Figura 6. Porcentaje de emisiones totales	51
Figura 7. Comparativa de los consumos de diésel.....	59
Figura 8. Mapa "James Ordoñez Celi"	71
Figura 9. Caminata por instalaciones	71
Figura 10. Observación a piscinas de pre cría y engorde	72
Figura 11. Compuerta de ingreso de agua al reservorio	72
Figura 12. Muestreo de tamaño de camarones.....	73
Figura 13. Motores del área de bombeo	73

Resumen

La actividad camaronera en Ecuador tiene gran importancia para la economía del país, por lo cual, el estudio de sus impactos ambientales resulta importante, además también el planteamiento de medidas de mitigación de dichos impactos ambientales. Para la estimación de las emisiones de la actividad camaronera se realizó la investigación de datos de consumo de combustibles fósiles y de energía eléctrica y posteriormente se utilizó los factores de emisión previamente investigados, a su vez se pudo establecer que consumo tiene mayor influencia en la emisión de CO₂ y por último también proponer medidas para reducir en la mayor posibles los impactos negativos de la producción camaronera. El presente trabajo investigativo contribuye con una perspectiva de las emisiones generadas por el sector camaronero, a su vez muestra falencias en el control por parte de las camaroneras en cuanto a la prevención de impactos ambientales.

Palabras clave: actividad camaronera, impactos ambientales, emisión de CO₂, factores de emisión, mitigación.

Abstract

Shrimp farming in Ecuador has great importance for the economy of the country, therefore the study of its environmental impacts is important, as well as the proposal of mitigation measures for that environmental impacts. In order to estimate emissions from shrimp farming, the investigation of fossil fuels and electric energy consumption was carried out and subsequently the previously investigated emission factors were used. In addition, it was possible to establish that consumption has the greatest influence on CO₂ emission and finally also propose measures to reduce as much as possible the negative impacts of shrimp production. This research contributes with a perspective of the emissions generated by the shrimp farming sector, at the same time, it shows deficiencies in the control by the shrimp farms regarding the prevention of environmental impacts.

Key words: Shrimp farming, environmental impacts, CO₂ emission, emission factors, mitigation.

1. Introducción

El presente proyecto tiene como finalidad explorar los procesos que se realizan en la actividad camaronera y determinar la influencia de los mismos en la generación de emisiones de CO₂ mediante el uso de factores de emisión realizando una estimación de acuerdo a la metodología planteada por Gobierno Islas Baleares (2011). A su vez el proyecto de investigación tiene como objetivo puntual plantear medidas para la mitigación de impactos ambientales.

La actividad camaronera representa una de las principales actividades económicas del país, como tal representa una generación de impactos ambientales que incrementan por la irresponsabilidad en el manejo de los procesos. De acuerdo con (Córdova, 2019) entre los impactos hacia el recurso aire se puede mencionar la emisión de monóxido y dióxido de carbono (CO y CO₂), óxidos de azufre (SO_x), óxidos de nitrógeno (NO_x) y material particulado inferior a 2,5 y 10 micras (PM_{2,5} y PM₁₀).

De acuerdo con Rodríguez, Chiriboga, & Lojan (2016) los procesos realizados en la actividad camaronera incluyen cambios de uso de suelo, tala de manglares, quema de combustibles fósiles, uso de energía eléctrica, uso de maquinaria pesada, etc. dichos procesos representan generación de CO₂. Se estima que una camaronera promedio consume alrededor de 20000 galones de diésel y genera en promedio cerca de 200 toneladas de CO₂ en la actualidad.

Teniendo en cuenta los impactos ambientales generados por la actividad camaronera, es necesario llevar a cabo una investigación integral de los procesos que se realizan, del manejo de residuos y de las medidas de seguridad o prevención de impactos. La actividad camaronera en general no tiene una generación de impactos ambientales mayor a otras actividades económicas, sin embargo requiere atención y el establecimiento de medidas de mitigación.

1.1 Antecedentes del problema

La contaminación atmosférica representa un problema ambiental que aumenta a diario y preocupa a la población debido a que se define como la introducción de cualquier sustancia o materia a la atmósfera, que genera de manera directa o indirecta riesgos a la salud humana (Aránguez et al., 1999). Este tipo de contaminación se puede dar de manera natural y se manifiesta a través de incendios forestales o erupciones volcánicas; y, de manera antropogénica, es decir, por actividades humanas entre las principales destacan el transporte, actividades industriales y en este caso algunos procesos productivos de camaróneras (Borrás, 2018).

El dióxido de carbono (CO_2) representa gran porcentaje de las emisiones hacia la atmósfera y se considera como el principal gas de efecto invernadero (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, 2021). A nivel mundial, los países que emiten CO_2 en mayor cantidad son China con un total de 10064,68 Mt de CO_2 (BBC, 2019), seguido de Estados Unidos con alrededor de 5300 Mt de CO_2 , categorizado en tres actividades principales como son el transporte 34%, la electricidad 33% y la industria 15% del total de CO_2 emitido (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, 2021).

Por otro lado, en latinoamérica el total de emisiones representa 1675,09 Mt de CO_2 , siendo México el país que aporta más con un total de 477 Mt de CO_2 y Brasil con 457 Mt de CO_2 (BBC, 2019). Así mismo, Ecuador genera un promedio de 41 Mt de CO_2 en donde destacan actividades como: energía, procesos industriales, agricultura, cambio de usos de suelo, desecho, transporte y cultivo de camarón (Global Carbon Atlas, 2019 & Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2011).

La actividad camaronera en el Ecuador es de gran importancia para la economía del país y a nivel mundial, sin embargo es necesario reconocer que los procesos productivos tienen impactos hacia el ambiente, entre los cuales se puede mencionar: tala de manglares, cambio de usos de suelo y contaminación atmosférica (Rodríguez, Chiriboga, & Lojan, 2016).

Entre las actividades que se efectúan dentro de la camaronera están: preparación de piscina; aclimatación y siembra; operación y mantenimiento (Magallanes, 2017); para el desarrollo de dichas actividades es necesaria la utilización de motores y turbinas para la captación de agua, además de uso de combustibles, lubricantes, aceites y maquinaria pesada como excavadoras, camiones y tractores (Rodríguez, Chiriboga, & Lojan, 2016).

La utilización de dicha maquinaria y elementos necesarios para el desarrollo de las actividades antes mencionadas, representan la generación de CO₂ a la atmósfera, a través de los factores de emisión de consumo de energía eléctrica y de combustible diésel. En donde se estima que una camaronera promedio consume alrededor de 20000 galones de diesel, y genera cerca de 200 toneladas de CO₂ anualmente.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

La industria del camarón se extendió de manera acelerada hacia tierras agrícolas, bosques de manglar y salitrales, siendo una alternativa para lograr incrementar el negocio de manera rápida y barata en el Ecuador (Romero, 2014). Pero a su vez este crecimiento rápido ha generado problemas ambientales a través de los procesos de preparación de la piscina; aclimatación y siembra; y operación

y mantenimiento (Magallanes, 2017), que a su vez tienen impactos significativos en los recursos del agua, suelo y aire.

Los impactos hacia el recurso agua se puede presentar por las descargas de efluentes con desechos o químicos empleados en el control de plagas, o para el crecimiento del camarón, además también mediante la intrusión del agua salina de las camaroneras hacia los acuíferos de agua dulce (Tobey et al., 1998).

En el recurso suelo se evidencia mediante la tala de manglar o de bosques de tipo costero que tienen como función la de ser una barrera natural contra fenómenos naturales, además de retener sedimentos en sus raíces evitando que sean eliminados del medio, las consecuencias de la tala indiscriminada de este tipo de bosques es la erosión, la salinización de los suelos y la deformación de la línea costera (Mera, 2019).

En el caso del recurso aire, la actividad camaronera implica la afectación debido a la presencia de contaminantes como el monóxido de carbono (CO), los óxidos de azufre (SO_x), óxidos de nitrógeno (NO_x) y material particulado inferior a 2,5 y 10 micras (PM_{2,5} y PM₁₀) y emisiones de CO₂ (Oceanidelta S. A., 2016), los mismos que se presentan a través de la quema de combustibles fósiles, principalmente diésel, empleados en motores para el bombeo de agua y en ciertos casos para la generación de electricidad en la mayoría de las camaroneras (Córdova, 2019).

Dentro de los contaminantes anteriormente mencionados, el CO₂ se destaca como uno de los principales gases presentes en la atmósfera, que afectan directamente a la salud humana generando problemas de insuficiencia cardíaca debido a que reemplaza el oxígeno en sangre, y afecta principalmente a las personas con enfermedades cardiovasculares, cerebrales o respiratorias (Montaño & Sandoval, 2007).

Para concluir, en Ecuador no existe un control o normativa que establezca límites máximos permisibles de las emisiones de CO₂ generadas por las camaroneras, por este motivo se da el incremento de los impactos ambientales que surgen de esta actividad, por lo cual resulta necesario plantear una solución a esta problemática a través de la estimación de las emisiones de CO₂ que surge como herramienta de apoyo para plantear medidas de mitigación y ser aplicadas principalmente en la camaronera “James Ordoñez Celi”

1.2.2 Formulación del problema

¿Cuál es la cantidad total de las emisiones de CO₂ de la camaronera James Ordoñez Celi?

1.3 Justificación de la investigación

El presente trabajo investigativo se desarrolla en base a la problemática de las emisiones de CO₂, y en específico las generadas por la camaronera “James Ordoñez Celi”, las cuales tienen como consecuencia las afectaciones directas en la calidad del aire.

En la actualidad no existen los estudios suficientes sobre emisiones de CO₂ en camaroneras, mucho menos enfocado en el lugar de estudio, debido a la falta de conocimiento que aclare las consecuencias de este tipo de contaminación, existe una despreocupación y por consecuencia una falta de control que genera impactos ambientales negativos tales como la emisión de contaminantes como el monóxido de carbono (CO), los óxidos de azufre (SO_x), óxidos de nitrógeno (NO_x) y material particulado inferior a 2,5 y 10 micras (PM_{2,5} y PM₁₀) (Oceanidelta S. A., 2016), generados por la quema de combustibles fósiles en motores de combustión encargados del bombeo de agua, además del trabajo de maquinaria pesada utilizada en la preparación de los estanques o piscinas (Córdova, 2019).

En este proyecto, se selecciona una metodología en base a la identificación de los procesos de producción de la camaronera “James Ordoñez Celi” para estimar las emisiones de CO₂ a través de los factores de emisión del consumo energético y diésel, una vez analizada la información se establecen medidas de mitigación que ayuden a reducir las emisiones atmosféricas.

Por tanto, el desarrollo de esta investigación es oportuno ya que se convierte en un aporte importante a la investigación científica, a la cual está involucrada la Universidad Agraria del Ecuador.

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** Camaronera “James Ordoñez Celi” ciudad de Machala provincia de El Oro (Ver Figura 8). **Coordenadas:** 3° 14'17.86”S 79° 57'37.36”W
- **Tiempo:** 3 meses
- **Población:** habitantes de la zona San Estuardo, al norte de la ciudad de Machala.

1.5 Objetivo general

Estimar las emisiones de CO₂ mediante el uso de factores de emisión de la camaronera James Ordoñez Celi para la mitigación de los impactos ambientales.

1.6 Objetivos específicos

- Identificar los procesos de producción de la camaronera James Ordoñez Celi mediante diagrama de flujo para determinar la influencia en las fuentes de emisión.
- Estimar las emisiones de CO₂ del consumo energético y diésel mediante los factores de emisión para el análisis de los datos provenientes del registro de consumo energético y diésel.

- Establecer medidas de mitigación mediante revisión bibliográfica para reducir las emisiones atmosféricas de la camaronera “James Ordoñez Celi”.

