

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Marítima, Ciencias Biológicas, Oceánicas y
Recursos Naturales



**“EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE CRECIMIENTO E
INMUNIDAD EN VIEJA AZUL *Andinoacara rivulatus* (Günther,
1860) UTILIZANDO DIETAS CON DIFERENTES NIVELES
PROTÉICOS Y SUPLEMENTADAS CON ASTAXANTINA”.**

PROYECTO INTREGADOR

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO EN ACUICULTURA

Presentado por:

RAFAEL ALBERTO SAMANIEGO CAMACHO

Guayaquil – Ecuador

2015

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitir culminar esta etapa de mi vida, por ser inspiración, soporte y fortaleza, iluminando mi camino a lo largo de mi estancia en la universidad.

Agradezco de manera especial a mis padres Rafael Samaniego Chávez y Margarita Camacho Mera por siempre preocuparse de mi bienestar y fomentar en mí lo importante que es la educación; a mis hermanas Gema, Susana y Johanna por su apoyo diverso e incondicional a lo largo de mi ciclo universitario.

Al Dr. Retamales por su constante guía y apoyo para poder llevar a cabo este trabajo

DEDICATORIA

Dedicada a Dios, a mis padres, hermanos y amigos a quienes amo mucho. Que son parte importante en mi vida y gestores de este logro. A quienes debo todo lo que soy y algún día llegaré a ser.

De manera muy especial dedico este logro a un amigo que no se encuentra con nosotros pero está gozando de la presencia de Dios, mi amigo Hover Mendoza que sé que está satisfecho con mi esfuerzo realizado y fuiste inspiración para Culminar esta etapa de mi vida.

TRIBUNAL DE EVALUACIÓN

EVALUADOR

EVALUADOR

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad del contenido de este Proyecto Integrador nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Rafael Samaniego Camacho

RESUMEN

En el siguiente documento se caracterizará la inmunoestimulación del cíclido americano *Andinoacara rivulatus* (vieja azul), con dietas basadas en diferentes niveles proteínicos y posteriormente adicionando a estas dietas astaxantina, un carotenoide el cual se describe incrementa los niveles inmunológicos en organismos acuáticos.

El proyecto estará compuesto de dos diseños. El primer diseño (90 días), estará enfocada a evaluar parámetros de crecimiento e inmunológicos respecto al nivel de proteína en las dietas: dieta control (C), 25% de proteína, dieta uno (P30) 30% de proteína y dieta dos (P40), 40% de proteína. El segundo diseño (90 días), evaluará la inmunoestimulación de los animales agregando a las diferentes dietas (C, P30, P40), astaxantina a concentración de 1%. Al final del período de cada fase, 36 organismos serán analizados para evaluar los parámetros de crecimiento e inmunológicos en diferentes grupos de 12 peces.

Acorde a los diferentes niveles de proteína administrados se espera que tanto los parámetros de crecimiento e inmunológicos sean estadísticamente diferentes. Así mismo posterior a la adición de astaxantina en las dietas se espera que los parámetros de crecimiento e inmunológicos sean diferentes.

Palabras claves: inmunoestimulación, dieta, *Andinoacara rivulatus*, astaxantina.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	VI
ÍNDICE GENERAL.....	VII
ABREVIATURAS	X
INDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XII
INDICE DE ANEXOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	8
Objetivo general.....	8
Objetivos específicos.	8
CAPÍTULO 1	9
1.1. ANTECEDENTES	9
1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	9
1.3. HIPÓTESIS.....	10
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	10
CAPÍTULO 2.....	11
2. REVISIÓN DE TRABAJOS PREVIOS.....	11
2.1. Influence of supplemented diet with <i>Pediococcus acidilactici</i> on nonspecific immunity and stress indicators in green terror (<i>Aequidens rivulatus</i>, Günther, 1860) during hypoxia. (Alireza, N., Gholamreza, R., Mohammadali, N., Hadi, R., 2015).....	11

2.2. The effect of <i>Pediococcus acidilactici</i> bacteria used as probiotic supplement on the growth and non-specific immune responses of green terror, <i>Aequidens rivulatus</i> Günther, 1860 (Alireza, N., Gholamreza, R., Mohammadali, N., Omid, S., 2013)	12
2.3. Aspectos bioecológicos de <i>Aequidens rivulatus</i> (Günther, 1860), (Pisces: Cichlidae) del humedal de Villa María, Chimbote (Perú) para su futuro cultivo (Mendoza Rodríguez R., 2004).....	12
CAPÍTULO 3	14
3. MATERIALES Y MÉTODOS	14
3.1 Obtener alevines por desove en laboratorio para la ejecución de los bioensayos	14
3.1.1 Obtención de reproductores.....	14
3.1.2. Aclimatación	15
3.1.3. Desove	17
3.1.4. Eclosión	18
3.1.5. Alevinaje.....	19
3.2. Elaborar dieta base y dietas con diferentes niveles proteicos.	22
3.2.1. Preparación de dietas.....	22
3.3. Diseño experimental	26
3.3.1. Diseño experimental 1. Efecto del nivel proteico en los parámetros de crecimiento e inmunidad.....	26

3.3.2. Diseño experimental 2. Efecto del nivel proteico suplementado con astaxantina en los parámetros de crecimiento e inmunidad.	26
3.3.3. Parámetros abióticos	27
3.4. Parámetros de crecimiento	27
3.5. Estimar los índices inmunológicos de los peces (actividad de la lisozima, inmunoglobulina total) bajo los diferentes tratamientos.	27
3.5.1. Análisis de parámetros inmunológicos	28
3.6. Análisis estadístico	28
CAPÍTULO 4.....	30
4. RESULTADOS ESPERADOS.....	30
CAPÍTULO 5.....	31
5.1. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	31
5.1.1. CONCLUSIONES	31
5.1.2. RECOMENDACIONES	32
ANEXOS.....	34
BIBLIOGRAFÍA.....	44

ABREVIATURAS

FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
° C	Grados Celsius
mcg/kg	Microgramos/kilo
mg/l	Miligramos/ litro
min	Minuto
nm	Nanómetro
pg/ml	Picogramo/mililitro
'	Prima
Pvc	Policloruro de vinilo
pH	Potencial de hidrogeno
rpm	Revoluciones por minuto

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. <i>Andinoacara rivulatus</i>	3
FIGURA 2. Pareja de <i>Andinoacara rivulatus</i>	4
FIGURA 3. Distribución de <i>Andinoacara rivulatus</i>	5
FIGURA 4. Pareja de <i>Andinoacara rivulatus</i> maduras sexualmente (cortejo)	6
FIGURA 5. Reproductores de <i>Andinoacara rivulatus</i>	15
FIGURA 6. Tanques de aclimatación para reproductores de <i>Andinoacara rivulatus</i>	16
FIGURA 7. Aclimatación de reproductores de <i>Andinoacara rivulatus</i>	17
FIGURA 8. Desove de <i>Andinoacara rivulatus</i>	18
FIGURA 9. Larvas de <i>Andinoacara rivulatus</i> post eclosión	19
FIGURA 10. Tanque de 1000 l con sistema de flujos de agua.	20
FIGURA 11. Alevines de <i>Andinoacara rivulatus</i>	21
FIGURA 12 Tallas de alevines de <i>Andinoacara rivulatus</i>	21
FIGURA 13 Peso de 10 alevines de <i>Andinoacara rivulatus</i>	22

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción taxonómica de <i>Andinoacara rivulatus</i>	2
Tabla 2. Formulación y composición química de las dietas experimentales para <i>Andinoacara rivulatus</i> (Dieta control 25% de proteína).	23
Tabla 3. Formulación y composición química de las dietas experimentales para <i>Andinoacara rivulatus</i> (Dieta P30 30% de proteína)	24
Tabla 4. Formulación y composición química de las dietas experimentales para <i>Andinoacara rivulatus</i> (Dieta P40 40% de proteína)	25

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Cronograma de actividades.....	35
Anexo 2. Acuarios para inducir al desove de <i>Andinoacara rivulatus</i>	36
Anexo 3. Alevines de <i>Andinoacara rivulatus</i>	37
Anexo 4. Larvas de <i>Andinoacara rivulatus</i>	38
Anexo 5. Macho de <i>Andinoacara rivulatus</i> protegiendo a las larvas	39
Anexo 6 Alevines de <i>Andinoacara rivulatus</i> comiendo flake	40
Anexo 7. Alevines de <i>Andinoacara rivulatus</i> en tanque de 1000 litros.....	41
Anexo 8 Peso de 10 alevines de <i>Andinoacara rivulatus</i>	42
Anexo 9 Muestreo de 10 alevines de <i>Andinoacara rivulatus</i>	43

INTRODUCCIÓN

La familia Cichlidae es una de las más importantes en la acuicultura, la cual cuenta con aproximadamente 1000 especies (Figuroa, L., Figuroa, J., 2007), la mayoría son de importancia ornamental y otras son importantes en la producción de carne para el consumo humano.

Las especies autóctonas en el Perú parecen no ser muy atractivas económicamente para los acuicultores, pero diversas instituciones de investigación y universidades del mundo han centrado su atención e invertido esfuerzos para desarrollar paquetes tecnológicos para la explotación de sus especies nativas (Nirchio, M., Pérez J., 2002).

En el informe emitido por FAO 2014 indican que la producción de peces ornamentales suma un monto alrededor de US \$ 222,4 millones, aproximadamente 2% del mercado mundial de pescado total producido (FAO, 2014).

El porcentaje más significativo del mercado de peces pertenece a los peces ornamentales, especies que pertenecen al grupo de agua dulce (Ross-on-Wye, 2001).

La familia Cichlidae es el grupo más diverso y complejo de peces ornamentales en la industria, tanto física y conductualmente (Roy, R., Yanong, V., 1996). *A. rivulatus* (vieja azul), es un pez cíclido procedente de Ecuador y Perú (Stawikowski, R., Werner, U., 1998) (Schaafsma, SM., Groothuis, T., 2012).

La prioridad en acuicultura es tener un animal más robusto-rústico, el incremento de la funcionalidad del sistema inmune de la fauna acuática y la disminución de la mortalidad. Diversos compuestos químicos como estimuladores de crecimiento y probióticos se están utilizando para alcanzar estos objetivos (Hoseinifar, SH., Khalili, M., Khoshbavar, A., Rostami, H., Esteban, MÁ., 2013).

Con el afán de diversificar la acuicultura en Ecuador, se está investigando y generando información sobre esta especie nativa *Andinoacara rivulatus* la cual presenta la siguiente descripción taxonómica.

Tabla 1 Descripción taxonómica de *Andinoacara rivulatus*

Descripción taxonómica	
Phylum	Chordata
Subphylum	Vertebrata
Superclase	Pisces
Clase	Osteichthyes
Superorden	Acanthopterygii
Orden	Perciformes
Suborden	Percoidei
Familia	Cichlidae
Subfamilia	Cichlasomatinae
Género	<i>Andinoacara</i>
Especie	<i>Andinoacara rivulatus</i> (Günther, 1860)
Nombre común	Vieja azul, mojarra.

FIGURA 1. *Andinoacara rivulatus*

Fuente: **AFC** (AFC, 2011)

Andinoacara rivulatus, es un cíclido americano de gran tamaño. Los machos pueden alcanzar los 30 cm y las hembras suelen quedarse en los 20 cm. Es un especie bentopelágica de agua fresca tropical con una temperatura oscilatoria entre 20°C - 24°C.