1.7 Hipótesis

Las emisiones anuales de CO₂ de la camaronera “James Ordoñez Celi” son de 10 toneladas aproximadamente, es necesario establecer medidas de mitigación.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

Según Campoverde & Molina (2009) en su trabajo de tesis “Auditoría ambiental inicial de cumplimiento con la legislación ambiental vigente para la camaronera "El Robalo", cantón Huaquillas - Provincia de El Oro”, se desarrolló una auditoría con el objetivo de conocer la situación ambiental y los probables impactos generados desde la camaronera “El Robalo” hacia el ambiente, para lo cual como primer paso se efectuó la revisión bibliográfica en lo correspondiente a la empresa, luego visitas de campo y entrevistas dirigidas al personal; también se realizó un diagnóstico de las condiciones actuales para establecer los factores a tomar en cuenta en el estudio. La camaronera cuenta con un motor de combustión interna utilizado para el bombeo de agua, el cual tiende a operar durante 2 - 3 horas diarias y tiene un consumo de 3 gal/h que deriva en promedio 540 galones de diésel consumido por mes, esto dependiendo de la etapa de desarrollo del camarón, además se hizo un monitoreo de 10 días del consumo de diésel, en donde se registró desde 3 hasta 9 galones por día. Para disminuir las emisiones se establecieron medidas de mitigación enfocadas al control y mantenimiento que se mencionan a continuación: Revisión de emisiones y ruidos anormales, cambio de aceite y filtros, limpieza de tanque de combustible, pruebas en mínima y máxima capacidad de operación, control de los componentes eléctricos del motor.

El Congreso Ecuatoriano de Acuicultura y Aquaexpo (2013), menciona en su estudio “Huella de Carbono del cultivo de camarón en Manabí y Esmeraldas” que se realizó la estimación de la huella de carbono de la producción de camarón en camaroneras de las provincias de Manabí y Esmeraldas, esto se realizó tomando en cuenta datos como la energía eléctrica generada, el consumo anual de carbono

en sedimento y combustibles fósiles utilizados en motores para bombeo de agua. Mediante los resultados obtenidos se determinó en promedio una emisión de 0,93 Kg de CO₂ equivalente por libra de camarón producido. Además se concluyó también que las fuentes principales de emisiones de CO₂ en el proceso productivo son el balanceado utilizado en la alimentación y la quema de combustibles fósiles realizada por motores utilizados en el bombeo de agua.

De acuerdo con Ordoñez (2015), su trabajo de tesis "Mejoramiento del proceso productivo del camarón para la empresa camaronera "Caveyfa" del cantón Santa Rosa, provincia de El Oro", se realizó con el objetivo de verificar las condiciones del proceso productivo y mediante un diagnóstico llevado a cabo a través de visitas de campo y entrevistas, determinando procesos que requieren mejoras para de esta manera proponer un programa de mejoramiento. Se determinó la generación de emisiones producto de combustión por un motor que tuvo un consumo de 3,5 gal/h, que representa en promedio 630 galones de diésel por mes, dependiendo de la etapa del desarrollo en el que se encuentre el camarón, además de esto se realizó un monitoreo del consumo de diésel durante 10 días mediante el cual se determinó un consumo diario de 21 a 28 galones de diésel. Con el objetivo de disminuir las emisiones generadas por el motor se aplicaron una serie de medidas de mitigación entre las cuales se destacaron el control y mantenimiento del motor de la estación de bombeo; limpieza de tanque de combustible y de motor; chequeo de válvulas; cambio de aceite y filtros; y, control de los componentes eléctricos del motor.

Hernández y Camilo (2015) en su artículo "Desempeño ambiental de la camaronicultura en la región Caribe de Colombia desde una perspectiva de Análisis del Ciclo de Vida" mencionan que en la producción del camarón existen diferentes

etapas como extracción de materias primas para insumos, fabricación de insumos, distribución de productos, larvicultura, engorde en piscinas, transporte hasta planta de procesamiento, procesamiento y distribución, siendo que para cada una de estas etapas se generan impactos ambientales negativos como por ejemplo el deterioro de la biodiversidad, agotamiento de los recursos no renovables, eutrofización de cuerpos de agua, emisión de gases de efecto invernadero, etc.

Como indica Sánchez (2016) en su trabajo de titulación “Auditoría ambiental de cumplimiento de la empresa camaronera Garaycam C.A.” que tuvo como objetivo identificar, evaluar y mitigar los impactos de la actividad, para esto se aplicó dos tipos de técnicas de investigación cualitativa: entrevista semi-estructurada y observación in situ, en conjunto con una evaluación del medio biótico para de esta manera caracterizar el área de influencia de la empresa; un diagnóstico ambiental permitió determinar la generación de emisiones, efluentes y residuos de la empresa, que se identificaron como parte de las instalaciones de la camaronera una casa con comedor, casa de dos pisos, bodega, servicios higiénicos y un surtidor de combustible, entre otros. Además, contaba con un tanque de almacenamiento de combustible con una capacidad de 8000 galones de capacidad. Se estableció como medida de mitigación un programa de mantenimiento de equipos para optimizar el funcionamiento de los mismos y lograr reducir al mínimo las emisiones hacia la atmósfera.

Señala Herrera & Solórzano (2017) en su trabajo de tesis “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” se evaluó el consumo de diésel destinado a los sistemas de bombeo en el sector camaronero, para lo cuál se evaluó mediante un cálculo la potencia

requerida de acuerdo a las características de la camaronera y se comparó con la potencia existente, con el objetivo de determinar el excesivo consumo de diésel y la cantidad de emisiones resultantes, finalmente se propuso como alternativa un sistema que trabaje con energía renovable. Las camaroneras no cuentan con una infraestructura establecida en general, sino que más bien este aspecto es dependiente de otros factores, sin embargo se destacan como elementos comunes o importantes para la operación en las camaroneras a los siguientes: piscinas de cría, la cual consiste en el espacio físico que representa el hábitat adecuado para el crecimiento del camarón, canal reservorio, el cual sirve de abastecimiento para las piscinas de cría, canal de drenaje, utilizado para el agua desde las piscinas de cría hacia la desembocadura del estero lejos del canal de reservorio, y la estación de bombeo, la cual es utilizada para tomar la mayor cantidad de agua para los procesos requeridos.

De acuerdo a Magallanes (2017) en su trabajo de tesis "Realizar un análisis y estudio para la elaboración de un plan ambiental integral en la camaronera Biocuajuma J.M. S.A en el Puerto del Morro provincia del Guayas" realizó una descripción general del proceso productivo de la empresa, recopilando información efectuando entrevistas dirigidas al personal y administradores, posteriormente se realizó una propuesta de manejo ambiental con el objetivo principal de mitigar los impactos evaluando también los costos y beneficios que suponen la aplicación de las medidas propuestas. El proceso de producción del camarón consta de las siguientes fases: preparación de piscina, aclimatación y siembra, operación y mantenimiento. Dentro del proceso de producción se destaca el área de bombeo donde se establece dos motores con una potencia de 620 Hp (caballos de fuerza) y 220 Hp, ubicados estratégicamente de acuerdo a las necesidades de la

camaronera, los cuales constan con un tanque de almacenamiento de una capacidad de 2000 galones de diésel, lo que resulta en un consumo mensual de 1800 galones de diésel. Se estableció un plan de manejo ambiental aplicado a los procesos de producción en la camaronera, en el cuál se determinó como medida de reducción de emisiones atmosféricas, el establecimiento de límites de consumo de diésel para los motores en el área de bombeo.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Definición de camarón

De acuerdo con Valles (2005), el camarón es una de las especies más importantes desde el punto de vista comercial debido a las pesquerías y el cultivo dado en la zona del Pacífico oriental, además tiene un amplio rango de distribución a lo largo de Latinoamérica.

Para Tizol et al. (2004), el camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) es una especie nativa de la costa de centro y Sudamérica, siendo la especie líder en comercio en esta zona y representa el 95% de la venta de camarón.

2.2.2 Industria camaronera en el Ecuador

Según Balseca & Castro (2016), el camarón ha sido la especie marina de mayor importancia para el comercio ecuatoriano hacia el exterior, por esta razón Ecuador se ubica como el segundo mayor productor camaronero a nivel mundial. Entre los principales destinos del camarón ecuatoriano destacan Estados Unidos con un 40% del total de exportaciones, seguido de España con 15%, Vietnam con 14% y el restante repartido entre alrededor de 40 países. Dadas las cifras generadas por el sector camaronero en cuanto a exportaciones se puede decir que tiene un gran impacto en la economía del país, ya que por cada dólar que se produce y exporta

desde Ecuador, \$0,91 son producidos en Ecuador mediante la utilización de recursos y mano de obra.

2.2.3 Proceso de producción del camarón

De acuerdo con Herrera & Solórzano (2017) el proceso de producción del camarón no tiene un estándar específico establecido, sin embargo consta de cuatro procesos básicos para el cumplimiento del ciclo de producción, estos 4 procesos son la preparación de la piscina previo a la siembra, posteriormente se da la siembra de las larvas, luego se da el suministro pertinente de oxígeno y alimentación necesarios para el crecimiento de las larvas y finalmente la cosecha del camarón.

2.2.4 Problemas ambientales de la industria camaronera

Según indica Arevalo (2014), la industria camaronera trae consigo beneficios económicos, además también es una importante fuente de empleo para mano de obra ecuatoriana, sin embargo es importante destacar también los impactos negativos de la camaronicultura, y entre los mismos destaca como principal impacto negativo la tala de manglares o la conversión de ecosistemas costeros frágiles.

De acuerdo con Magallanes (2017), se pueden identificar además otros impactos ambientales derivados de las actividades realizadas en las camaroneras, como por ejemplo el derrame de hidrocarburos por parte de las bombas utilizadas para el bombeo del agua desde el estero hacia las piscinas, el cual es un tipo de contaminación altamente degradante del medio. Menciona también la contaminación por residuos orgánicos que provienen de los concentrados utilizados en la alimentación de los camarones, estos residuos orgánicos generan contaminación en el agua debido al exceso de microorganismos produce una

demanda más elevada del oxígeno lo cual puede afectar de manera negativa el crecimiento del camarón.

2.2.5 Gases de efecto invernadero

Benavides & León (2007), definen a los gases de efecto invernadero como componentes de la atmósfera en estado gaseoso, siendo de fuentes naturales como antropogénicas que absorben y emiten radiación infrarroja emitida desde la superficie de la tierra o la atmósfera en determinadas longitudes de onda generando el efecto denominado invernadero. Los principales gases de efecto invernadero en la atmósfera de la Tierra son el vapor de agua (H_2O), el dióxido de carbono (CO_2), el óxido nitroso (N_2O), el metano (CH_4) y el ozono (O_3). Además también se reconoce los gases de efecto invernadero producidos directamente por actividades antropogénicas como el hexafluoro de azufre (SF_6), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC).

2.2.6 Dióxido de carbono equivalente (CO₂eq)

De acuerdo al IPCC (2013), se refiere a dióxido de carbono equivalente como la cantidad de dióxido de carbono emitido por un gas de efecto invernadero o de una mezcla de gases de efecto invernadero empleados en determinado proceso productivo. Estas emisiones de dióxido de carbono equivalente se determinan realizando una multiplicación la emisión del gas en específico por su potencial de calentamiento global.

SINIA (2019), indica que el dióxido de carbono equivalente se emplea en el cálculo de los impactos de una organización en relación a los gases de efecto invernadero generados en los procesos. El dióxido de carbono equivalente otorga parámetros que permiten o ayudan en la medición del impacto o efectos de las emisiones generadas por una empresa.