Posee un cuerpo alto y comprimido lateralmente; y cuatro o cinco manchas detrás de la mancha lateral (Sifuentes, M., 1992).

Tanto los machos como las hembras tienen en la zona del mentón y la mejilla múltiples líneas de color azul eléctrico y una mancha negra a la mitad del costado (Sifuentes, M., 1992).

Los machos adultos desarrollan con el tiempo una joroba. La hembra es de un color verde oliva sin los reflejos metálicos del macho (Gomez, P., 2002).

Es posible observar que la diferencia entre machos y hembras radica en la forma de las aletas. Los machos poseen la aleta dorsal y anal más larga mientras que la aleta caudal de los machos es reticulada (Gomez, P., 2002).

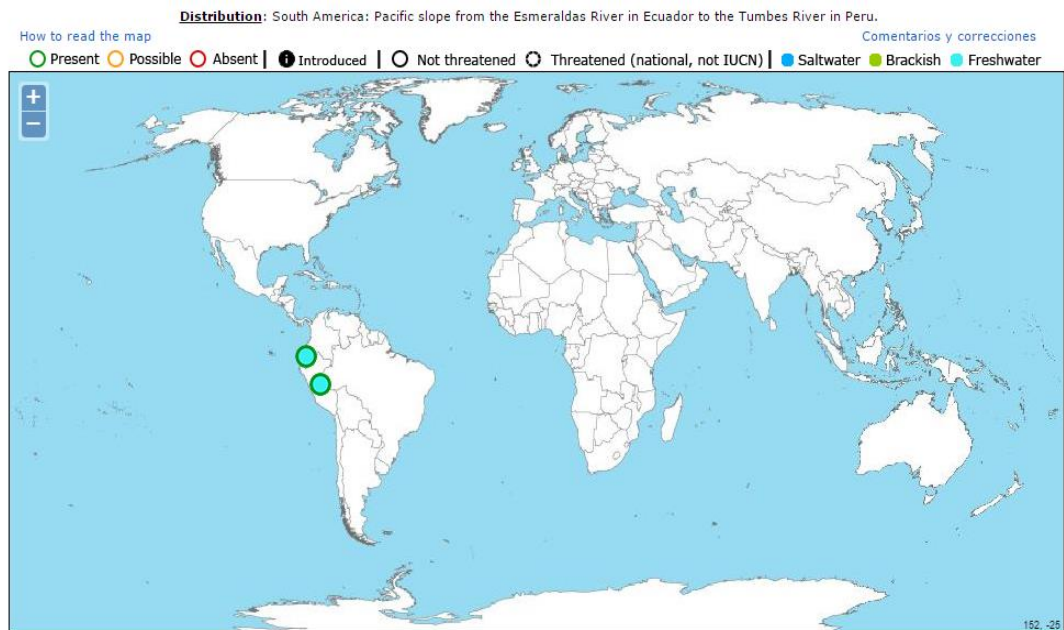
FIGURA 2. Pareja de *Andinoacara rivulatus*



Fuente: **TONIL** (Tonil, 2010)

Esta especie se distribuye desde el río Esmeralda, en Ecuador, hasta el río Pisco en Perú (Belelli, S., 2002).

FIGURA 3. Distribución de *Andinoacara rivulatus*



Fuente: **FISHBASE** (FISHBASE, 2012)

La variedad “goldsaum” se encuentra desde el río Esmeraldas y sus tributarios y todo el sistema del río Guayas en Ecuador. En Perú se encuentra desde los ríos Tumbes, Zarumilla hasta el río Piura (Belelli, S., 2002).

La variedad “silversaum” se distribuye sólo en Perú, desde el río Piura hasta el río Pisco, con pequeñas variaciones entre la variedad norteña (Belelli, S., 2002). La madurez sexual oscila en las tallas de 18 cm (Cabanilla, M., Pacheco, J., 2012).

FIGURA 4. Pareja de *Andinoacara rivulatus* maduras sexualmente (cortejo)



Fuente: **TONIL** (Ciclidos de Mexico)

La función que cumplen los carotenoides, principalmente es de oxicarotenoide astaxantina (3,3' dihidroxi- β,β -caroteno-4, 4'-diona) en la pigmentación y nutrición de una variedad de especies de crustáceos y peces es de interés global en la acuicultura. La función exclusiva de la astaxantina, el principal pigmento natural presente en los salmónidos, en los procesos metabólicos críticos está recibiendo gran atención. Dado que las especies acuáticas son incapaces de sintetizar carotenoides *de novo*, la astaxantina o precursores apropiados deben ser suministrados en la dieta o estar presentes en los alimentos naturales del sistema de cultivo. Trabajos japoneses iniciales sobre rutas carotenoides en camarones peneidos, como *Penaeus japonicus*, han documentado la importancia de la astaxantina en el metabolismo de crustáceos (Meyers, S., 2000). Otros estudios relacionados con la astaxantina de crustáceos son

citados, resaltando el problema de “camarón azul” con *Penaeus monodon* (Meyers, S., 2000). Algunos de los papeles biológicos y nutricionales de importancia que han sido atribuidos a la astaxantina, entre otros, son su función como una provitamina A, sus fuertes propiedades antioxidantes, junto con un papel nutricional en la primera alimentación en dietas para acuicultura y en la fecundidad de reproductores. Una similitud en la actividad antioxidante de la astaxantina y la vitamina E ha sido demostrada, sugiriéndose que la astaxantina debería ser considerada como una "supervitamina E" (Meyers, S., 2000). Numerosos ensayos alimenticios han sido realizados con salmónidos, incluyendo el papel de la astaxantina en la absorción, transporte y retención, así como las relaciones del coeficiente de digestibilidad con el metabolismo de lipoproteínas y otras funciones fisiológicas. Investigaciones con otros peces están demostrando que los carotenoides dietarios juegan un papel importante en la reproducción y la respiración. Varias pruebas alimenticias han mostrado que el suplemento de carotenoides en la dieta mejora la eficiencia alimenticia, acelera la tasa de crecimiento y mejora la sobrevivencia larvaria (Meyers, S., 2000).

El importante papel de la astaxantina en procesos trofodinámicos acuáticos naturales también es discutido en este trabajo. Los carotenoides han mostrado que protegen las células de los efectos de compuestos oxidantes y peroxidantes (Kurshize, M., Okimasu, E., Inoue, a., and Utsuma, k., 1990.), así como juegan un importante papel en el incremento de la respuesta inmune. La reactividad de carotenoides con radicales libres y estados de excitación del oxígeno, tales como el oxígeno “singlet”, está igualmente

bien documentada, indicando su papel como antioxidantes naturales efectivos (Burton, G., 1989.).

OBJETIVOS

Objetivo general.

Analizar los efectos de dietas con diferentes niveles de proteína y dietas con diferentes niveles de proteína suplementadas con astaxantina en los parámetros de crecimiento e inmunológicos en la vieja azul.

Objetivos específicos.

- Obtener alevines por desove en laboratorio para la ejecución de los bioensayos.
- Elaborar dieta base y dietas con diferentes niveles proteicos.
- Elaborar dieta base y dietas con diferentes niveles proteicos suplementadas con astaxantina.
- Estimar los índices inmunológicos de los peces bajo los diferentes tratamientos (dieta base y dietas con diferentes niveles proteínicos y dietas suplementadas con astaxantina).
- Determinar estadísticamente diferencias significativas en los parámetros estimados en los diferentes tratamientos.

CAPÍTULO 1

1.1. ANTECEDENTES

La Escuela Superior Politécnica del Litoral ha desarrollado la tecnología para obtener alevines de vieja azul, los cuales procederán a ser el stock para repoblar ciertos embalses de la provincia de Los Ríos y realizar piscicultura con esta especie endémica que ha sido desplazada y reducida su población por factores antropogénicos (Eppink, 2004. Modelling), de este modo se podrá estabilizar la población de esta especie y servirá para poder obtener información importante acerca de niveles de crecimiento del animal en piscina, índices de factor alimenticio, porcentaje de supervivencia y atractividad del producto; todos estos aspectos podrán ser evaluados en laboratorio durante el desarrollo de este proyecto.

1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Es importante destacar que no existe información disponible que abarque bioensayos con esta especie, inexistencia de protocolos de producción de alevines e inmunoestimulación empleando carotenoides.

1.3. HIPÓTESIS

La aplicación de diversos niveles de proteína y la adición de astaxantina en la dieta de los animales incrementa los valores de los parámetros de crecimiento e inmunológico de la vieja azul.

1.4. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad solo se ha probado ciertos carotenoides para mejorar el aspecto del producto final, pero hasta el momento no se ha podido estimar los beneficios que estos provocan a niveles inmunológicos y metabólicos siendo una herramienta imprescindible para mejorar la producción de la especie evaluada. Los posibles efectos de la adición de un inmunoestimulante en el caso de carotenoides en la alimentación de la vieja azul serán evaluados mediante parámetros de crecimiento e índices inmunológicos.

CAPÍTULO 2

2. REVISIÓN DE TRABAJOS PREVIOS

- 2.1. **Influence of supplemented diet with *Pediococcus acidilactici* on nonspecific immunity and stress indicators in green terror (*Aequidens rivulatus*, Günther, 1860) during hypoxia.** (Alireza, N., Gholamreza, R., Mohammadali, N., Hadi, R., 2015)

Este trabajo describe el experimento que se llevó a cabo con el cíclido Americano *Andinoacara rivulatus* (vieja azul), que demostró con la adición de un probiótico *Pediococcus acidilactici* en la dieta equilibrada se puede elevar los niveles del sistema inmunológico y de crecimiento. Este estudio se sustenta en el bioensayo desarrollado, dando como resultado un aumento de los niveles de actividad de la lisozima y la inmunoglobulina total; los animales tratados fueron expuestos a hipoxia para obtener los resultados esperados con la prueba de resistencia. Evaluando así el incremento de los niveles inmunes.

2.2. The effect of *Pediococcus acidilactici* bacteria used as probiotic supplement on the growth and non-specific immune responses of green terror, *Aequidens rivulatus* Günther, 1860 (Alireza, N., Gholamreza, R., Mohammadali, N., Omid, S., 2013)

Se verificó mediante una prueba con *Andinoacara rivulatus* (vieja azul) que los niveles inmune no específicos aumentan por el uso del probiótico a base de bacterias de *Pediococcus acidilactici*, así mismo se constató el aumento de la tasa de crecimiento. Al final de la prueba, que duró aproximadamente dos meses, los parámetros inmunológicos de peces se elevaron, los resultados garantizan el aumento en los parámetros inmunológicos evaluados. Por lo que podemos afirmar que *P. acidilactici* mostró efectos positivos sobre los índices de crecimiento y sistema inmune no específica de vieja azul.

2.3. Aspectos bioecológicos de *Aequidens rivulatus* (Günther, 1860), (Pisces: Cichlidae) del humedal de Villa María, Chimbote (Perú) para su futuro cultivo (Mendoza Rodríguez R., 2004).

La mojarra *Aequidens rivulatus* es un cíclido nativo de la cuenca del Pacífico, abarcando su distribución desde Ecuador hasta Perú, (Mendoza Rodríguez R., 2004).