2.2.7 Factor de Emisión

El Establecimiento Público Ambiental (2015), define los factores de emisión como un valor que representa la cantidad de contaminación emitida hacia la atmósfera, generada por un contaminante específico en una actividad específica.

De acuerdo con Medina, Villalba, Saavedra, Carrasco, & Rodríguez (2016), los factores de emisión son herramientas que permiten calcular la cantidad de emisiones hacia la atmósfera generadas por determinado contaminante, generado a su vez por una fuente analizada de un proceso.

2.2.7.1 Kwh (Kilowatt-hora)

Para Celemín (2018), el Kwh representa una unidad de trabajo utilizada para el cálculo del consumo de energía eléctrica, la misma expresa la cantidad en Kw (1000 watts) consumida en una hora.

Según Tecnológico de Monterrey (2017), el kilowatt-hora se define como una medida utilizada para calcular el consumo de energía eléctrica, esto se resume en un ejemplo en el cual un foco de 50 watts encendido durante una hora consume 50 Wh (watts-hora), o lo que sería igual, 5 focos de 10 watts encendidos en mismo tiempo, posteriormente el prefijo k (kilo) representa la demanda, es decir, 1 Kwh es igual a 1000 Wh.

2.2.7.2 Diésel

Para Carrillo & Papacristofilou (2013), el diésel se define como un derivado principalmente de la destilación del petróleo a una temperatura de entre 200°C y 380°C, además indica que existen 3 tipos de diésel, el tipo A siendo el más común, empleado para vehículos motorizados, con menor cantidad de parafina, tipo B es el empleado en maquinaria agrícola, pesquera y vehículos autorizados, con más

parafina e impurezas y el tipo C de uso exclusivo para calderas o maquinarias generadores de calor debido al alto contenido de parafina.

Navarro (2017), indica que el petróleo refinado es transformado en una gran variedad de productos, entre ellos se menciona el gasóleo, mejor conocido como diésel que sirve de combustible para vehículos a motor.

2.2.8 Medidas de mitigación

Para Hubenthal (2010), se entiende como medidas de mitigación a las propuestas planteadas para mejorar determinado proceso enfocado en la eficiencia o mejorar la sostenibilidad del proceso o aspecto planteado, para de esta manera disminuir en cierta medida el incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Como indica Herrera, Rojas , & Anchía (2018), las medidas de mitigación surgen por la necesidad de mejoras en el aspecto ambiental, para reducir emisiones o el consumo excesivo de recursos en determinado proceso u organización.

2.2.9 Diagrama de flujo

De acuerdo con Manene (2011), el diagrama de flujo representa graficamente una secuencia de acciones o rutinas simples de un proceso, dentro de las ventajas del mismo están que se indica las unidades de trabajo y los responsables de cada etapa.

Pimienta (2012), indica que el diagrama de flujo es una herramienta que consiste en una gráfica jerárquica que ayuda a identificar de manera clara un proceso mediante varias formas geométricas o simbología específica para cada acción.

2.3 Marco legal

2.3.1 Constitución del Ecuador

Constitución del Ecuador (2008), menciona como derecho fundamental de los ecuatorianos, el de vivir en un ambiente sano, libre de contaminantes, para lo cual garantiza el equilibrio entre el desarrollo de las industrias y la protección del medio ambiente, estableciendo restricciones o límites en los procesos operativos de las actividades contaminantes.

Título II DERECHOS

Capítulo segundo

Derechos del buen vivir

Art 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional.

Capítulo séptimo

Derechos de la naturaleza

Art 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda.

El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.

Art 72.- La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados.

En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración,

y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.

Art 73.- El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales.

Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional (Constitución del Ecuador, 2008).

2.3.2 Reglamento general a la ley de pesca y desarrollo pesquero

Título I DE LA ACTIVIDAD PESQUERA

Capítulo I

Disposiciones generales

Art 1.1.- Actividad pesquera.- Entiéndase por actividad pesquera a la captura, extracción, recolección, transporte, procesamiento e investigación de los recursos bioacuáticos.

Para ejercer la actividad pesquera, en cualquiera de sus fases, se requerirá estar expresamente autorizado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (...) (Presidencia de la República del Ecuador, 2016).

Capítulo VII

De la clasificación

Art 41.- Para clasificarse en las categorías "A" o "B" de la Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero se deberán cumplir con las siguientes bases generales: (...) Las empresas camaroneras deberán disponer de flota o instalaciones industriales que permitan productos por lo menos 250 toneladas métricas al año como productos elaborados.

Las empresas camaroneras dedicadas al cultivo, deberán disponer de instalaciones industriales con una producción no menor a 50 toneladas métricas anuales de productos elaborados:

- a) Disponer de medios idóneos de comercialización intenta;
- b) Tener inversiones o activos totales, excluida la flota, por un valor mínimo que deberá ser periódicamente fijado o regulado por el Consejo Nacional de Desarrollo Pesquero, de acuerdo a las fluctuaciones de precios del mercado internacional;
- c) Someter a procesamiento industrial, excepto el simple congelado, el 40% de su captura que sea apta para este procesamiento;
- d) Disponer de instalaciones de frío para conservar; por lo menos, la cantidad requerida de 300 toneladas métricas de materia prima. Las empresas camaroneras dispondrán de instalaciones de frío para conservar, por lo menos 30 toneladas métricas de materia prima;
- e) Disponer de laboratorios de control de calidad que estén en operación permanente;
- f) Disponer de medios y locales propios adecuados para eviscerar la materia prima;
- g) Contar con un sistema de tratamiento de aguas industriales, permitido por la Dirección General de Pesca y demás autoridades competentes, para evitar la contaminación ambiental; y,
- h) Las empresas nuevas deberán contar con maquinaria y equipos nuevos y modernos con excepción de las naves.

Las empresas para clasificarse en Categoría "B" además de cumplir con los requisitos legales y bases generales deberán: (...)

Las empresas camaroneras dispondrán de instalaciones de frío para conservar, por lo menos, 20 toneladas métricas de materia prima requerida.

Las empresas dedicadas exclusivamente al cultivo de camarones para clasificarse en esta categoría, deberán tener instalaciones apropiadas para la cría de tal especie; (...)

TÍTULO II DE LA ACTIVIDAD ACUÍCOLA

Capítulo I

Disposiciones generales

Art 68.- El cultivo de organismos acuáticos en áreas continentales o costeras comprende, por un lado, la intervención en el proceso de crianza para mejorar la producción, y por otro, la propiedad individual o empresarial del stock cultivado.

Art 68.2.- Acuicultura comercial es el cultivo de organismos acuáticos cuyo objetivo es maximizar las utilidades, practicado por productores de pequeña, mediana y gran escala que participan activamente en el mercado comprando insumos e involucrándose en la venta de su producción fuera de la granja.

Art 69.- La actividad acuícola comprende la fase de cultivo, procesamiento, comercialización interna y externa y las actividades conexas. Para ejercerlas, se requiere estar expresamente autorizado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca mediante acuerdo ministerial. En caso de las actividades conexas, se requerirá solamente su registro ante la Autoridad Sanitaria Nacional.

Art 69.1.- Son actividades conexas a la actividad acuícola la producción y distribución de alimentos balanceados de uso acuícola, alimentos complementarios y suplementarios, premezclas, productos veterinarios, productos medicados, aditivos y químicos de uso o aplicación en acuicultura y vitaminas, minerales, probióticos, prebióticos, fertilizantes y demás insumos orgánicos e inorgánicos de aplicación en la acuicultura.

Art 69.2.- Quienes se dediquen a la actividad acuícola sólo podrán cultivar las especies autorizadas y deberán aplicar buenas prácticas de acuicultura y protocolos de bioseguridad y utilizar los insumos registrados ante la autoridad nacional competente. La captura de especies bioacuáticas en estado silvestre para ser utilizadas en la reproducción o cultivo, será regulada por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, previo informe técnico de la Autoridad Sanitaria Nacional.

Art 72.- De conformidad con lo dispuesto en la Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero, para dedicarse a la cría y cultivo de especies bioacuáticas en zonas intermareales (zonas de playa y bahía), al ser éstas bienes nacionales de uso público, se requiere obtener la concesión para la ocupación de dichas zonas, emitida por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, cuyo otorgamiento estará sujeto a las normas dispuestas en este Reglamento. En este caso, el acuerdo que otorgue la concesión incluirá también la autorización para dedicarse a la actividad acuícola.

Para ejercer las actividades acuícola en tierras privadas sin vocación agrícola o económicamente no rentables, se requiere también de la autorización del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca.

Tanto la concesión como la autorización durarán 20 años, renovables por periodos iguales.

Art 73.- Con el fin de proteger los cultivos agrícolas de las influencias salinas del agua y del peligro que representa la utilización de insumos químicos para la agricultura, en las instalaciones donde se críen especies bioacuáticas se dejarán franjas o zonas de retiro de acuerdo a las especificaciones técnicas establecidas para el efecto por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (Presidencia de la República del Ecuador, 2016)

2.3.3 Libro V del TULSMA: De la gestión de los recursos costeros

Título III DE LOS RECURSOS COSTEROS

Capítulo 1

Del manglar

Declaración sobre la protección, conservación y reposición de los bosques de manglar

Art 19.- Será de interés público la conservación, protección y reposición de los bosques de manglar existentes en el país, de conformidad a lo dispuesto en el artículo 12 de la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre. En consecuencia, prohíbese su explotación y tala. (...) (TULSMA, 2015)

Art 20.- Se declaran como bosques protectores a los manglares existentes en las provincias de Esmeraldas, Manabí, Guayas y El Oro que fueran de dominio del Estado. Contará con la participación del Ministerio de Defensa, Consejo Nacional de Recursos Hídricos y Corporaciones de Desarrollo Regional de acuerdo con el Art. 6 de la mencionada Ley Forestal.

Capítulo 2

De la ordenación, conservación, manejo y aprovechamiento del manglar

Régimen, definición y competencia

Art 23.- Entiéndase, como manglar, al ecosistema que incluya toda comunidad vegetal integrada por un área nuclear y sus zonas de transición compuesta por la unión de los ambientes terrestres y marinos y por: árboles y arbustos de diferentes familias, que poseen adaptaciones que les permiten colonizar terrenos anegados y sujetos a inundaciones de agua salada; otras especies vegetales asociadas, la fauna silvestre y los componentes abióticos. Estas especies vegetales reúnen entre otras, las siguientes características:

- a) Crecer y desarrollarse en regiones costeras, especialmente en deltas y estuarios, con la presencia predominante de los géneros: Rhizophora Avicennia, Languncularia, Pelliciera y Connocarpus;
- b) Tener una marcada tolerancia al agua salada y salobre;
- c) Tener diferentes adaptaciones para ocupar sustratos inestables y para intercambiar gases en sustratos anaeróbicos; y,
- d) Estar ubicadas dentro de los límites de las más altas mareas, más la zona de transición.

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

El proyecto está enfocado hacia una investigación documental descriptiva, regido a lo planteado por Tancara (1993), quien define a la investigación documental como una serie de métodos y técnicas de búsqueda, procesamiento, análisis de información contenida en documentos, por lo cual se recopilará información en la camaronera “James Ordóñez Celi” de Machala provincia de El Oro mediante revisión bibliográfica y revisión de inventarios con el fin de evaluar cuantitativamente las fuentes de emisiones de CO₂ en la camaronera.

Según el nivel de conocimiento, la investigación es de tipo descriptiva porque se describirán los datos de consumo de energía eléctrica y diésel, posteriormente se relacionarán los datos con los factores de emisión para estimar las emisiones generadas y por último se evaluará estadísticamente las emisiones de CO₂.

3.1.2 Diseño de investigación

El presente proyecto cuenta con una investigación no experimental ya que el autor no manipula ni controla las variables a analizar.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1 *Variable independiente*

Consumo de energía eléctrica

Consumo de combustibles fósiles

Tiempo

3.2.1.2 *Variable dependiente*

Kilogramos de CO₂ equivalente

3.2.2 Recolección de datos

3.2.2.1 Recursos

Para realizar las estimaciones de las emisiones de carbono en la producción de camarón en la camaronera “James Ordoñez Celi” es necesario emplear los siguientes recursos:

- Recursos de oficina: Computador, internet, libreta de apuntes, esferográficos
- Material Bibliográfico: libros, artículos científicos, Bibliotecas Virtuales
- Software: Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft Project, Portales de libre acceso
- Información secundaria: Inventarios de consumo y registros de producción

3.2.2.2 Métodos y técnicas

Los métodos y técnicas seleccionadas para evaluar las emisiones de CO₂ son:

La identificación de los procesos de producción de la camaronera, que toma en cuenta la información levantada por la empresa, analizando el diagrama de flujo para establecer aquellos procesos que involucren el consumo de energía eléctrica y de combustibles específicamente diésel, mediante revisión bibliográfica como fuentes confiables de artículos científicos, páginas gubernamentales y tesis que aporten al desarrollo de la misma.

Para el respectivo análisis es necesario ordenar los datos de acuerdo a la metodología descrita por Rendón, Villasís, & Miranda (2016), resumiendo de forma clara y concisa los datos obtenidos a través de tablas, gráficos, cuadros y figuras, de esta manera los datos obtenidos servirán para determinar la media, mediana, moda, desviación estándar y varianza de la muestra; es decir, las medidas de

tendencia central de consumo de energía eléctrica y de diésel en los procesos de la camaronera analizados.

A partir, de las medidas de tendencia central obtenidos de la estadística descriptiva se realizará la estimación de las emisiones de CO₂, siguiendo la metodología del (IPCC, 2019), la cual comprende la formulación de factores de emisión que representan la cantidad en Kg (Kilogramo) de contaminante emitido por kWh (kilovatio hora) consumido o por L (Litro) de combustible consumido. Luego, mediante un cálculo matemático se relacionará los datos de consumo de energía eléctrica y diésel levantados en la camaronera, para multiplicarlos por los factores de emisión extraídos de acuerdo Tabla 1 (Gobierno Islas Baleares, 2011), y de esta manera se establece la cantidad en Kg de CO₂ por Kwh consumido de energía eléctrica y por L de diésel consumido.

Tabla 1. Factores de emisión de CO₂

Fuentes de emisión	Medida	Kg de CO₂ equivalente
Electricidad	1 Kwh	0,181
Diésel	1 gal	0,679

Gobierno Islas Baleares, 2011

Habiendo estimado las emisiones de CO₂, se aplicará la estadística inferencial de tipo regresión lineal, para determinar las tendencias de emisiones de CO₂ en los próximos 5 años (2021 – 2022 – 2023 – 2024 – 2025) de la camaronera “James Ordoñez Celi”, con nivel de confianza del 95%.

Por último, se propondrá un conjunto de medidas simples para ser aplicadas en las áreas de trabajo específicamente en los procesos analizados, esto con el propósito de reducir el consumo de los recursos anteriormente mencionados y consecuentemente conseguir el objetivo de reducir las emisiones de CO₂ de la camaronera.

3.2.3 Análisis estadístico

En el presente proyecto se requiere un análisis estadístico descriptivo, para determinar las emisiones de CO₂, a partir del consumo de energía eléctrica y combustible diésel empleados en los procesos productivos de la camaronera “James Ordóñez Celi”. Para esto se aplicará la metodología descrita por Orellana (2016), en la cuál se explorarán los datos obtenidos y se relacionarán con características específicas, en este caso se relacionarán los datos de emisiones con cada fuente de emisión específica; a través de las medidas de tendencia central como media, mediana, moda, desviación estándar y varianza de la muestra, para posteriormente expresarlos mediante tablas y gráficos de barras, pastel, etc.

4. Resultados

4.1 Identificación de los procesos de producción de la camaronera “James Ordoñez Celi” mediante diagrama de flujo para determinar la influencia en las fuentes de emisión

Para conocer sobre el consumo de energía eléctrica y de combustible diésel en la camaronera, es necesario identificar los procesos en los que se utiliza estos recursos, para esto se dispone a realizar una revisión bibliográfica de los procesos de producción camaronera en el lugar de estudio.

4.1.1 Proceso productivo del camarón

La actividad camaronera supone una serie de fases necesarias para el desarrollo del camarón como producto, entre las cuales se pueden mencionar: preparación de larvas en laboratorio, preparación de lagunas para la siembra, siembra, pre cría y engorde, cosecha y comercialización (ONUDI, 2017).

4.1.1.1 Preparación de larvas

La preparación de larvas en laboratorio consiste en el desarrollo de post larvas (PLs) a través de la hembra ovada, la cual se mantiene en incubación alrededor de 30 días bajo una temperatura desde 28°C a 31°C, las larvas se desarrollan en tanques de 7 a 15 toneladas dependiendo de la fase de desarrollo. Esta fase es reconocida por los camaronicultores como una fase primordial para el buen desempeño en la producción y para la rentabilidad de la misma, posteriormente las post larvas son trasladadas a estanques o lagunas de engorde (ONUDI, 2017).

En el caso del lugar de estudio los procesos correspondientes a la preparación de larvas se manejan dentro del área de laboratorio, en donde se toman en cuenta parámetros similares. Aquí, la hembra ovada se mantiene en incubación

con una temperatura que va desde los 26°C a los 28°C, para luego realizarle un análisis microbiológico y descartar cualquier tipo de enfermedad principalmente la vibriosis, que puede afectar al desarrollo óptimo del camarón.

4.1.1.2 Cosecha

En la fase de la cosecha se incluye una serie de actividades secundarias como la siembra y engorde en estanques, que a su vez implican procesos específicos como: la preparación de lagunas; siembra; muestreo de crecimiento; pre cría; engorde; muestreo; y, cosecha. A continuación, se explicará cada uno de ellos:

4.1.1.2.1 Preparación de lagunas para la siembra

Se considera como la actividad más importante para el ciclo de cultivo de camarón, debido a que influye de manera determinante en los resultados. La laguna debe quedar libre de cualquier tipo de depredador o competidor natural para garantizar la supervivencia del camarón (ONUDI, 2017).

Para la preparación de las lagunas se agrega cal o hidróxido de calcio (Ca(OH)_2) al suelo para regular el nivel de pH del mismo, el cual para esta camaronera se debe ubicar entre 7,5 y 8,5, generalmente para las lagunas de la camaronera “James Ordoñez Celi” se emplea 15 kg de Ca(OH)_2 por hectárea.

Posteriormente se realiza un control de los competidores naturales del camarón para asegurar la supervivencia del mismo; en este caso, se emplea el barbasco que es una planta con propiedades biocidas altamente tóxicas para los competidores y sin afectación al suelo, de esta manera se asegura la eliminación de los animales que pueden influir en el desarrollo óptimo del camarón y a su vez sin afectar a los componentes naturales propios del suelo como lo harían otros compuestos como el cloro.

Una vez determinados los factores antes mencionados, se realiza una desinfección de las lagunas, se sella las compuertas de entrada, se limpian los conductos y demás áreas; luego se colocan los filtros y mallas respectivas; y, se abren las compuertas para permitir la salida del agua estancada (Campoverde & Molina, 2009).

Antes de iniciar el llenado de las lagunas es necesario asegurar la no supervivencia de depredadores, de no ser así se procede a aplicar barbasco nuevamente; por último, se procede al llenado acorde a la fecha establecida para la siembra.

4.1.1.2.2 Siembra

Una vez que se ha cumplido con la preparación adecuada de la piscina, se procede a la siembra y alimentación de las larvas, en esta fase no se realiza el recambio de agua de las lagunas.

La cantidad de larvas depende de las hectáreas que tiene la laguna, en el caso de esta camaronera son 2 lagunas destinadas a la siembra, que se las denominan lagunas de pre cría y se depositan 2 millones de PLs en cada una de ellas, teniendo en cuenta que tienen una extensión de 44000 m² y 16000 m², que se mantienen sin recambio de agua durante al menos diez días.

4.1.1.2.3 Pre Cría y Engorde

Posterior a la siembra, el camarón entra a la etapa denominada pre cría por un tiempo de alrededor de 15 a 20 días, siendo alimentado con balanceado de la marca Nicovita con un 40% de proteína en cantidades de 500 gr por cada 100.000 larvas en esta fase es muy importante el uso de aireadores que oxigenan el agua y ayudan al crecimiento de las larvas hasta llegar a un promedio de peso de alrededor de 1 gr.

Una vez llegado a este peso determinado, los camarones pasan a las denominadas lagunas de engorde en la cual se aplica un tipo diferente de balanceado que tiene un contenido de 35% de proteína, y se aplica en cantidades de 25 kg por cada 2000 libras de camarón.

Dentro de esta etapa también se realizan muestreos al camarón para determinar problemas de crecimiento o enfermedades presentes en el mismo, dentro del lugar de estudio se realizan dos muestreos por semana en donde se evalúa aspectos como el peso, color, tamaño y textura. Cuando el camarón presenta un color rojizo suave o rosado y textura suave de su caparazón puede indicar algún tipo de requerimiento de vitaminas o presenta una enfermedad, para lo cual se aplica ácidos orgánicos.

4.1.1.2.4 Cosecha

Para la etapa de cosecha del camarón, el peso promedio debe ser de 18 gr, para lo cual se realiza muestreos diarios de peso y textura, debido a que se requiere como control de calidad que el caparazón del camarón muestre rigidez, este último aspecto está directamente relacionado con el ciclo lunar; por lo cual, si el camarón evidencia un caparazón suave es necesario mantenerlo unos días previo a su cosecha.

La acción de cosecha simplemente consiste en abrir las compuertas de salida de agua con una red para retener los camarones y se retira en redes para colocarlos en gavetas listos para la comercialización.