En este trabajo esta especie se encontraba presente en el humedal de Villa María en pequeñas cantidades aun antes del evento del fenómeno El Niño ocurrido entre 1997-1998, su población era importante en número de individuos. La importancia de conocer las características bioecológicas de la mojarra *A. rivulatus* recae en el fin de ejecutar un cultivo semicomercial o semiintensivo de esta especie en el humedal de Villa María. Esta especie, además de ser de gran importancia ornamental también fue fuente de alimento y trabajo para poblaciones carentes de recursos económicos, un ejemplo claro es que es la cuarta especie de importancia en la pesca artesanal de la laguna artificial La Niña (Piura, Perú), de la cual dependen muchos pescadores y comercializadores de pescado. *A. rivulatus* también cumple una función importante en el ecosistema del humedal de Villa María, en la alimentación de las comunidades aledañas, en la economía de ésta y posiblemente de una localidad o una región fomentando el cultivo de cíclidos sostenida de esta especie. Además Mendoza señala que pueden convertirse en una especie sustituyente de la manipulada tilapia que ha entrado en controversias desde el punto de vista ecológico.

CAPÍTULO 3

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Obtener alevines por desove en laboratorio para la ejecución de los bioensayos

3.1.1 Obtención de reproductores

Los reproductores serán obtenidos de la zona de Daule–Nobol, provincia del Guayas

Se seleccionarán organismos de ambos sexos con una talla 17cm y peso aproximados de 60 – 80 gramos.

FIGURA 5. Reproductores de *Andinoacara rivulatus*



3.1.2. Aclimatación

Los reproductores serán colocados en tanques de 1000 litros de agua dulce por un lapso de 20 días.

FIGURA 6. Tanques de aclimatación para reproductores de *Andinoacara rivulatus*.



- a) Los tanques serán llenados con agua libre de cloro, a la cual se le adicionará carbonato de calcio grado agrícola 30 grados de dureza.
- b) El agua deberá cumplir con las siguientes especificaciones, oxígeno disuelto 7-8mg/l, pH 7-7.3, temperatura 28-30°C que se mantendrán con aireación, filtro biológico y lámpara o calentador respectivamente.
- c) Para el fondo de los acuarios, se utilizará como sustrato piedra caliza fragmentada de 5x5x5 mm
- d) Se colocarán 2 guaridas para los peces, un bloque de 40x15x15cm y un tubo pvc de 110 mm de diámetro por 15 cm de largo.

- e) Se utilizarán plantas acuáticas que cubrirán el 40% de la superficie del agua.
- f) Los reproductores se colocarán en una relación de 1:1 macho-hembra.
- g) El alimento suministrado será Brine Shrimp Flake® de 52% de proteína, la ración diaria de alimentación será 4%.

FIGURA 7. Aclimatación de reproductores de *Andinoacara rivulatus*



3.1.3. Desove

Posterior a la aclimatación, las parejas observadas compatibles serán transferidas a acuarios de 100 litros, a los cuales se les incorpora superficies planas como adoquín y piedra de río redonda para la puesta de los óvulos. Asimismo se colocaran refugios para el descanso del cortejo, piedra de río y tubo PVC. La temperatura del agua se mantendrá a 26–28 °C.

Durante un periodo de una semana se observará el cortejo y la puesta en todos los acuarios.

De observarse la puesta de los óvulos se esperará su fertilización y posterior eclosión a temperatura de 28°C por un periodo de dos días.

FIGURA 8. Desove de *Andinoacara rivulatus*



3.1.4. Eclosión

Habiéndose producido la fertilización de los óvulos y observado la eclosión de los mismos se realizará el siguiente procedimiento:

- a) Se monitoreará la absorción del saco vitelino de las larvas al cabo del quinto día (durante este periodo los padres mantienen el cuidado de las larvas).
- b) Cuando nadan libres los alevines se procederá a retirar a los padres.

FIGURA 9. Larvas de *Andinoacara rivulatus* post eclosión



3.1.5. Alevinaje

- a) Los alevines hasta sus primeros 15 días serán alimentados con artemia salina y con alimento formulado Brine Shrimp Flake® 52 % de proteínas a la ración del 4% de la biomasa por cinco veces al día en forma alterada.
- b) Serán monitoreados los parámetros físicos químicos como oxígeno, pH, temperatura, alcalinidad, mediante el uso de kit multiparámetros HACH.
- c) Se les colocará un par de flujos de agua suaves que estarán en direcciones contrarias

Posterior a los 15 días los alevines serán transferidos a tanques de 1000 litros y se colocaran a una razón de tres alevines por litro.

- d) Serán alimentados con artemia salina enriquecida y con alimento formulado Brine Shrimp Flake® 52% de proteínas a la ración del 4% de la biomasa por cinco veces al día en forma alterada.

FIGURA 10. Tanque de 1000 L con sistema de flujos de agua.



- e) Así mismo los parámetros físico químicos como oxígeno, pH, dureza total, temperatura. serán monitoreados mantenidos con filtro biológico y calentador de agua.

FIGURA 11. Alevines de *Andinoacara rivulatus*



FIGURA 12 Tallas de alevines de *Andinoacara rivulatus*



FIGURA 13 Peso de 10 alevines de *Andinoacara rivulatus*.



3.2. Elaborar dieta base y dietas con diferentes niveles proteicos.

3.2.1. Preparación de dietas

3.2.1.1. Para la formulación del balanceado se utilizará hoja de cálculo, incorporando los insumos necesarios. Se preparará una dieta control y dietas con diferentes niveles de proteína (Tabla 2, 3,4). Así mismo se prepararán las mismas dietas adicionando 1% de astaxantina a cada una de ellas.

Tabla 2. Formulación y composición química de las dietas experimentales para *Andinoacara rivulatus* (Dieta control 25% de proteína).

Formulación y composición química de las dietas experimentales para <i>Andinoacara rivulatus</i> (Dieta control 25% de proteína).					
HARINA DE PESCADO			DM%		92,18
SOYA	21		Ash%		12,16
LEVADURA	1		GE MJ/kg		19,35
TRIGO	31		DE MJ/kg		15,64
ACEITE DE PALMA	8		CP%		25,25
ACEITE DE PESCADO	5		Dig CP%		22,78
AGLUTINANTE	1		Lipid%		20,02
CALIZA	3		Fibre%		1,62
SAL	1,25		LOA (18:2n-6)%		2,59
PREMEZCLA VIT y MIN^a	2		LNA (18:3n-3)%		0,37
ANTI HONGO	0,5		ARA (20:4n-6)%		0,06
ANTIOXIDANTE	0,25		EPA (20:5n-3)%		0,46
			DHA (22:6n-3)%		0,80
	100		Total n-3%		1,63
			Total n-6%		2,65
			n3:n6		0,62
			Total phospholipid%		1,84
			Cholesterol%		0,05
			Astaxanthin (mg/kg)		0,00
			Arginine%		1,93
			Histidine%		0,62
			Isoleucine%		1,21
			Leucine%		2,09
			Lysine%		1,75
			Methionine%		0,53
			M+C%		0,91
			Phenylalanine%		1,26
			P+T%		2,18
			Threonine%		1,17
			Tryptophan%		0,38
			Valine%		1,41
			Ca%		2,56
			Available P%		1,06

^a Premezcla de vitaminas y minerales (garantía mínima por kilo): Sodio 8.80 mg/kg, Potasio 4.40 mg/kg, Vitamina A 2.200.000 mg/kg, Vitamina D3 330.000 mg/kg, Vitamina E 1.650 mg/kg, Vitamina C 11.550 mg/kg, Acido D-Pantoténico 1.320 mg/kg, Riboflavina 660mcg/kg, Iodo (I) 330mcg/kg, Cobalto (Co)330 mg/kg, Tiamina 330 mg/kg, Piridoxina 165 mg/kg, Ácido Fólico 165 mg/kg, Cobre (Cu) 66 mg/kg, Menadiona 66 mg/kg, Vitamina B12 15.400mcg/kg, Biotina 16.500mcg/kg, Niacina 3.300 mcg/kg

Tabla 3. Formulación y composición química de las dietas experimentales para *Andinoacara rivulatus* (Dieta P30 30% de proteína)

Formulación y composición química de las dietas experimentales para <i>Andinoacara rivulatus</i> (Dieta P30 30% de proteína)				
HARINA DE PESCADO	38		DM%	92,69
SOYA	21		Ash%	15,11
LEVADURA	1		GE MJ/kg	19,64
TRIGO	19		DE MJ/kg	16,07
ACEITE DE PALMA	8		CP%	30,29
ACEITE DE PESCADO	1		Dig CP%	27,29
AGLUTINANTE	3		Lipid%	20,73
CALIZA	1,25		Fibre%	1,89
SAL	2		LOA (18:2n-6)%	2,57
PREMEZCLA VIT y MIN^a	0,5		LNA (18:3n-3)%	0,37
ANTIHONGO	0,25		ARA (20:4n-6)%	0,07
ANTIOXIDANTE	5		EPA (20:5n-3)%	0,50
			DHA (22:6n-3)%	0,94
	100		Total n-3%	1,81
			Total n-6%	2,65
			n3:n6	0,68
			Total phospholipid%	2,04
			Cholesterol%	0,06
			Astaxanthin (mg/kg)	0,00
			Arginine%	2,35
			Histidine%	0,74
			Isoleucine%	1,47
			Leucine%	2,54
			Lysine%	2,21
			Methionine%	0,68
			M+C%	1,10
			Phenylalanine%	1,49
			P+T%	2,61
			Threonine%	1,44
			Tryptophan%	0,47
			Valine%	1,70
			Ca%	3,20
			Available P%	1,45

Tabla 4. Formulación y composición química de las dietas experimentales para *Andinoacara rivulatus* (Dieta P40 40% de proteína)

Formulación y composición química de las dietas experimentales para <i>Andinoacara rivulatus</i> (Dieta P40 40% de proteína)				
HARINA DE PESCADO	74		DM%	93,06
SOYA	3,5		Ash%	24,99
LEVADURA	1		GE MJ/kg	18,77
TRIGO	2,5		DE MJ/kg	15,56
ACEITE DE PALMA	4		CP%	40,80
ACEITE DE PESCADO	1		Dig CP%	36,72
AGLUTINANTE	5		Lipid%	15,51
CALIZA	1,25		Fibre%	2,47
SAL	2		LOA (18:2n-6)%	0,68
PREMEZCLA VIT y MIN^a	0,5		LNA (18:3n-3)%	0,12
ANTIHONGO	0,25		ARA (20:4n-6)%	0,12
ANTIOXIDANTE	5		EPA (20:5n-3)%	0,63
			DHA (22:6n-3)%	1,36
	100		Total n-3%	2,11
			Total n-6%	0,80
			n3:n6	2,65
			Total phospholipid%	2,46
			Cholesterol%	0,09
			Astaxanthin (mg/kg)	0,00
			Arginine%	3,26
			Histidine%	1,01
			Isoleucine%	1,98
			Leucine%	3,52
			Lysine%	3,26
			Methionine%	1,06
			M+C%	1,55
			Phenylalanine%	1,96
			P+T%	3,50
			Threonine%	2,04
			Tryptophan%	0,67
			Valine%	2,36
			Ca%	5,81
			Available P%	2,56

3.3. Diseño experimental

3.3.1. Diseño experimental 1. Efecto del nivel proteico en los parámetros de crecimiento e inmunidad.

Por cada tratamiento Dieta control(C), dieta de 30% proteína (P30) y dieta con 40% proteína (P40) preparadas acorde a tablas 2, 3, y 4 respectivamente se harán tres replicas. Un total de 216 organismos con un peso aproximado de 3g se colocarán en 9 acuarios de 60 litros (24 organismos/acuarios), equipados con termorreguladores, filtros, aireadores, son sus respectivas piedras difusoras.

Los acuarios tendrán un sustrato de grava o piedra caliza de diámetro mayor a 5x5x5 mm, y se colocarán plantas acuáticas en el 40% de la superficie.

En todos los tratamientos se alimentará a 4% de la biomasa dividida en tres raciones diarias durante 90 días y realizarán muestreo de longitud y peso cada 15 días para ajustar la ración alimenticia de los peces y verificar su estado de salud.

3.3.2. Diseño experimental 2. Efecto del nivel proteico suplementado con astaxantina en los parámetros de crecimiento e inmunidad.

El diseño experimental 2 será igual al 1 siendo agregado astaxantina con una concentración del 1% en todas las dietas de tratamiento.

La alimentación se dividirá en tres partes al día a razón de 4% de la biomasa durante 90 días.

3.3.3. Parámetros abióticos

En el Agua se mantendrán los siguientes parámetros: temperatura 26°C, oxígeno disuelto 6,0 mg/l y 7,0 pH con un horario luz - oscuro de 12:12 h que serán controlados diariamente.

3.4. Parámetros de crecimiento

Se tomarán datos de longitud total y peso de los individuos muestreados aleatoriamente. La talla será registrada con el uso de un calibrador Vernier digital de 0,01 mm de precisión. El peso total será obtenido en gramos (g) con un grado de precisión de 0,01 g utilizando una balanza digital. Los datos serán registrados en una hoja de campo y posteriormente almacenados en hojas de cálculo Excel para proceder a realizar su análisis mensual de crecimiento y engorde.

3.5. Estimar los índices inmunológicos de los peces (actividad de la lisozima, inmunoglobulina total) bajo los diferentes tratamientos.

3.5.1. Análisis de parámetros inmunológicos

En los diseños experimentales 1 y 2, las muestras de sangre serán tomadas de cuatro peces de cada tanque al final de los bioensayo 1 y 2 muestras de sangres serán tomadas de cuatro peces de cada acuario (12 organismos por tratamiento). A fin de proporcionar suficiente sangre para los análisis, los peces serán sacrificados, se cortarán los pedúnculos natatorios para extraer la sangre.

Para aislar el plasma, las muestras de sangre serán centrifugadas a 5000 rpm durante 10 min, en una centrífuga clínica. El plasma será almacenado a -80 °C y se analizarán parámetros del sistema inmune innato, tales como: Inmunoglobulina total, la actividad de la lisozima y actividad complementaria alternativa, acorde a Neissi., *et al.* (2013)

3.6. Análisis estadístico

Se utilizarán hojas de datos para tabular la información. Los parámetros de crecimiento e inmunidad serán expresados mediante estadística descriptiva (95% de intervalo de confianza).

Para analizar la existencia de diferencias significativas entre los diferentes tratamientos se efectuará un Anova, previos análisis de homogeneidad de varianza y normalidad de los datos.

De existir diferencias significativas se realizarán análisis Post-hoc para su determinación.

Para el análisis se utilizarán softwares como:

STATGRAPHICS®16.1.11 y XLSTAT®2015.

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS ESPERADOS.

Existirán diferencias significativas en los índices de crecimiento, índices de factor de conversión alimenticia y en los niveles inmunológicos como: actividad de la lisozima, actividad complementaria alternativa e inmunoglobulina total en los peces alimentados con los diferentes niveles de proteína y con la adición de astaxantina.

Se estima que la coloración externa del animal será más vistosa y atractiva con la adición del carotenoide.

Se espera obtener juveniles más robustos y rústicos capaces de soportar condiciones desfavorables tanto físico-químicas como biológicas que se pudieren presentar en posterior engorde en estanques.

CAPÍTULO 5

5.1. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.1. CONCLUSIONES

Analizando los efectos de la dieta adicionada con astaxantina se observarán las diferencias en los parámetros de crecimiento e inmunológicos (actividad de la lisozima, el total de inmunoglobulina, etc.).

Se describirá cuál será la dieta para un óptimo crecimiento y niveles inmunológicos de vieja azul.

Se obtendrá alevines viables con índices de eclosión altos.

De existir diferencias significativas positivas en los parámetros estudiados con la adición de astaxantina se recomendaría agregarla a las dietas de las viejas azules.

5.1.2. RECOMENDACIONES

Después del análisis realizado en este proyecto de la materia integradora se puede realizar las siguientes recomendaciones:

Los reproductores deben ser alimentados con alimento vivo y colocados en estanques donde el plancton haya proliferado.

Se debe monitorear que la temperatura previa al desove se encuentre en los rangos de 28 – 30 °C.

Se deben mantener a los padres en conjunto con sus crías ya que ellos se encargarán de cuidarlos.

Se debe observar que la pareja esté protegiendo a los alevines, ya que de no ser así es preferible retirar a los padrotes.

Para evitar que en el cortejo el macho mate a la hembra, ella debe ser de igual o mayor tamaño que el macho.

Los tanques de aclimatación deben tener refugios y estar saturados con lechuguines para evitar enfrentamientos y posibles laceraciones.

Incorporar un sistema que cree leves flujos de aguas, una en el fondo del acuario o tanque y una en la zona superficial.

Se recomienda investigar los requerimientos nutricionales específicos para esta especie para así poder suministrar una dieta óptima para su crecimiento y no desperdiciar ciertos insumos al formularla.

La ejecución de los proyectos de repoblación y cultivo de *Andinoacara rivulatus* en comunidades pesqueras artesanales y en zona rurales de la costa ecuatoriana prevé que mejoren la calidad de vida y beneficien al desarrollo de la matriz productiva de donde estos se ejecuten, para asegurar el desarrollo de nuestros pueblos preservando la soberanía natural de nuestra Nación.

ANEXOS

Anexo 1 Cronograma de actividades

Proyecto	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				MES 7				Mes 8			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Objetivo Específico 1, Obtener alevines por desove en laboratorio para la ejecución de los bioensayos.	■	■	■	■																												
Actividad 1.1. Obtención de reproductores.	■																															
Actividad 1.2. Aclimatación.		■	■	■																												
Actividad 1.3. Desove.				■																												
Actividad 1.4 Eclosión.				■																												
Actividad 1.5. Alevinaje.				■																												
Objetivo Específico 2. Elaborar diesta base y dietas con diferentes niveles proteicos.					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																
Actividad 2.1. Preparación de dietas.					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																
Actividad 2.2. Diseño experimental 1. Efeco del nivel proteico en los parametros de crecimiento e inmunidad					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																
Objetivo Específico 3. Elaborar dieta base y dietas con diferentes niveles proteicos suplementados con astaxantina																	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Actividad 3.1. Preparación de deitas																	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Actividad 3.2. Diseño experimental 2. Efecto del nivel proetico suplementado con astaxantina en los parametros de crecimiento e inmunidad.																	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Objetivo Específico 4. Estimar los indices inmunologicos de los peces bajo diferentes tratamientos(dietas base y dietas en diferentes niveles proteicos y dietas suplementadas con astaxantina)																									■	■	■	■				
Actividad 4.1 Efectos del nivel proteico en parametros de crecimiento e inmunidad																									■	■	■	■				
Objetivo Específico 5. Determinar diferencias significativas en los parametros medidos en los diferentes tratamientos.																													■	■	■	■
Actividad 5.1. Análisis de parámetros inmunológicos.																													■	■	■	■

Anexo 2. Acuarios para inducir al desove de *Andinoacara rivulatus*



Anexo 3. *Alevines de Andinoacara rivulatus*



Anexo 4. Larvas de *Andinoacara rivulatus*



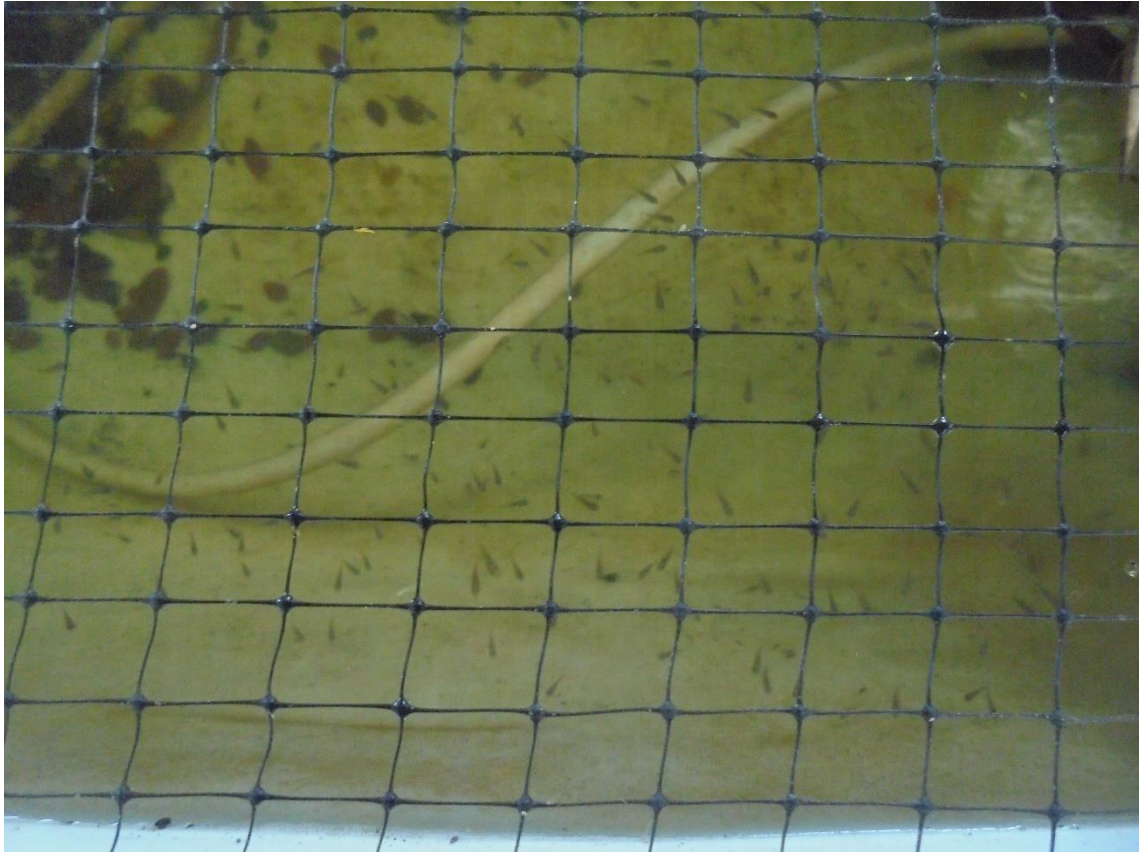
Anexo 5. Macho de *Andinoacara rivulatus* protegiendo a las larvas