A continuación, cada uno de los procesos detallados se encuentra presentes en el siguiente diagrama:

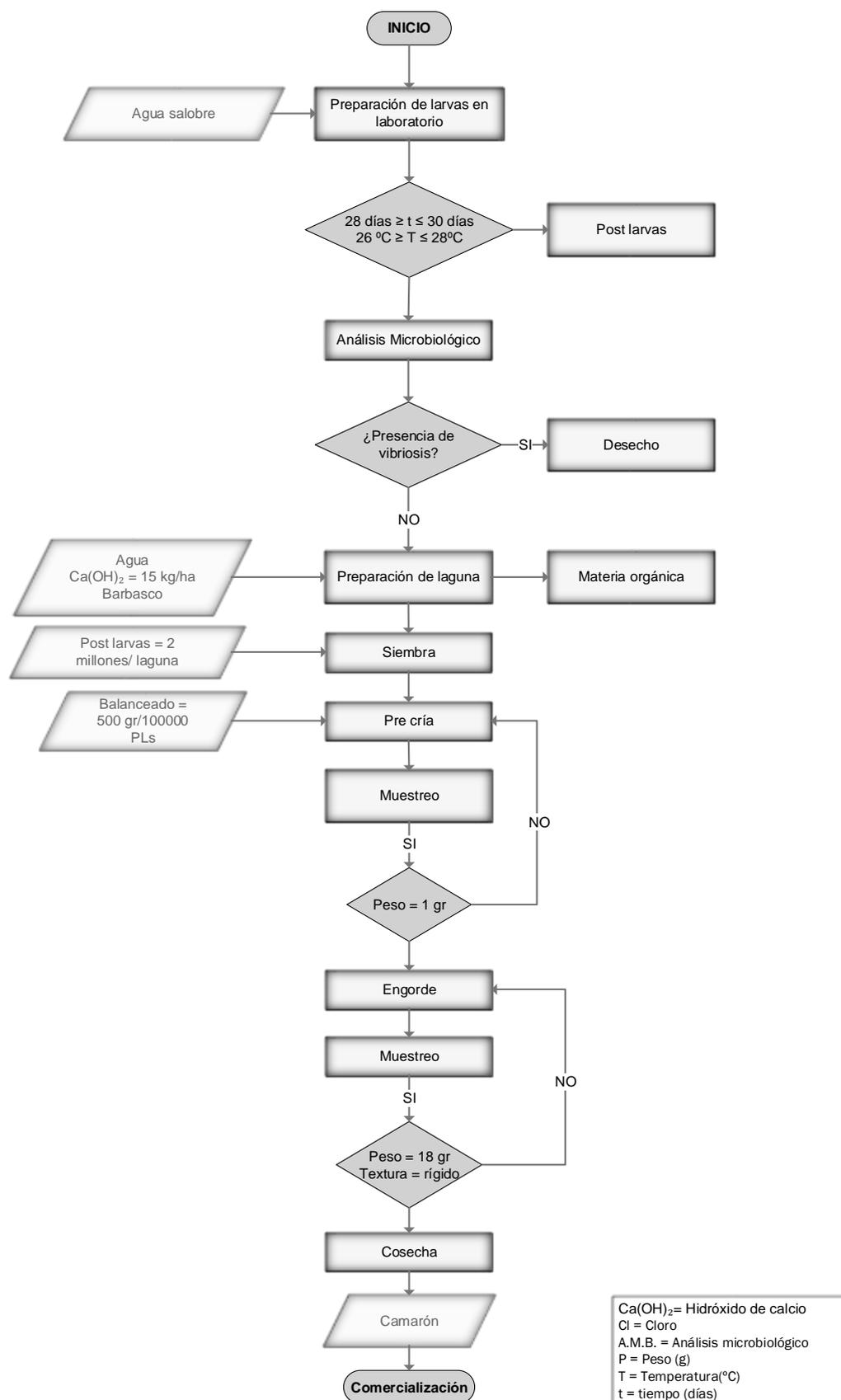


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de producción de camarón Herrera, 2021

4.2 Estimación de las emisiones de CO₂ del consumo energético y diésel mediante los factores de emisión para el análisis de los datos provenientes del registro de consumo energético y diésel

Para estimar las emisiones de CO₂ de la camaronera, en primer lugar es necesario ordenar los datos de consumo de diésel y energía eléctrica en tablas y gráficos para la obtención de datos de la estadística descriptiva, y posteriormente aplicar la estadística inferencial siguiendo el modelo de regresión lineal.

4.2.1 Consumo de Diésel

El consumo de diésel en la camaronera se genera principalmente en el área de bombeo empleado en dos motores estacionarios, que son utilizados para el bombeo de agua desde el brazo de mar hacia el reservorio de agua. Además de esto, también se genera consumo de diésel en los aireadores utilizados en la oxigenación de las lagunas que se encienden desde 10 hasta 12 horas por día.

A continuación se detalla el consumo de diésel mensual de la camaronera durante el año 2020.

Tabla 2. Consumo mensual de diésel año 2020

Meses	Consumo de diésel (gal)
Enero	905,40
Febrero	643,80
Marzo	712,40
Abril	732,48
Mayo	846,66
Junio	882,30
Julio	737,80
Agosto	775,18
Septiembre	892,61
Octubre	1093,70
Noviembre	1230,60
Diciembre	1269,09
Total	10722,02

Herrera, 2021

En la Tabla 2 se puede observar el consumo desde enero hasta diciembre del año 2020, teniendo un total de consumo de 10722 gal de diésel. Así mismo, estos datos se representan a continuación mediante un gráfico estadístico.

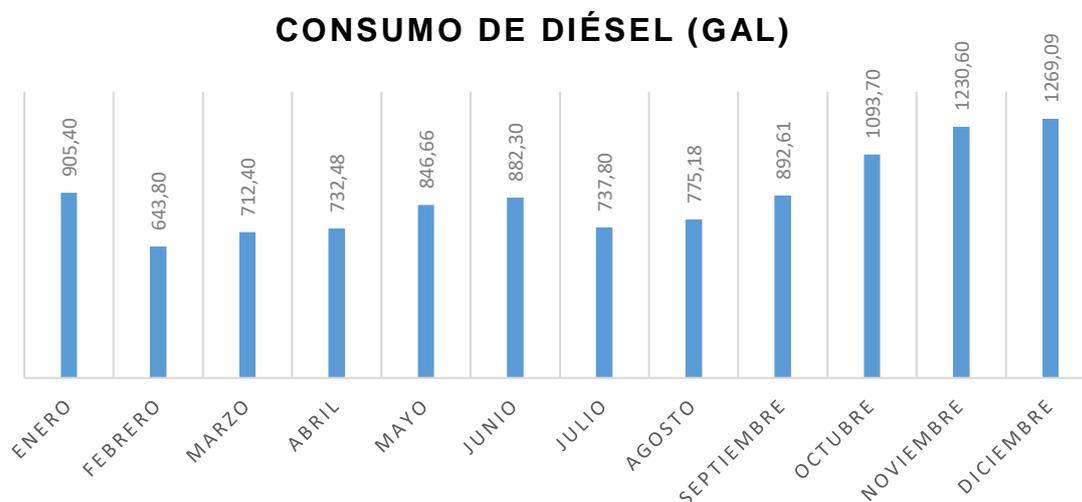


Figura 2. Consumo mensual de Diésel año 2020
Herrera, 2021

En la Figura 2, se puede observar el consumo de cada mes representado por barras, encontrando como mayor consumo el mes de diciembre con 1269 gal y como menor consumo el mes de febrero con 643 gal. Una vez observado los meses de mayor y menor consumo de diésel en el año, se obtuvo posteriormente las medidas de tendencia central del consumo como el promedio que equivale a 893,50 gal y la mediana equivalente a 864,48 gal, además se determinó la desviación estándar igual a 203,73 y varianza muestral igual a 41505,73 representadas a continuación en la Tabla 3.

Tabla 3. Medidas de tendencia central de consumo de diésel

Medidas de tendencia central	
Promedio	893,50
Mediana	864,48
Mínimo	643,80
Máximo	1269,09

Herrera, 2021

A partir de la interpretación de estos datos dados se estableció un gráfico estadístico denominado diagrama de caja y bigotes.

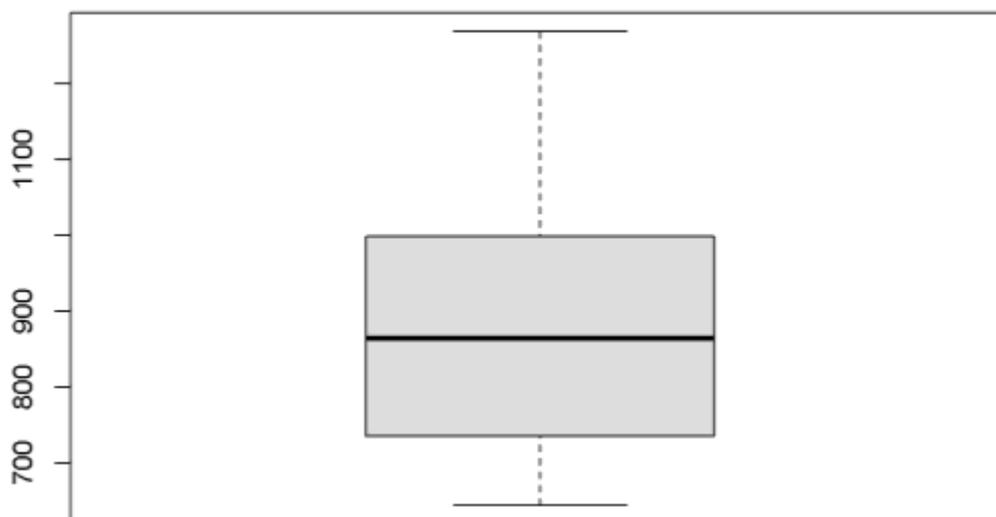


Figura 3. Diagrama de caja y bigotes del consumo de diésel
Herrera, 2021

El consumo de diésel de la camaronera tiene una distribución asimétrica positiva, es decir, tiene un sesgo hacia la derecha. Los datos están altamente concentrados alrededor de la media pero aun así se tiene cierta variabilidad, y no se evidencian valores aberrantes.

4.2.2 Consumo de Energía Eléctrica

El consumo de energía eléctrica de la camaronera James Ordoñez Celi se da principalmente en actividades de tipo domésticas en el campamento donde descansan los trabajadores de la camaronera, en donde se puede describir como fuentes de consumo que cuenta con televisores, ventiladores, refrigeradores e iluminación de las distintas habitaciones, además también como iluminación en las distintas áreas de la camaronera como son la bodega, área de bombeo, etc.

A continuación se encuentra detallado el consumo de energía eléctrica mensual de la camaronera durante el año 2020.

Tabla 4. Consumo Mensual de Energía Eléctrica año 2020

Meses	Consumo de Energía Eléctrica (Kwh)
Enero	1138,0
Febrero	1215,0
Marzo	1011,0
Abril	1353,0
Mayo	940,0
Junio	1504,0
Julio	1042,0
Agosto	1505,0
Septiembre	1582,0
Octubre	1901,0
Noviembre	1042,0
Diciembre	1012,0
Total	15245,0

Herrera, 2021

En la Tabla 4 se puede observar el consumo de energía eléctrica desde enero hasta diciembre del año 2020, contando con un total de consumo de 15245,0 Kwh. además de esto, se representan a continuación los datos de consumo mediante un gráfico estadístico de barras para interpretarlos de mejor manera.

CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA (KWH)

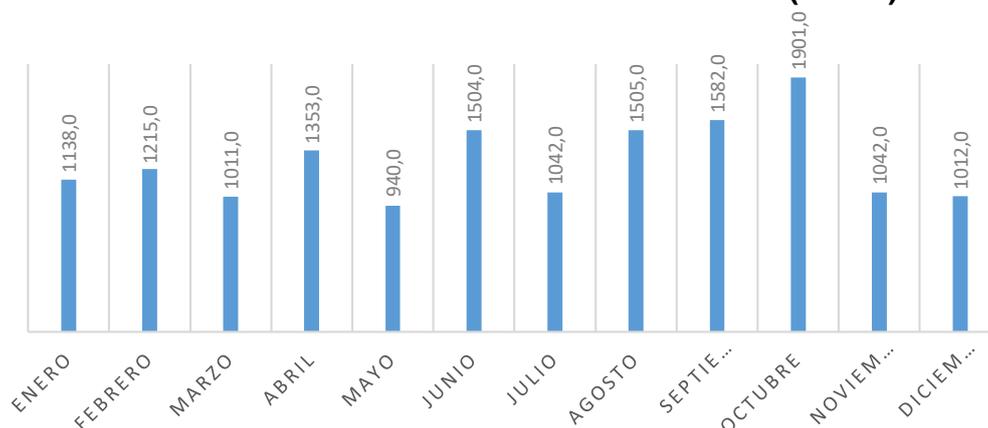


Figura 4. Consumo mensual de Energía Eléctrica año 2020

Herrera, 2021

En la Figura 4 se puede observar la representación del consumo de energía eléctrica de cada mes a través de barras, de esta manera también se pudo interpretar el mes de mayor consumo, siendo el de octubre con 1901 Kwh y a su

vez el de menor consumo siendo el mes de mayo con 940 Kwh. Con los datos obtenidos también se obtiene las medidas de tendencia central como son el promedio de consumo que equivale a 1270,4 Kwh y una mediana de 1176,5 Kwh, además también se determinó la varianza muestral correspondiente a 89030,4 y desviación estándar igual a 298, 4, todo esto representado en la tabla a continuación.

Tabla 5. Medidas de tendencia central del consumo de energía eléctrica

Medidas de tendencia central	
Promedio	1270,4
Mediana	1176,5
Mínimo	940,0
Máximo	1901,0

Herrera, 2021

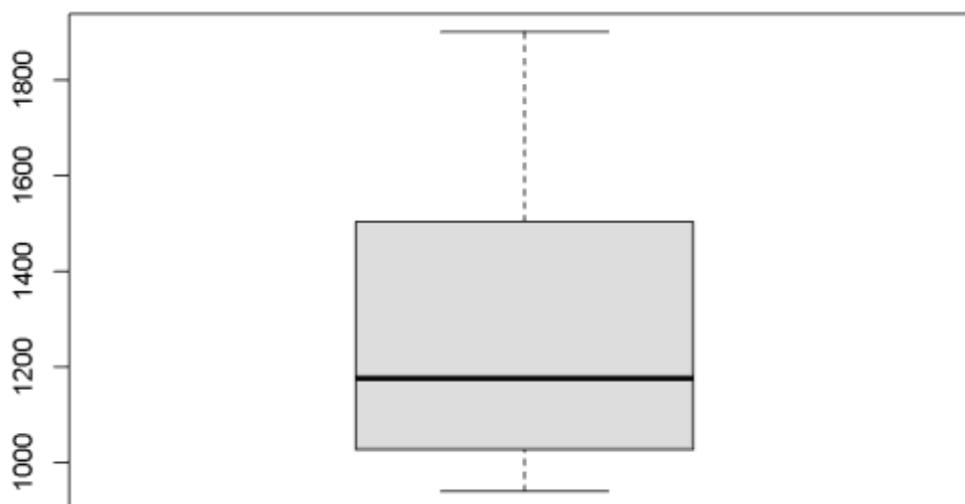


Figura 5. Diagrama de caja y bigotes del consumo de energía eléctrica
Herrera, 2021

En el Figura 5 se demuestra una distribución asimétrica positiva, es decir, tiene un sesgo hacia la derecha. Los datos están concentrados alrededor de la media pero aun así se tiene cierta variabilidad, además de esto la media no está alrededor de la mayoría de los datos y por último no se evidencian valores aberrantes.

4.2.3 Estimación de Emisiones de CO₂ del Consumo de Diésel y Energía Eléctrica

Para realizar la estimación de las emisiones de CO₂ generadas por el consumo de combustible diésel y energía eléctrica en la camaronera James Ordoñez Celi se procedió a relacionar los resultados obtenidos mediante la investigación en el lugar de estudio con los factores de emisión descritos en la Tabla 1, correspondiente a los factores de emisión, los datos se obtuvieron mediante informes de compra de combustible en el caso del consumo de diésel y mediante informes de pago de energía eléctrica en el caso del consumo de energía eléctrica.

La estimación de las emisiones se realiza mediante el cálculo matemático directo, multiplicando el consumo por el factor de emisión correspondiente de acuerdo a la Tabla 1, es decir, se empleó las siguientes fórmulas.

$$1). \text{ Kg CO}_2 = D \times FE \qquad 2). \text{ Kg CO}_2 = Kwh \times FE$$

Donde **D** representan los galones de diésel totales consumidos a lo largo del año 2020, **Kwh** representa el consumo de energía eléctrica del año 2020 y **FE** representa al factor de emisión correspondiente a cada unidad de consumo.

A continuación se muestra el resultado de la estimación mensual de las emisiones de CO₂ para cada medida de consumo, primeramente se describe en la Tabla 6 los datos de emisiones respectivos a cada mes de acuerdo con el consumo de diésel, además se expresa el total de emisiones del año 2020 por consumo de diésel.

Tabla 6. Emisiones de CO₂ por consumo de diésel

Meses	Consumo mensual (gal)	Emisión de CO₂ (Kg CO₂)
Enero	905,40	614,77
Febrero	643,80	437,14
Marzo	712,40	483,72
Abril	732,48	497,35
Mayo	846,66	574,88
Junio	882,30	599,08
Julio	737,80	500,97
Agosto	775,18	526,35
Septiembre	892,61	606,08
Octubre	1093,70	742,62
Noviembre	1230,60	835,58
Diciembre	1269,09	861,71
Total	10722,02	7280,25

Herrera, 2021

Posteriormente en la Tabla 7 se expresan los datos de emisiones respecto al consumo de energía eléctrica correspondiente a cada mes del año, así mismo se detalla el total de emisiones generadas por el mismo durante el año 2020 en la camaronera James Ordóñez Celi.

Tabla 7. Emisiones de CO₂ por consumo de energía eléctrica

Meses	Consumo Mensual (Kwh)	Emisión de CO₂
Enero	1138,0	206,0
Febrero	1215,0	219,9
Marzo	1011,0	183,0
Abril	1353,0	244,9
Mayo	940,0	170,1
Junio	1504,0	272,2
Julio	1042,0	188,6
Agosto	1505,0	272,4
Septiembre	1582,0	286,3
Octubre	1901,0	344,1
Noviembre	1042,0	188,6
Diciembre	1012,0	183,2
Total	15245,0	2759,3

Herrera, 2021

A partir de los datos obtenidos de la estimación de emisiones se puede interpretar el consumo que aporta en mayor grado a las emisiones totales del año 2020, el total de las emisiones en conjunto con la diferencia entre las mismas se representa a continuación en la Tabla 8.

Tabla 8. Emisión total de CO₂

	Consumo	Factor de Emisión	Kg CO₂
Diésel	10722,02 gal	0,679 Kg CO ₂ /gal	7280,25
Energía Eléctrica	15245,00 Kwh	0,181 Kg CO ₂ /Kwh	2759,35
		Total	10039,60

Herrera, 2021

Posteriormente se estableció el porcentaje de emisión para cada factor de consumo y se encuentra representado mediante un gráfico estadístico de tipo pastel a continuación en la Figura 6.

Porcentaje de emisiones

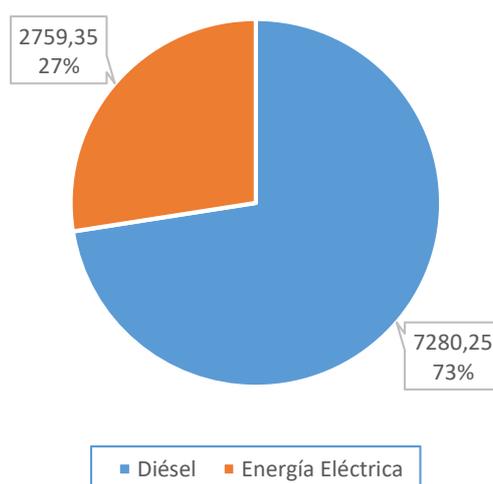


Figura 6. Porcentaje de emisiones totales
Herrera, 2021

A través de la Figura 6 se puede interpretar que las emisiones generadas en la camaronera James Ordoñez Celi se dan principalmente por la quema o consumo de diésel en comparación con las emisiones generadas por el consumo de energía eléctrica.

4.3 Establecimiento de medidas de mitigación para reducir las emisiones atmosféricas de la camaronera “James Ordoñez Celi”

En base a los resultados obtenidos de la investigación realizada en la camaronera James Ordoñez Celi se propuso establecer un plan de medidas con el objetivo de mitigar el impacto ambiental generado por la actividad camaronera y más específicamente mitigar las emisiones de CO₂ generadas por el consumo de diésel y de energía eléctrica.

4.3.1 Alcance

Mejorar la gestión del consumo de diésel y energía eléctrica en la camaronera James Ordoñez Celi.

4.3.2 Objetivos

- Controlar el consumo de diésel y energía eléctrica empleados en los diferentes procesos en la camaronera James Ordoñez Celi.
- Reducir las emisiones de CO₂ a la atmósfera, disminuyendo los impactos negativos de la actividad camaronera.

4.3.3 Acciones

La camaronera James Ordoñez Celi requiere un plan de mejoras enfocado en la reducción del consumo de combustible diésel utilizado en los diferentes procesos, para esto primero se tiene claro que en el lugar de estudio no existe una guía o inventario que registre el consumo de diésel, con la premisa antes mencionada se propone implementar las siguientes acciones de control.

A su vez se pudo observar malas prácticas en el aspecto ambiental, de modo que se propone también medidas para la mitigación de impactos ambientales que puedan generarse por la actividad camaronera.

Tabla 9. Medidas de control para el consumo de diésel y energía eléctrica

TIPO DE CONTROL	DESCRIPCIÓN GENERAL	COSTO	EFFECTIVIDAD
Técnico	Elaboración e implementación de un registro de consumo diario de diésel (Ver Tabla 10).	Bajo	Media debido a que no establece límites de consumo.
Técnico	Establecimiento de horarios de funcionamiento para los aireadores.	Bajo	Alta en fase inicial, pero no garantiza el cumplimiento de los horarios.
Mecánico	Establecer el mantenimiento periódico de los motores de bombeo y de aireadores.	Alto	Alta, el mantenimiento periódico de los motores evita el consumo excesivo por deterioros mecánicos.
Técnico	Elaboración de un formato para el registro del consumo de energía eléctrica mensual en Kwh (Ver Tabla 11).	Bajo	Media debido a que solo lleva un registro general.
Mecánico	Establecer el mantenimiento de los electrodomésticos y luminarias en la camaronera.	Alto	Alta, el mantenimiento de los electrodomésticos y luminarias, garantizará el consumo adecuado.
Técnico	Capacitar a los trabajadores sobre los formatos para el registro de consumos.	Bajo	Alta, estableciendo un orden para los trabajadores se mejorará el manejo del consumo dentro de la camaronera.

correspondiente al diésel consumido en esas áreas respectivamente, el Total corresponde a la sumatoria de los consumos y por último Responsable y Firma de quién registra el consumo.

Horarios de funcionamiento para los aireadores

Se plantea realizar un seguimiento al consumo que llevan los aireadores de la camaronera, es decir, determinar cuáles son los procedimientos para cargar combustible y por cuánto tiempo al día funcionan los aireadores. De esta manera, se podrían establecer horarios efectivos para su funcionamiento.

Considerando que de acuerdo con (Boyd, 2020), la aireación mecánica representa un elemento importante en el crecimiento de los camarones, además reconoce que la necesidad de aireación mecánica depende de una variedad de aspectos como las toneladas métricas de camarón en crecimiento, la demanda de oxígeno diaria para el camarón, etc. además sugiere que la experiencia práctica y el monitoreo constante de la concentración de oxígeno disuelto son las formas más habituales de determinar la potencia requerida y los horarios de operación diarios para los aireadores.

Mantenimiento periódico de los motores de bombeo y de aireadores.

La camaronera requiere un plan de mantenimiento periódico de los motores de bombeo y de aireadores, de esta manera se podrá garantizar el funcionamiento correcto de los mismos y evitar un posible consumo excesivo de diésel.

Registro de consumo de energía eléctrica mensual en Kwh

A continuación, se presenta el formato para el registro del consumo de energía eléctrica mensual dentro de la camaronera James Ordoñez Celi.