Anexo 6. Alevines de *Andinoacara rivulatus* comiendo flake



Anexo 7. Alevines de *Andinoacara rivulatus* en tanque de 1000 litros



Anexo 8. Peso de 10 alevines de *Andinoacara rivulatus*

Anexo 9. Muestreo de 10 alevines de *Andinoacara rivulatus*



BIBLIOGRAFÍA

- AFC. . *Aquarium and fish care* :2011. Recuperado el 9 de 9 de 2015, de www.AFC.com
- Alireza, N., Gholamreza, R., Mohammadali, N., Hadi, R. Influence of supplement diet with *Pediococcus acidilactici* on non'specific immunity and stress indicators in green terror *Aequidens rivulatus* during hypoxia. :2015
- Alireza, N., Gholamreza, R., Mohammadali, N., Omid, S.. The effect of *Pediococcus acidilactici* bacteria used as probiotic supplement on the growth and non-specific immune responses of green terror, *Aequidens rivulatus* :2013.
- Belelli, S. *Reproduzione di Aequidensrivulatus* :2002.. ROMA: CIR Club Ittiologico Romano.
- Burton, G. *Antioxidant action of carotenoids*. *J. Nutrition* :1989.
- Cabanilla, M., Pacheco, J. *BIOLOGICAL ASPECTS AND FISHERIES OF THE MAIN SPECIES CAUGHT IN THE RESERVOIR CHONGÓN*, :2012. GUAYAQUIL: REPORTE INP.
- Eppink, F. v.. Modelling biodiversity and land use: urban growth, agriculture and. *Ecological Economics* :2004 51, 201–216.
- FAO.. El estado actual de la pesca y la acuicultura. *Organizacion de las naciones unidas para la alimentacion y agricultura* :2014, 253.
- Figueroa, L., Figueroa, J. *Reproduccion y crecimiento en cuativerio de mojarra criolla Cichlasoma istlanum*. :2007 Peru: AquaTIC.
- FISHBASE. *Wijkmark, N., S.O. Kullander and R.E. Barriga Salazar*,. :2012. Recuperado el 19 de 9 de 2015, de WWW.FISHBASE.ORG

- Gomez, P.. *CRIA Y REPRODUCCION DE A. RIVULATUS - PELIGRO GREEN TERROR* :2002.
- Hoseinifar, SH., Khalili, M., Khoshbavar, A., Rostami, H., Esteban, MÁ.. Dietary galactooligosaccharide affects intestinal microbiota, stress resistance, and performance of Caspian roach (*Rutilus rutilus*) fry. *Fish Shellfish Immunol.* :2013 35:1416-20.
- Kurshize, M., Okimasu, E., Inoue, a., and Utsuma, k. *Inhibition of oxidative injury of biological membranas by astaxanthin.* Switzerland :1990.
- Mendoza Rodríguez R. Aspectos bioecológicos de *Aequidens rivulatus* (Pisces: Cichlidae) del humedal de Villa María, Chimbote (Perú) para su futuro cultivo :2004.
- Meyers, S. *Papel del Carotenoide Astaxantina en la Nutrición de Especies Acuaticas.* Department of Food Science/ Oceanography & Coastal Sciences :2000.
- Nirchio, M., Pérez J. *Riesgo del cultivo de tilapias en Venezuela.* Venecuela: Interciencia :2002.
- Ross-on-W. Wood E. Collection of coral reef fish for aquaria: global trade. In: Conservation Society, :2001.
- Roy, R., Yanong, V.. Reproductive management of freshwater ornamental fish. *Semin Avian Exotic Pet Med.* :1996 222 - 35.
- Schaafsma, SM., Groothuis, T. Sex-specific effects of maternal testosterone on lateralization in a cichlid fish. *Anim Behav.* : 2012 83:437-43.
- Sifuentes, M. *Ictiología básica y aplicada en cuenca de rio Santa.* Peru: Concytec :1992.
- Stawikowski, R., Werner, U.. *Die Buntbarsche Amerikas., vol. 1. Stuttgart: E. Ulmer* :1998.
- Tonil. *Ciclidos de Mexico.*:2010 Recuperado el 16 de 9 de 2015, de www.ciclidomexico.com.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias Biológicas, Oceánicas y Recursos Naturales.



GUIA PARA AUTORIZACION DE CONCESIÓN MARINA, Y
~~DIMENSIONAMIENTO DE~~ CALCULOS ~~DEL SISTEMA~~ DE
FONDEO ~~PARA~~ DE JAULA ~~DE~~ MARINA ~~PARA EL~~ CULTIVO ~~DE~~
~~CAMARON~~ ~~DE~~ CAMARON (*Litopenaeus vannamei*, Boone, 1931) EN
LAS LA COMUNA PESQUERA ARTESANAL DEL CANTON
GENERAL VILLAMIL PLAYAS EN PUERTO ENGABAO.

PROYECTO INTEGRADOR

Previa a la obtención del Título de:

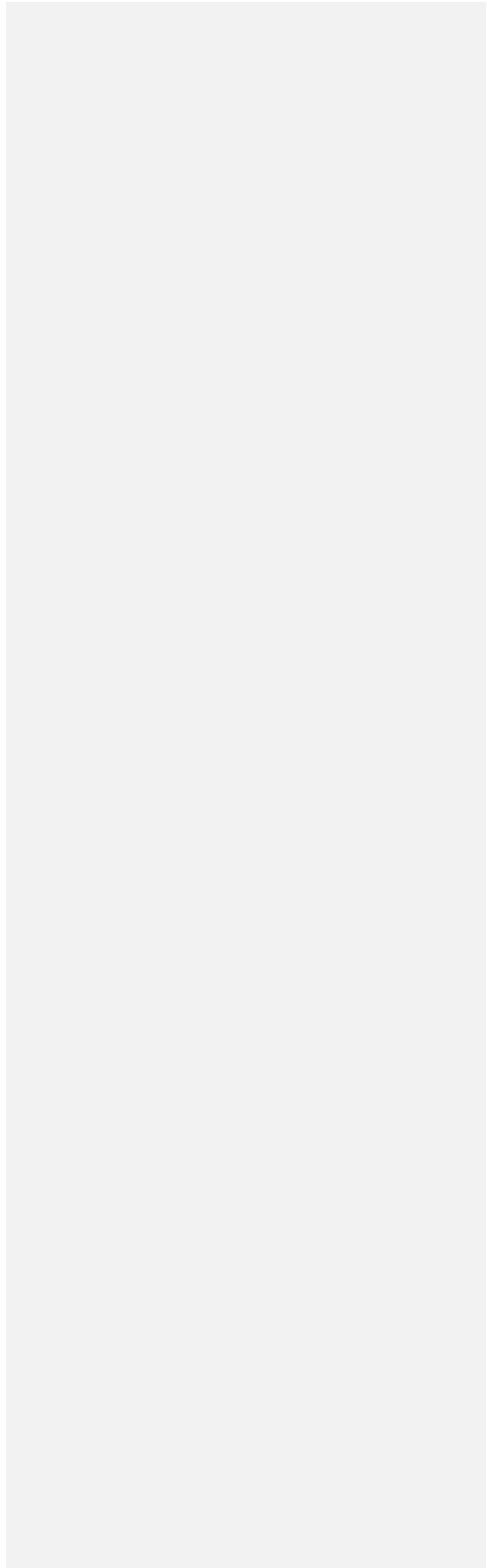
INGENIERO EN ACUICULTURA

Presentado por:

RICHARD TIGRERO MALAVE

Guayaquil – Ecuador

2015



AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por ser parte de mi iluminación y por ser la luz que irradia mi camino en mi etapa de estudiante.

Agradezco a mi Padres por todo el apoyo brindado a lo largo de mi carrera y a toda mi familia por su comprensión y tiempo dedicado en mi esfuerzo para finalizar mi carrera

Agradezco a las instituciones públicas que me han brindado su apoyo desinteresadamente para poder orientarme en los procesos de vinculación y estudio del proyecto de graduación

DEDICATORIA

Dedicado a mi familia, a mis padres Augusto y Berthita, a mi hermana Katheryne, a mis primos y a mi tía, a mis amigos y a todas las personas que han formado parte de mi vida, a todas ellas por su desinteresada colaboración ya mis abuelos que está en el cielo a mis profesores.

Richard.

TRIBUNAL DE PROYECTO INTEGRADOR

EVALUADOR 1

EVALUADOR 1

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad del contenido
de este Proyecto Integrador;
nos corresponde exclusivamente;
y el patrimonio intelectual de la misma
a la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Richard Tigero Malavé

RESUMEN

En el perfil costero ecuatoriano existen zonas de mar que no están siendo aprovechadas en la actualidad. Mediante el cultivo experimental en jaulas flotantes se proyecta utilizar estas áreas para cultivar camarón *Litopenaeus vannamei* como una fuente de trabajo facultativo para los pescadores locales basado en un análisis de mercado, técnico y financiero. Se eligió cultivar camarón para aprovechar las bondades de nuestras condiciones oceanográficas y la fortaleza de una cadena productiva establecida en el Ecuador. Para ello se realizó un proyecto de graduación para poder crear un modelo que ayude a las personas naturales o jurídicas a tramitar una concesión marina y un modelo de cómo realizar cálculos de sistema de fondeo para obtener los esfuerzos de las condiciones oceanográficas de viento, ola y corriente del área seleccionada y poder diseñar jaulas marinas

Palabras claves: Jaulas, maricultura, camarón, pescadores, Engabao.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	7
ÍNDICE GENERAL.....	8
ABREVIATURAS Y SIMBOLOGIA.....	12
ÍNDICE DE FIGURAS.....	14
ÍNDICE DE TABLAS	15
INDICE DE ANEXOS.....	17
INTRODUCCIÓN	18
ANTECEDENTES.....	19
DEFINICION DEL PROBLEMA.....	20
HIPOTESIS.....	20
JUSTIFICACION	21
OBJETIVOS.....	22
Objetivo General	22
Objetivo específico.....	23
CAPITULO 1	24
1. REVISIÓN DE TRABAJOS PREVIOS.....	24
1.1. Cultivo de Litopenaeus vannamei en México.....	24
1.2. Estudio de Cultivo Offshore en peces salmónidos en Chile.....	26
1.3. Cultivo de camarón Litopenaeus vannamei en Costa rica.....	27

CAPITULO. 2	29
2 METODOLOGIA.	29
2.1. LINEA BASE	29
2.1.1. Identificación de comunas pesqueras aptas para el proyecto cultivo.....	30
2.1.2. Selección del sitio para área de proyecto de cultivos.	31
2.1.2.1. Revisión de factores oceanográficos para cultivo en jaulas marinas.	31
2.2 CALCULOS Y DISEÑO DE JAULAS MARINAS	34
2.2.1 Dimensionamiento de Memoria de fondeo	34
2.2.2 Fuerzas generadas por el Viento	34
2.2.3. Fuerzas generadas por Corriente	37
2.2.4. Fuerzas generadas por Olas.....	37
2.2.4.1 Fuerza de arrastre	38
2.3. MARCO LEGAL PARA CONSESION MARINA	39
2.3.1. Guía para gestionar los trámites de regularización y autorizaciones para los cultivos marinos.....	39
2.3.2. Requisitos para tramitar el oficio del Ministerio de transporte y obras públicas	40
2.3.3. Requisitos para tramitar los permisos de concesión marina en la subsecretaria de acuicultura para personas naturales o jurídicas	41
2.3.4. Requisito para oficiar el certificado de Intersección ante el Ministerio de Ambiente	41

2.3.5	Requisitos técnicos del proyecto, contenido en los siguientes términos como parte de los permisos de una concesión marina al MAE.....	42
2.3.5.1	Requisitos generales	42
2.3.5.2	Objeto y justificación del proyecto.....	42
2.3.5.3	Ficha técnica, que contenga lo siguiente:	42
2.3.5.4	Datos básicos hidrodinámicos de la zona:	43
2.3.5.5	Los siguientes planos del proyecto (en formato impreso y digital):..	43
2.3.6	Formato de la ficha técnica ambiental para la elaboración del Plan de Manejo para el área de cultivo según los criterios del Ministerio de Ambiente.	44
2.3.7	Certificado de cumplimiento de obligaciones de la Superintendencia de compañías o Acuerdo Ministerial que fue otorgado a la personalidad jurídica	44
2.3.8.	Realizar el proceso de Participación de Ciudadana.	45
2.3.9.	Elaborar informe del proceso de participación social y anexarlo al documento a ser entregado en el MAE.	45
2.3.10.	Subir al portal web del MAE con las correcciones y recomendaciones emitidas.	45
CAPITULO. 3	46
3.	RESULTADOS ESPERADOS.....	46
3.1	LINEA BASE	46
3.1.1	Área de Playas-Engabao.	47
3.1.1.1	Estudio de corrientes de la zona de Playas - Engabao.....	47
3.1.1.2	Estudio de Oleaje de la zona de Playas – Engabao.	49

3.1.1.3 Estudio de viento de la zona de Playas -Engabao.	50
3.1.1.4. Característica sedimentológicas de la zona de Playas - Engabao.	51
3.1.1.5. Cartografía de la zona de Playas - Engabao.	51
3.2 CALCULOS DE FONDEO DE LA ZONA DE PLAYAS – PUERTO. ENGABAO.	53
3.2.1. Calculo de esfuerzo de viento de la zona de Playas – Puerto Engabao. .	54
3.2.2. Cálculos de esfuerzo de corriente de la zona de Playas – Puerto. Engabao. 58	
3.2.3. Calculo de esfuerzo de Ola en la zona de Playas – Puerto. Engabao.	61
3.2.4. Diseño experimental 3D para jaulas marinas para el sector pesquero artesanal en General Villamil Playas	65
3.3 MARCO LEGAL.	68
CONCLUSIONES	70
RECOMENDACIONES	72
ANEXO A	Error! Bookmark not defined.
ANEXO B	Error! Bookmark not defined.
ANEXO C	Error! Bookmark not defined.
ANEXO D	Error! Bookmark not defined.
ANEXO E	Error! Bookmark not defined.
BIBLIOGRAFÍA.....	80

ABREVIATURAS Y SIMBOLOGIA.

ABS	American Bureau of Shipping
CNA	Cámara Nacional de Acuacultura.
FAO	Food and Agriculture Organization
Fa	Fuerza de arrastre
Fc	Fuerza de corriente
Fo	Fuerza de Ola
Fr	Factor Ráfaga
Fv	Fuerza de viento
Fwd	Fuerza de deriva
GWS84	Sistema de Coordenadas Geográficas
HDPE	High Density Polyethylene
INOCAR	Instituto Oceanográfico de la Armada
INP	Instituto Nacional de Pesca

k/m ²	Kilómetros sobre metro cuadrado
k/m ²	Kilómetros sobre metro cuadrado
MAGAP	Ministerio de Agricultura Ganadería Acuicultura y Pesca
MAE	Ministerio de Ambiente Ecuador
Max	Máximo
Min	Mínimo
MTOP	Ministerio de Transporte y Obras Públicas
m/s	Metros sobre segundo
Prom	Promedio
PVC	Policloruro de Vinilo
R.U.C.	Registro Único del Contribuyente
SAO	Sociedad Acuícola Openseas
SPTMF	Secretaria de Puertos y Transporte Marítimo y Fluvial
UTM	Unidad Transversal de Mercator

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Jaulas de 9 m ² para cultivo de camarón en México	25
Figura 2: Modelo de jaula flotante de 200 m ² cultivo de camarón en México.	25
Figura 3: Jaula circular HDPE de cultivo de salmón en las costas de Chile.....	26
Figura 4: Jaula con marco de tubos de PVC, forrada con malla de nylon multifilamento de ¼”.....	28
Figura 5: Incidencia del tren de Ola sobre las costas de Playas.....	50
Figura 6: Plano Cartográfico de la ubicación de la plataforma marina de cultivo experimental en la zona de Playas-Engabao.....	52
Figura 7: Elementos de la superficie de la jaula que se opone al viento.....	56
Figura 8: Grafico de pastel de resultados de esfuerzo de la jaula marina	63
Figura 9: Vista lateral de plataforma marina de cultivo de camarón	65
Figura 10: Vista diagonal de Diseño 3D de plataforma marina del INP para cultivo experimental de camarón <i>Litopenaeus vannamei</i>	66
Figura 11: Plataforma marina de cultivo experimental de camarón <i>Litopenaeus</i> <i>vannamei</i> en mar abierto a 1 milla de la costa ecuatoriana en el sector de Engabao- Playas.	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I: Valores de corrección de altura. Fuente: (S. A. O, Chile, 2011).	35
Tabla II: Valores de coeficiente de formas. Fuente: (S. A. O, Chile, 2011).	36
Tabla III: Factor ráfaga máxima (Fr). Fuente: (Pérez & Domínguez, 2008)	36
Tabla IV: Datos de velocidad y dirección de corriente (7 de febrero, 2014). Fuente: (Hurtado, 2014)	47
Tabla V: Datos de velocidad y dirección de corriente (7 de febrero, 2014). Fuente: (Hurtado, 2014)	49
Tabla VI: Fuerzas generadas por el Viento de la zona de Playas – Puerto. Engabao.	54
Tabla VII: Coeficiente Eólico para la zona de Playas – Puerto. Engabao.	55
Tabla VIII: Velocidad del viento para la zona de Playas – Puerto. Engabao.	55
Tabla IX: Áreas de los elementos que están expuestos al viento en la jaula marina.	56
Tabla X: Áreas de los elementos que están expuestos al viento en la jaula marina....	57
Tabla XI: Fuerzas generadas por la Corriente en la zona de Playas – Puerto. Engabao.	58
Tabla XII: Calculo de coeficiente de arrastre para la zona de Playas – Puerto. Engabao	58
Tabla XIII: Cálculo de velocidad de la corriente en la zona de Playas – Puerto. Engabao	59
Tabla XIV: Área expuesta que tendrá impacto con la corriente en la jaula marina....	59

Tabla XV: Área del anillo de fibra de vidrio de las jaulas marina.....	60
Tabla XVI: Área total de incidencia de la corriente de las jaulas marinas	60
Tabla XVII: Fuerzas generadas por Olas en la zona de Playas – Puerto. Engabao. ...	61
Tabla XVIII: Fuerza de arrastre para la zona de Playas – Puerto. Engabao.	61
Tabla XIX: Coeficiente de arrastre para la zona de Playas – Puerto. Engabao.	61
Tabla XX: Áreas de la plataforma de Playas – Puerto. Engabao.....	62
Tabla XXI: Fuerza de la deriva	62
Tabla XXII: Fuerza por ola, de arrastre y de deriva para la zona de Playas – Puerto. Engabao.....	63
Tabla XXIII: Modelo de ficha técnica ambiental para la elaboración del proyecto.	
Fuente: Elaboración, Autoría.	68

INDICE DE ANEXOS.

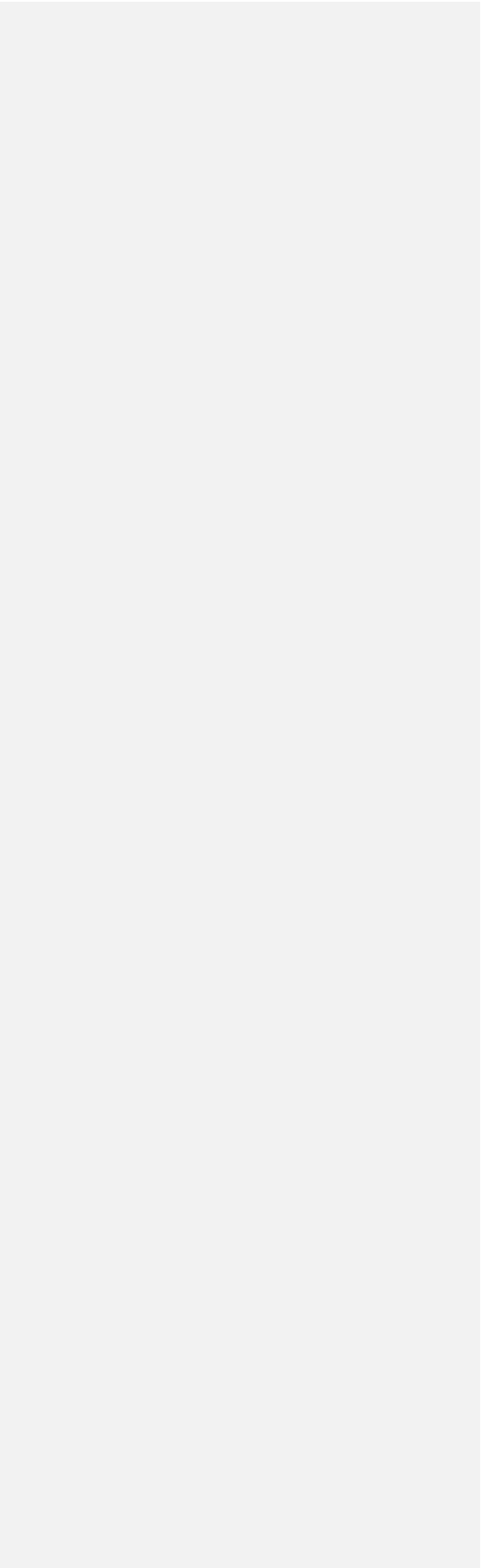
ANEXO A 75

ANEXO B 76

ANEXO C 77

ANEXO D 78

ANEXO E 79



INTRODUCCIÓN

La acuicultura es una actividad económica importante en las zonas costeras de muchos países. Ofrece oportunidades para mejorar el desarrollo de s ~~para para~~ generar un mejor desarrollo sostenible aliviar la pobreza, impulsa el empleo, ayuda a desarrollo de la comunidad ~~las comunidades,~~ reduce la sobreexplotación de los recursos naturales, ~~reduce la sobreexplotación de los recursos naturales costeros,~~ creando cultivos acuícolas controlados y mejoran la regularización de artes de pesca y de gremios que explotan los recursos marinos. Además ayuda a la creación de siembra natural para la repoblación de las especies endémicas ~~mejorando la regularización de artes de pesca y de gremios que explotan los recursos marinos,~~ creación de siembra natural para la repoblación de las especies endémicas ~~la inocuidad de los alimentos,~~ mejorando la inocuidad de los alimentos con buenas prácticas de manejo y seguridad.

Commented [PE1]: La misma idea

Commented [PE2]: Como reduce la sobreexplotacion

Commented [PE3]: Como ¿?