Tabla 11. Formato para el registro de consumo mensual de energía eléctrica

CAMARONERA "JAMES ORDOÑEZ CELI"					
Registro de Consumo de Energía Eléctrica					
Responsable: _____					
Mes	Medidor 1	Medidor 2	Medidor 3	Medidor 4	Total
Enero					
Febrero					
Marzo					
Abril					
Mayo					
Junio					
Julio					
Agosto					
Septiembre					
Octubre					
Noviembre					
Diciembre					

Herrera, 2021

En la Tabla 11 se muestra el formato propuesto para el registro de consumo de energía eléctrica en Kwh para cada mes del año correspondiente y seccionado entre los 4 medidores distribuidos en la camaronera.

Medidas de mitigación de impacto ambiental

A su vez, también se plantean medidas de mitigación de impacto ambiental para las actividades camaroneras, ya que mediante observación se evidenció deficiencias en el manejo de los desechos y otros parámetros dentro de la camaronera. Estas medidas planteadas están en base a las observaciones que se mencionan en la Tabla 12:

Tabla 12. Medidas de mitigación de impacto ambiental

Observaciones	Medidas propuestas	Presupuesto
Se encontró recipientes vacíos y sacos de productos en el perímetro de la camaronera.	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar un área de almacenamiento temporal para la disposición de residuos comunes y otra para residuos peligrosos. • Establecer horarios para limpieza y recolección de desechos. • Clasificar los desechos en categorías no peligrosos y peligrosos; y, almacenarlos en las bodegas respectivas. 	\$120
Se observó que el área de almacenamiento de combustibles no cuenta con una geomembrana que evite la filtración de un posible derrame.	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer área para el almacenamiento de combustibles adecuada para prevenir fugas. • Implementar geo membrana para evitar filtración de combustible en caso de derrame. 	\$600
El área de almacenamiento de sustancias químicas no tiene un orden adecuado y las hojas de seguridad correspondientes no se encuentran visibles.	<ul style="list-style-type: none"> • Clasificar el área de almacenamiento de sustancias químicas, con las respectivas hojas de seguridad. • Establecer la limpieza periódica del área de almacenamiento de sustancias químicas. 	\$20

5. Discusión

Una vez obtenidos los resultados de la investigación realizada, a continuación se presenta la discusión del tema planteado en cuanto a los aspectos sobre los que se va a establecer una comparativa como son: proceso de producción de la camaronera, consumo de diésel y medidas de mitigación.

En el caso de los procesos de producción de camarón en la camaronera Biocuaajuma J. M. S.A. en el Puerto del Morro, provincia del Guayas, (Magallanes, 2017) indica que entre las principales actividades que se realizan en la actividad camaronera están la preparación de las piscinas, aclimatación y siembra, operación y mantenimiento. A su vez (Hernández & Camilo, 2015) indica en su artículo que las actividades de las camaronicultura en la región caribe de Colombia, a la extracción de materias primas para insumos, la larvicultura, el engorde en piscinas, el transporte hasta planta de procesamiento, procesamiento y distribución. Con respecto al proceso de producción de la camaronera “James Ordoñez Celi”, se describió mediante diagrama de flujo que las actividades que se realizan son la preparación de larvas, preparación de lagunas, siembra, pre cría y engorde y cosecha.

En el aspecto de consumo de diésel de la camaronera “El Robalo” en Huaquillas, provincia de El Oro (Campoverde & Molina, 2009) determinaron un promedio de consumo mensual de 540 galones de diésel correspondientes al área de bombeo. Mientras que en la camaronera “Caveyfa” en Santa Rosa, provincia de El Oro, (Ordoñez, 2015) determinó mediante una investigación un promedio de consumo mensual de 630 galones de diésel que corresponden a los motores de bombeo. Con respecto al consumo de diésel en la camaronera “James Ordoñez Celi” en Machala, provincia de El Oro, la investigación

determinó en promedio 893 galones de diésel correspondientes al área de bombeo y a los aireadores mecánicos.

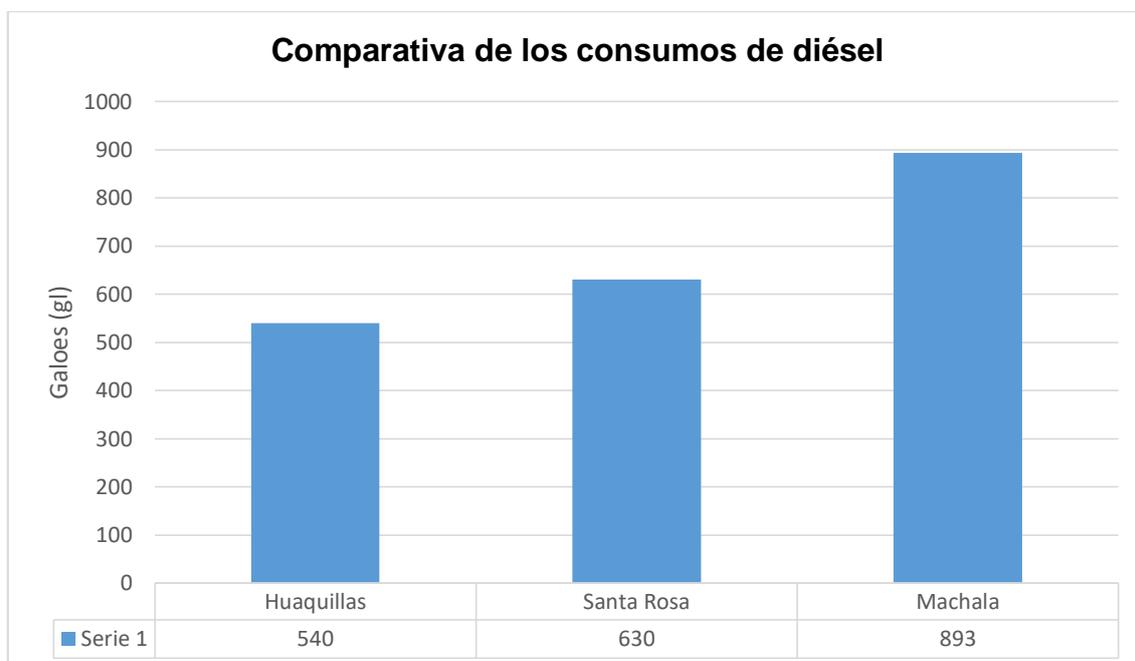


Figura 7. Comparativa de los consumos de diésel Herrera, 2021

En lo que concierne a medidas de mitigación de impacto ambiental en la camaronera “Caveyfa” en Santa Rosa, (Ordoñez, 2015) destacó el control y mantenimiento de los motores de bombeo; la limpieza de los tanques de combustible y de motor; chequeo de válvulas, cambio de aceite y filtros; y, control de los componentes eléctricos del motor. Por su parte (Sánchez, 2016) en la camaronera “Garaycam C.A.”, sugirió como medida de mitigación un programa de mantenimiento de equipos para optimizar el funcionamiento de los mismos y reducir las emisiones hacia la atmósfera. En el aspecto de mitigación de impacto ambiental en la camaronera “James Ordoñez Celi” se propuso una serie de medidas de mitigación enfocadas principalmente a la reducción del consumo de diésel como son la implementación de un registro de consumo de diésel y de consumo de energía eléctrica; establecimiento de mantenimiento periódico de los equipos y motores; determinar horarios de funcionamiento para aireadores;

además, de las medidas enfocadas a la reducción del consumo se establecieron medidas de mitigación de impacto ambiental como la implementación de una geomembrana para evitar filtración de combustible hacia el componente suelo; establecer horarios de limpieza y recolección de desechos en el perímetro de la camaronera; y, establecer un área de almacenamiento correctamente clasificada para residuos comunes y no comunes.

6. Conclusiones

La investigación realizada en la camaronera “James Ordoñez Celi” sirvió para conocer las actividades llevadas a cabo en el proceso de producción de la camaronera y su influencia en las emisiones de CO₂ hacia la atmósfera. Con respecto a los objetivos específicos planteados para el trabajo de investigación se concluye lo siguiente:

El diagrama de flujo elaborado del proceso de producción de la camaronera “James Ordoñez Celi” permitió identificar el orden de los procesos de la camaronera, además se pudo identificar que las emisiones generadas en el proceso productivo corresponden principalmente al área de bombeo y a la aireación mecánica de las piscinas las cuales representan el consumo de diésel en la camaronera, a su vez también se pudo evidenciar un consumo moderado de energía eléctrica indirectamente del proceso productivo.

La estimación de las emisiones de CO₂, permitió concluir que el consumo de diésel representa mayor cantidad de emisiones que el consumo de energía eléctrica en la camaronera, tomando en cuenta que el consumo energético de la camaronera es empleado únicamente para actividades de tipo doméstico y no directamente relacionado a los procesos. A su vez, también se pudo resaltar que las emisiones totales del consumo de diésel y energía eléctrica en la camaronera son de 10039,60 Kg CO₂ en total.

Con respecto al establecimiento de medidas de mitigación en la camaronera, se requieren medidas enfocadas a la reducción del consumo, también se pudo observar deficiencias en el manejo de desechos, para lo cual se planteó medidas de mitigación de impacto ambiental enfocado en la clasificación de residuos y limpieza del perímetro.

7. Recomendaciones

En base a los resultados obtenidos y a las conclusiones expuestas se recomienda lo siguiente:

Implementar las medidas planteadas en el objetivo de mitigar los impactos ambientales resultantes de la actividad camaronera, reduciendo el consumo de diésel y energía eléctrica; y, por consiguiente las emisiones de CO₂ hacia la atmósfera.

Realizar un seguimiento al funcionamiento de aireadores, tomando en cuenta el oxígeno disuelto en las piscinas y demás factores, para que de esta manera se pueda establecer horarios de funcionamiento adecuados, para evitar el consumo excesivo de combustible diésel, a su vez se propone implementar como alternativa al consumo de diésel, aireadores que operen con energías alternativas como por ejemplo paneles solares.

Se recomienda investigar más acerca de los impactos ambientales de la actividad camaronera, enfocado a otras áreas de la misma, como el procesamiento y comercialización del mismo.

8. Bibliografía

- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. (2021). *Emisiones de dióxido de carbono*. Obtenido de Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos: <https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/emisiones-de-dioxido-de-carbono>
- Aránguez, E., Ordóñez, J., Serrano, J., Aragonés, N., Fernández-Patier, R., Gandarillas, A., & Galán, I. (1999). Contaminantes atmosféricos y su vigilancia. *Revista Española de Salud Pública*, 73(2), 123-132. Obtenido de <https://www.scielosp.org/article/resp/1999.v73n2/123-132/es/>
- Arevalo, N. (2014). Diagnóstico del Sector Camaronero en el Cantón El Guabo 2013. *Tesis de Grado*. Universidad Técnica de Machala, Machala. Obtenido de http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1985/7/CD670_TESIS.pdf
- Balseca, L., & Castro, M. (2016). Análisis de las Normas Ambientales Aplicables al Comercio Internacional y su Incidencia en las Exportaciones Ecuatorianas de Camarón. *Tesis de Grado*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/23823>
- BBC. (2019). Cambio climático: los gráficos animados que muestran los 15 países que más CO2 emitieron en los últimos 20 años. *BBC*. Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-50811389>
- Benavides, H., & León, G. (2007). *INFORMACIÓN TECNICA SOBRE GASES DE EFECTO INVERNADERO Y EL CAMBIO CLIMÁTICO*. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Obtenido de

<http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gases+de+Efecto+Invernadero+y+el+Cambio+Climatico.pdf/7fabbbd2-9300-4280-befec11cf15f06dd#:~:text=Los%20gases%20de%20efecto%20invernadero%20o%20gases%20de%20invernadero%20son,la%20atm%C3%B3sfera%20y%20las%20n>

Borrás, C. (2018). *Principales fuentes de emisión de CO2*. Obtenido de Ecología Verde: https://www.ecologiaverde.com/principales-fuentes-de-emision-de-co2-404.html#anchor_3

Boyd, C. (2020). *Global Aquaculture Alliance*. Obtenido de <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/uso-de-energia-en-la-aireacion-de-estanques-acuicolas-parte-1/>

Campoverde, R., & Molina, R. (2009). Auditoría Ambiental Inicial de Cumplimiento con la Legislación Ambiental Vigente para la Camaronera "El Robalo", Cantón Huaquillas- Provincia de El Oro. *Tesis de Grado*. Escuela Politécnica Nacional , Quito. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1255>

Carrillo, C., & Papacristofilou, S. (2013). *Gobierno de México*. Obtenido de Dirección de Movilidad y Transporte: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/241728/DieselFT.pdf>

Celemín, M. (2018). *Universidad de León*. Obtenido de <https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/8898/Trabajo%20de%20una%20fuerza.%20Teoremas%20energ%C3%A9ticos.%20.pdf?sequence=1>

Congreso Ecuatoriano de Acuicultura y Aquaexpo. (2013). *Escuela Superior Politécnica del Litoral*. Obtenido de

<https://studylib.es/doc/6486478/estimaci%C3%B3n-de-la-huella-de-carbono-del-cultivo-de-camar%C3%B3n-en>

Constitución del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Montecristi.