Debido a la creciente demanda mundial de productos acuáticos, la acuicultura es uno de los sectores más importantes y de mayor crecimiento dentro de la pesca. Actualmente la mayoría de las instalaciones de acuicultura, particularmente en los países en desarrollo, se encuentran en medios marinos. En dichos cultivos utilizan especies nativas para cultivo y no exóticas porque pueden alterar de forma negativa los ecosistemas locales, (Chad & Marnie, 2006).~~(Hewitt et al., 2006)~~

La acuicultura es ~~la aquella~~ actividad que comprende ~~el cultivo la cosecha de organismo de animales marinos y recursos bioacuaticos.s acuáticos~~. En Ecuador, la acuicultura ha sido una importante fuente de divisas y de empleos para el país, generando alrededor de 187,000 puestos de trabajo directos e indirectos, produciendo alrededor de USD 670 millones al año por concePuerto de exportaciones, (Cámara Nacional de Acuicultura, 2014).

Commented [PE4]: Trate de dar una definición mas concreta.

ANTECEDENTES

La ~~cultivosiembra~~ de camarón en jaulas ~~marinas~~ no es nuevo ~~en las comunidades de pescadores~~. Trabajos realizados en México manifiestan ~~que~~ “~~e~~El cultivo de camarón en jaulas flotantes ~~tieneposee~~ ~~mayores~~ ventajas sobre ~~laes~~ ~~sistemas~~ ~~técnicas~~ ~~tradicionales~~ ~~convencionales~~ de cultivo y es una ~~potencial~~ alternativa ~~viable~~ de producción para las comunidades de bajos ingresos,” (Zarain & herzberg, 2010). ~~(Zarain, et al 2010)~~S, sin embargo esta experiencia fue realizada en el Golfo de California, ~~en el mar~~ a una milla de la costa de Sinaloa.

~~Las jaulas flotantes o llamadas~~ también ~~Según Troncoso (2006)~~ las jaulas marinas se clasifican en jaulas flotantes rígidas, jaulas flotantes flexibles, jaulas semisumergibles rígidas, jaulas semisumergibles flexibles y jaulas sumergibles rígidas ~~(Troncoso, 2006)~~, ~~que constan de elementos básicos como, un sistema de fondeo que comprende de un peso muerto o un ancla, una línea de amarre o entramado según el diseño de la jaula con una serie de elementos de = flotación,~~ (Troncoso, 2006). ~~que nomas pueden albergar~~

En la actualidad en España y en México, las jaulas están construidas generalmente con ~~materiales~~ elementos básicos con una estructura de acero y tubos de polipropileno de alta densidad, cabos, grilletes, mallas. Para conformar la red de los camarones se usan ~~(cuales son??) que conformando~~ material sintético e implementos de flotación. Además se utilizan ~~element~~ depósitos de plástico hermético, ~~pantales~~ embarcaderos y tuberías. Formando anillos los cuales son ~~disponiendo~~ colocados ~~todos de en~~ las redes suspendidas conformando las jaulas para camarones, ara peees. (Santana, 2013).
(Santana 2014)

DEFINICION DEL PROBLEMA.

En la actualidad no existe una guía bajo las normas legislativas ecuatorianas para las creación de proyectos de cultivos marinos y tampoco un manual básico que pueda facilitar los cálculos de fondeo, en cuanto a maricultura y pueda aportar con una línea base, estudios técnicos, que sirvan como referencia a sectores de la pesca artesanal, industrial y académico, para el emprendimiento y desarrollo de cultivos marinos.

HIPOTESIS.

La guía servirá para facilitar la comprensión ~~comprension~~ de la legislación y para obtener los permisos para una concesión de cultivos marinos y comprender el dimensionamiento de sistemas de fondeo de jaulas marinas para cultivo del ~~-camarón~~ (*Litopenaeus vannamei*) Boone, 1931, c ~~Construidas~~ Construidas con materiales locales, las

~~cuales en Ecuador, serán de viable técnica y económicas, para impulsar el desarrollo de las comunas pesqueras artesanales.~~

JUSTIFICACION ~~Además yde cómo empezar a tramitar una concesión marina para los cultivos.~~

En las comunidades pesqueras artesanales de la costa Ecuatoriana existe un bajo nivel de ingresos económicos. ~~existe un déficit de empleo y con bajos niveles de crecimiento existe un bajo nivel de ingresos y desarrollo económico.~~ Una de las causas es debido a que las actividades pesqueras tradicionales como la pesca artesanal, y la captura ~~de peces y de moluscos por la pesca de arrastre y otras especies también la tienen una~~ sobreexplotación. Las cuales están afectando a la actividad pesquera la cual, genera divisas elevadas para las comunidades de pescadores de los sectores rurales de la costa ecuatoriana. Para poder generar una respuesta a la falta de desarrollo pesquero ~~se~~ plantea crear la oportunidad de fomentar la tecnificación del sector pesquero artesanal y poder realizar cultivos marinos. Por ejemplo, el cultivo de peces, moluscos, y camarón se pueden utilizar para poder ~~fomentar~~ avivar fuentes de trabajos y ~~nuevas formas de~~ obtener recursos bioacuáticos para ~~el desarrollo de nuevas formas de poder~~ potenciar la acuicultura.

Commented [PE5]: Mejorar la idea

La guía que se está planteando tiene como objetivo cumplir con una parte importante en la ejecución de los proyectos de maricultura. Se espera poder ~~de~~ indicar ~~mostrar de~~

~~eómo desarrollar los~~ cálculos para los sistemas de fondeo de las estructuras marinas ~~ppara~~ poder realizar dimensionamientos adecuados para la construcción e instalación de ~~las jaulas las mimas~~. Este trabajo serviría ~~de guíaayudara~~ al ingeniero naval el cual se encarga de la construcción ~~de la jaulas marina~~ o la empresa que ~~suministra~~propvee este tipo de jaulas. Se indicará los criterios necesarios ~~y los adecuados~~ para saber en qué condiciones oceanográficas se pondrán una jaula marina, el diseño de los cálculos de fondeo ayudará a obtener los resultados más certeros en medición de cálculos ~~de fondeo de~~ para esfuerzos ~~en mar abierto~~ por ejemplo, esfuerzo de ola, viento y marea.

Con los resultados de esfuerzos se podrá realizar un diseño favorable a las condiciones oceanográficas de la zona donde se ~~pretenda~~pretende realizar el cultivo, para que no exista ~~algún~~ inconveniente al momento de construir una jaula marina y evitar que colapsé o a su vez que su sistema de fondeo ~~falle~~fracase y se rompa o en casos más drásticos que una fuerte marejada provoque que la jaula se vaya a la deriva y se pierda todo el cultivo que está dentro de la jaula.

OBJETIVOS.

Objetivo General

Desarrollar una guía para facilitar la obtene~~autorización~~obtención ~~la de una~~ concesión de cultivos marinos al sector pesquero artesanal ~~y realizar una línea base~~ y

Formatted: Justified

Commented [PE6]: Es necesario poner eso?

~~la parte un manual~~ técnica para calcular sistemas de fondeo ~~de~~ jaulas marinas para el cultivo de camarón ~~-camarón~~ (*Litopenaeus vannamei*) para maricultura.

Objetivo específico

Detallar la línea base para presentar proyectos de cultivo marino de camarón en jaulas.

Diseñar un tipo de jaula marina y mediante tablas de datos, calcular esfuerzo de corriente, olas, y vientos para determinar el sistema de anclaje y línea de fondeo.

Detallar la guía del marco legal para presentar proyectos de cultivo marino de camarón en jaulas.

~~Socializar la guía y el manual desarrollado con cooperativas pesqueras artesanales y mediano empresario~~

CAPITULO 1

1. REVISIÓN DE TRABAJOS PREVIOS.

1.1. Cultivo de *L. camarón* (*litopenaeus vannamei*, Boone, 1931) en México

En ~~la ciudad de~~ Sinaloa-México, la acuicultura y maricultura son actividades que no están siendo aprovechadas para el desarrollo del país y no no completamente aprovechadas e integradas al desarrollo de Estados con litorales del país, particularmente especialmente para el caso de Sinaloa, además de la situación la situación actual de México en lo que respecta a cultivo de camarón presenta graves deficiencias que hay que corregir para poder incrementar la eficiencia en producción de las granjas que actualmente operan ue guarda la pesca regional (FAO, 2014).

Por lo que es necesario deseable que se proporcione a las comunidades pesqueras, las herramientas necesarias para fomentar su desarrollo a través de su capacitación esén

Commented [PE7]: fórmúlelo de nuevo

Commented [PE8]: describa la situación

sobre las tecnologías de cultivo de especies acuícolas, como el camarón en jaulas flotantes, (Zarain & herzberg, 2010).~~(Zarain-Hezberg, 2010.)~~

De ~~manera~~ modo particular individual, los ~~usuarios,~~ integrantes de las cooperativas del Estado de Sinaloa y de otras ~~entidades~~ entidades federativas, que ~~adopten~~ acojan esta tecnología podrán gestionar recursos de ~~apoyo~~ soporte ante los diferentes fondos crediticios estatales o federales creados para ~~promover~~ iniciar ~~cultivos~~ proyectos productivos. Las estructuras de las jaulas flotantes pueden ser de diferentes dimensiones, desde 9 hasta 200 m², construidas con materiales como tubería de PVC o de HPDE, con redes o mallas que ~~mantienen~~ conservan en cautiverio al camarón, por las cuales el agua se intercambia continuamente entre el ambiente y las jaulas, (Zarain & herzberg, 2010).

Figura 1: Jaulas de 9 m² para cultivo de camarón en México ~~(Zarain-Hezberg, 2010.)~~



Fuente: (Zarain-herzberg, 2010)

~~(Zarain-Hezberg, 2010.)~~

Figura 2: Modelo de jaula flotante de 200 m² cultivo de camarón en México.



Fuente: (Zarain-herzberg, 2010)(Zarain-Hezberg, 2010.)

1.2. Estudio de Cultivo Offshore en peces salmónidos en Chile.

Según la Sociedad Acuícola Openseas (S.A.O.) [eEl](#) siguiente estudio [analiza examina](#) las variables y los diferentes esfuerzos que afectan al sistema de fondeo para un módulo de 28 balsas de jaulas circulares de High Density Polyethylene (HDPE) una metodología de cálculo y describe la práctica de fondeo, (S. A. O, Chile, 2011).(SAO, 2011.)

Para el cálculo del sistema de fondeo, se consideran 3 tipos de fuerzas de acción: fuerzas generadas por el viento, fuerzas generadas por olas y fuerzas generadas por corrientes, las cuales dependen de las condiciones naturales existentes en la zona, tales como, la forma del fondo marino local, de la geografía superficial del lugar, de la geometría y dimensiones de la estructura a instalar, (S. A. O, Chile, 2011).

Figura 3: Jaula circular HDPE de cultivo de salmón en las costas de Chile



Fuente: (S. A. O, Chile, 2011).