Constitución del Ecuador. (2008). *Constitución del Ecuador*. Montecristi.

Córdova, S. (2019). Camaroneras y Medio Ambiente. *ESRI*. Obtenido de <https://www.arcgis.com/apps/Cascade/index.html?appid=3e684000e7994030aca13bb172752cf1>

Establecimiento Público Ambiental. (2015). *Factores de Emisión*. Cartagena: Observatorio ambiental de Cartagena de Indias. Obtenido de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/gestion-ambiental/seguimiento-y-monitoreo/protocolo-monitoreo-calidad-del-aire-en-la-ciudad-de-cartagena/factores-de-emision/>

Global Carbon Atlas. (2019). *Fossil Fuel Emissions*. Obtenido de Global Carbon Atlas: <http://www.globalcarbonatlas.org/en/CO2-emissions>

Gobierno Islas Baleares. (2011). *Gobierno Islas Baleares*. Obtenido de <http://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=MCRST234ZI97531&id=97531>

Hernández, J., & Camilo, G. (2015). *Revista Gestión y Ambiente*. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/51162/54426>

Herrera, L., & Solórzano, G. (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. *Tesis de Grado*. Escuela Politécnica Nacional, Quito. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17480>

Herrera, Rojas , & Anchía. (2018). *Revista de Ciencias Ambientales*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6231080>

Hertwich, E., & Peters, G. (2009). Carbon footprint of nations: A global, Trade-linked analysis. *Environmental Science Technologies*, 6414-6420.

Hubenthal, A. (2010). *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*.

Obtenido de Academia edu:

https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/47201582/06_Ecuador_NIP_transport_mitigation.pdf?1468375187=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DEvaluacion_del_sector_transporte_en_Ecua.pdf&Expires=1622060788&Signature=OICbJkjM8jajiPK2ejR4-7nINI6QVxqT

IPCC. (2013). *Glosario*.

IPCC. (2019). *El IPCC actualiza la metodología para los inventarios de gases de efecto invernadero*. IPCC.

Magallanes, D. (2017). Realizar un Análisis y Estudio para la Elaboración de un Plan Ambiental Integral en la Camaronera BIOCUAJUMA J.M. S.A. en el Puerto del Morro Provincia del Guayas. *Tesis de Grado*. Universidad Estatal Península de Santa Elena, Libertad. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/46000/4480/UPSE-TII-2018-0040.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Manene, L. (2011). *Academia.edu*. Obtenido de

https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/60656037/Los_diagramas20190920-8696-u4r0qz.pdf?1568997372=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DEI_28_julio_2011_en_Estructura_Or

ganizat.pdf&Expires=1620409426&Signature=VocVU9Q7Uq329O~faZfe
zZrk2DtCkUOrFv

- Medina, M., Villalba, D., Saavedra, F., Carrasco, J., & Rodríguez, W. (2016). *Factores de emisión considerados en la herramienta de cálculo de la huella de carbono corporativa MVC Colombia*. Bogotá. Obtenido de https://www.acueducto.com.co/wps/html/resources/2018ag/huella_carbono/feb12/18Anexo_17Factores_emision_herramienta_MCV_V6.pdf
- Mera, M. (2019). Capitalismo del desastre, el caso de la nueva acaparación de la tierra para las camaroneras en los sitios aledaños de los cantones Tosagua y Chone, posterior al terremoto del 16 de abril del año 2016. *Trabajo de titulación*. Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, Quito. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17582/1/UPS-QT14016.pdf>
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2011). *MAE trabaja en programas de mitigación y adaptación para reducir emisiones de CO2 en Ecuador*. Obtenido de Ministerio del Ambiente, Agua y Transición ecológica: <https://www.ambiente.gob.ec/mae-trabaja-en-programas-de-mitigacion-y-adaptacion-para-reducir-emisiones-de-co2-en-ecuador/>
- Molina, G., & Rodrigo, M. (2010). *Open Course Ware*. Obtenido de Universidad de Valencia: http://ocw.uv.es/ciencias-de-la-salud/pruebas-1/1-3/t_09nuevo.pdf
- Montaño, N., & Sandoval, A. (2007). Contaminación Atmosférica y Salud. *Elementos: Ciencia y Cultura*, 14(065), 29-33. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/294/29406504.pdf>

Navarro, J. (2017). *Definición ABC*. Obtenido de

<https://www.definicionabc.com/motor/gasoleo-diesel.php>

Oceanidelta S. A. (2016). *Estudio de Impacto Ambiental de la Camaronera*

Edumar . Obtenido de Oceanidelta S. A.:

http://oceanidelta.com.ec/Administrador/html/noticia/files/EsIA_EDUMAR_1.pdf

ONU DI. (2017). *Guía de Recursos Eficientes y Producción más Limpia*.

Obtenido de Naciones Unidas Organización de Desarrollo Industrial:

[http://www.ceer.ec/subidas/1-](http://www.ceer.ec/subidas/1-Guia%20Recursos%20Eficientes%20y%20P+L%20Sector%20Camaronero.pdf)

[Guia%20Recursos%20Eficientes%20y%20P+L%20Sector%20Camaronero.pdf](http://www.ceer.ec/subidas/1-Guia%20Recursos%20Eficientes%20y%20P+L%20Sector%20Camaronero.pdf)

Ordoñez, D. (2015). *Mejoramiento del Proceso Productivo del Camarón para la*

Empresa Camaronera "CAVEYFA" del Cantón Santa Rosa, Provincia de

El Oro. Tesis de Grado. Escuela Politécnica Nacional, Quito. Obtenido de

<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/11367>

Orellana, L. (2001). *Estadística descriptiva*. Buenos Aires: Universidad de

Buenos Aires. Obtenido de

https://www.dm.uba.ar/materias/estadistica_Q/2011/1/modulo%20descriptiva.pdf

Pimienta, J. (2012). *The Institute for Human & Machine Cognition*. Obtenido de

[https://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1V2J9XZYF-B98X90-](https://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1V2J9XZYF-B98X90-3VQC/ESTRATEGIAS%20DE%20ENSE%20C3%91ANZA-APRENDIZAJE.pdf)

[3VQC/ESTRATEGIAS%20DE%20ENSE%20C3%91ANZA-](https://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1V2J9XZYF-B98X90-3VQC/ESTRATEGIAS%20DE%20ENSE%20C3%91ANZA-APRENDIZAJE.pdf)

[APRENDIZAJE.pdf](https://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1V2J9XZYF-B98X90-3VQC/ESTRATEGIAS%20DE%20ENSE%20C3%91ANZA-APRENDIZAJE.pdf)

Presidencia de la República del Ecuador. (2016). *Reglamento a la Ley de pesca*

y Desarrollo pesquero. Quito: Presidencia de la República del Ecuador.

Rendón, M., Villasís, M., & Miranda, M. (2016). *Estadística Descriptiva*.

Obtenido de Revista Alergia México:

<https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755026009.pdf>

Rodríguez, G., Chiriboga, F., & Lojan, A. (2016). Las camaroneras ecuatorianas:

Una polémica medioambiental. *Universidad y Sociedad*, 8(3), 151-156.

Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202016000300020

Romero, N. (2014). Neoliberalismo e industria camaronera en Ecuador. *Letras*

Verdes, Revista latinoamericana de estudios socioambientales FLACSO-Ecuador(15), 55-78. Obtenido de

<https://revistas.flacsoandes.edu.ec/letrasverdes/article/view/1257>

Sánchez, G. (2016). Auditoría Ambiental de Cumplimiento de la Empresa

Camaronera GARAYCAM C.A. *Tesis de Grado*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de

<https://1library.co/document/z1dm5nvz-auditoria-ambiental-cumplimiento-empresa-camaronera-garaycam-c.html>

SINIA. (2019). *Emisiones de Dióxido de Carbono Equivalente*. Obtenido de

Sistema Nacional de Información Ambiental:

<https://sinia.minam.gob.pe/indicadores/emisiones-dioxido-carbono-equivalente>

Tancara, C. (1993). La investigación documental. *Temas Sociales*, 91-106.

Obtenido de <http://www.scielo.org.bo/pdf/rts/n17/n17a08.pdf>

Tecnológico de Monterrey. (2017). *Ahorro de Energía Oportunidades de Ahorro en el Sector Residencial*. Obtenido de Instituto Tecnológico y de

Estudios Superiores de Monterrey:

https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/631495/4_t2s1_c8_pdf_1.pdf?sequence=1

- Tizol, R., Jaime, B., Laria, R., Pérez, L., Machado, R., & Silveira, R. (2004). *INTRODUCCIÓN EN CUBA DEL CAMARÓN BLANCO DEL PACÍFICO L. vannamei. ETAPA 1 CUARENTENA*. Obtenido de Aquadocs: [https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/3588/TRABAJO%20CUARENTENA%20Feb%202017\[1\].pdf?sequence=1](https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/3588/TRABAJO%20CUARENTENA%20Feb%202017[1].pdf?sequence=1)
- Tobey, J., Clay, J., & Vergne, P. (1998). Impactos Económicos, Ambientales y Sociales del Cultivo de Camarón en Latinoamérica. *Resporte*. Universidad de Rhode Island & Centro de Recursos Costeros. Obtenido de https://www.crc.uri.edu/download/MAN_0034.pdf
- TULSMA. (2015). *De la gestión de los recursos costeros*. Quito: MAE.
- Vallejo, A., Vallejo, M., Nájera, J., & Garnier, L. (2017). *Guía metodológica para la huella de carbono y huella de agua en la producción bananera*. FAO.
- Valles, R. (2005). *Centro de Investigaciones del Noroeste*. Obtenido de Estados Unidos Mexicanos: <https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1001/412>
- Wiedmann, T. (2009). Editorial: Carbon footprint and Input-Output Analysis - An introduction. *Economic Sytems Research*, 175-186.

9. Anexos

9.1 Anexo 1. Figura de ubicación y delimitación de la zona de estudio



Figura 8. Mapa "James Ordoñez Celi"
Elaborado por: Herrera, 2021

9.2 Anexo 2. Visita al área de estudio, camaronera James Ordoñez Celi



Figura 9. Caminata por instalaciones
Elaborado por: Herrera, 2021



Figura 10. Observación a piscinas de pre cría y engorde
Elaborado por: Herrera, 2021



Figura 11. Compuerta de ingreso de agua al reservorio
Elaborado por: Herrera, 2021



Figura 12. Muestreo de tamaño de camarones
Elaborado por: Herrera, 2021



Figura 13. Motores del área de bombeo
Elaborado por: Herrera, 2021