1.3. Cultivo de camarón *Litopenaeus vannamei* en Costa Rica.

En Costa Rica también se han realizado cultivo experimentales de camarón *Litopenaeus vannamei* con resultados positivos. Considerando esto, y las ventajas que existen actualmente, como semilla y alimento formulado de alta calidad, y conocimiento de producción, países como México, Brasil, Perú, han intentado realizar cultivos acuícolas en jaulas flotantes en el mar. Desde el 2000 empezaron a promover el cultivo de camarón en jaulas en el la zona del golfo de Nicoya, en el pacifico de Costa Rica, tratando de obtener ciclos de factibilidad técnica y económica, a pequeña escala para poder ser manejado por los comuneros costeros de bajos recursos. Los resultados obtenidos en los cultivos en Costa Rica indican que esta

Formatted: Heading 2

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt

[forma de producción ya sea monocultivo o policultivo es sumamente viable para el desarrollo de comunidades pesqueras](#), (Radulovich,2007).

Figura 4: [Jaula con marco de tubos de PVC, forrada con malla de nylon multifilamento de 1/4"](#).



Fuente: (Radulovich, 2007)

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 10 pt, Bold

Formatted: Colorful List - Accent 1, Centered

Formatted: Grafico, Centered, Indent: Left: 0.5"

Formatted: Colorful List - Accent 1, Left

CAPITULO. 2

2 METODOLOGIA.

2.1. LINEA BASE

(SAO-2011).

Formatted: Justified

Ejemplo de una tabla con su formato	Año	Superficie (Has.)	Producción T.M.	Rendimiento (T.M./Ha)
	1991	283.247	692.320	2,44
	1992	309.673	844.121	2,73
	1993	356.328	1.018.022	2,86
	1994	380.069	1.169.058	3,08
	1995	395.710	1.057.369	2,67
	1996	387.889	1.113.214	2,87
	1997	291.356	1.048.881	3,60
	1998	324.476	1.168.113	3,60
	1999	305.978	1.162.716	3,80
	2000	310.288	1.179.094	3,80
	2001	311.865	1.185.087	3,80
	2002	316.948	1.204.402	3,80
	2003	314.423	1.194.807	3,80
	2004	358.094	1.360.757	3,80
	2005	324.875	1.104.575	3,40
	2006	321.747	1.222.639	3,80

2.1.1. Fuente: SIGAGRO/SUBSECRETARIA DEL LITORAL SUR

Elaboración: _____ SDEA/DPDA/

~~Da una idea de cómo evolucionó como se desarrolló, cambió y adaptó a lo largo del tiempo hasta llegar al estado actual. Incluir factores que afectaron el desarrollo. Describe como está actualmente la acuicultura en esa zona.~~

Commented [PE9]: preguntar si se necesita un preambulo

Identificación de comunas pesqueras aptas para el proyecto cultivo ~~realizar~~

Para la identificación de Sezonas aptas de cultivo en jaulas marinas de *Litopenaeus vannamei*, se debe ~~revisar~~ examinar los estudios oceanográficos ~~que comprendan a~~ de las provincia costera de Guayas, en la zona de Engabao-Playas. Para poder ~~se debe realizar~~ efectuar una preselección de sitios potenciales para cultivos marinos se observara las siguientes variables:

- Número y nivel de cooperación de organizaciones o agrupaciones pesqueras legalmente constituidas.
- Tipo y nivel de ~~la~~ pesquería y su aporte en la comunidad.
- Acceso ~~directo~~ inmediato y excelente campo visual de la comunidad pesquera hacia el mar y sitio de cultivo.
- Cooperación de entidades públicas, centro de investigación y del mediano empresario a la comunidad pesquera

~~Luego de ello~~ Se debe ~~realizar~~ ejecutar visitas de campo a de las caletas y puertos pesqueros preseleccionados para la vinculación y socialización ~~a las caletas y puertos pesqueros preseleccionados~~ de proyectos de cultivos, en las que se trataran temas de índole ~~Las cuales que comprenden~~ en aspectos sociales sociales, económicos, geográficos

y pesquero,s a los presidentes de cooperativas pesqueras, autoridades parroquiales o comunales y pescadores artesanales en general para poder ~~desear~~ seleccionar al menos ~~un~~ tres sector viabile es donde se puedan llevar a cabo las actividades acciones para la implementación de cultivo de camarón en jaulas. ~~camarón~~.

Commented [PE10]: revisar

2.1.2. Selección del sitio para área de proyecto de cultivos.

Para poder realizar una buena selección del sitio, la revisión ~~referene~~ bibliográfica nos podrá ~~definir~~ indicar la profundidad, topografía y accidentes del fondo marino de cada zona, donde se quiere seleccionar un área de cultivo marino y con la información investigación obtenida ~~de mapas del~~ planos batimétricos. De esta manera se ~~veo se~~ podrá ~~definir~~ definir la ubicación de las jaulas y el tipo sistema de fondeo necesario para que soporte las condiciones oceanográficas más desfavorables del sitio.

2.1.2.1. Revisión de factores oceanográficos para cultivo en jaulas marinas.

Se debe Rrevisar referencias oceanográficas, e ~~referencia~~ informes de las zonas donde se realizara los proyectos de cultivos tales como “Caracterización Oceanográfica de la Costa Central Ecuatoriana, (Punta & Morro,2009)., ~~(Vera, et al., 2009)~~ e informes del Instituto Oceanográfico de la Armada, (INOCAR)., para

~~definir~~limitar un ~~sitio~~área de cultivo. Esto debe incluir el estudio de viento, olas y corrientes de la zona seleccionada para proyectos de cultivos marinos.

Se deben revisar estudios oceanográficos de las siguientes características: ~~este~~
~~proyecto~~.

- Estudio ~~Velocidad~~ de corrientes
- ~~Estudio de (detallar el estudio de corriente de la zona seleccionada)~~
- Oleaje ~~Altura de ola (detallar el estudio de ola de la zona seleccionada)~~
- ~~Velocidad~~Estudio de vientos
- Característica de sedimento
- Batimetría o profundidad de zona

Si no se han realizado los estudios oceanográficos ya sugeridos se los debe hacer antes de seleccionar el sitio de la zona apta para el cultivo en jaulas.

Formatted: Bulleted + Level: 1 + Aligned at: 0.25" +
Indent at: 0.5"

~~Nota: preguntar si el Dr. Conoce alguna certificado o permiso q se necesite aparte de los que estoy escribiendo~~

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, Not Italic, Font color: Red

~~Nota: preguntar a Fausto o a Milton si realizaron algún trámite adicional~~

~~2.1.— Dimensionamiento de memoria de fondeo~~

Formatted: Heading 2, No bullets or numbering

~~Para el diseño del sistema de fondeo se considera la situación más desfavorable y se tomarán como referencia ecuaciones recomendadas en el reglamento del “American Bureau of Shipping (ABS)” en sus versiones del año 2001 y 2006.~~

Formatted: Heading 2

~~Esta información es la línea base para poder dimensionar correctamente la resistencia del sistema de fondeo, y el peso del sistema de anclaje a las condiciones del medio, y la fuerza a la que es sometida las jaulas en el mar.~~

-2.2 CALCULOS Y DISEÑO DE JAULAS MARINAS

2.2.1 Dimensionamiento de Memoria de fondeo

Para el diseño del sistema de fondeo se considera la situación más desfavorable de las condiciones oceanográficas y se tomarán como referencia ecuaciones recomendadas en el reglamento del "American Bureau of Shipping, (A.B.S., 2011)., en sus versiones del año 2001 y 2006.

Esta investigación es la base para poder dimensionar correctamente la resistencia del sistema de fondeo, y del sistema de anclaje, y las fuerza a la que es sometida las jaulas en el mar a las condiciones oceanográficas de la zona seleccionada, (Izaguirre, et al, 2007).

2.2.2 ~~Análisis y discusión del capítulo anterior, con comentarios. Todo esto~~

~~debe de ser soportado por encuestas y descrito en forma numérica y precisa.~~

~~Usar estadística descriptiva. Los formatos de encuestas, así como los resultados de las mismas deben de estar incluidos dentro de los anexos.~~

Fuerzas generadas por el Viento

Esto se aplica a la superficie de la jaula o estructura marina, expuesta a la acción del viento, para ello se utiliza la siguiente fórmula:

$$F_v = \frac{1}{2} \times \rho \times C_a \times V^2 \times A_v \quad (\text{S. A. O, Chile, 2011}). \quad (\text{SAO, 2011})$$

Se consideran las condiciones más extremas del viento con una escala de Beaufort para la intensidad del viento.

En donde:

Formatted: Heading 2, No bullets or numbering

Formatted: Justified, Indent: First line: 0.49"

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Not Italic

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Not Italic

Formatted: Heading 2

Fv: Fuerza del viento (kg).

ρ : Densidad del aire. (kg Seg²/m²) (0,125 kg seg² / m²)

Ca: Coeficiente eólico. Depende del tipo de estructuras, nuestro caso es una forma cilíndrica.

V: Velocidad del viento, (m/s).

A: Área expuesta del conjunto al viento (m²).

Fuente: SAO, 2011– Se adjuntan los valores referenciales, para el coeficiente de altura (Ch). Estas expresiones son recomendadas en el reglamento del “American Bureau of Shipping (ABS)”, en sus versiones del año 2001 y 2006: “ABS Rules for Building and Classing Mobile Offshore Drilling Units, parte 3, (Salas, 2008).

Tabla I: Valores de corrección de altura. Fuente: (S. A. O, Chile, 2011).

<u>Alturas (m)</u>	<u>Ch.</u>
<u>0,0 – 15,3.</u>	<u>1,00</u>
<u>15,3 – 30,5.</u>	<u>1,10</u>
<u>30,5 – 46,0.</u>	<u>1,20</u>
<u>46,0 – 61,0</u>	<u>1,30</u>
<u>76,0 – 91,5.</u>	<u>1,37</u>
<u>91,5 – 106,5</u>	<u>1,43</u>

Se adjuntan los valores referenciales, para el coeficiente de formas (Cs), estas expresiones son recomendadas en el reglamento del “American Bureau of Shipping (ABS)”, en sus versiones del año 2001 y 2006: “ABS Rules for Building and Classing Mobile Offshore Drilling Units, parte 3, (Salas, 2008).

Tabla II: Valores de coeficiente de formas. Fuente: (S. A. O, Chile, 2011).

<u>Formas</u>	<u>C s.</u>
<u>Esféricas</u>	<u>0,4</u>
<u>Formas Cilíndricas</u>	<u>0,5</u>
<u>Superestructuras</u>	<u>1,0</u>
<u>Estructuras Aisladas</u>	<u>1,5</u>
<u>Pescantes y Grúas</u>	<u>1,3</u>

Finalmente se aplicará un factor de ráfaga (Fr) que puede variar según el tipo y tamaño de la estructura que se considere y la rugosidad superficial de la zona. En este caso tenemos una estructura de altura inferior a 3 metros, para la cual se recomienda estudiar una ráfaga de tiempo de duración 15 segundos, lo que equivale a un factor de ráfaga $Fr = 1,45$, (Pérez & Domínguez, 2008).

Tabla III: Factor ráfaga máxima (Fr). Fuente: (Pérez & Domínguez, 2008)

FACTOR RAFAGA MAXIMA (Fr)																
CATEGORIA DE RUGOSIDAD SUPERFICIAL																
DURACION / m	I				II				III				IV			
	3s	5s	15s	1min	3s	5s	15s	1min	3s	5s	15s	1min	3s	5s	15s	1min
3	1,52	1,50	1,45	1,37	1,76	1,73	1,65	1,54	1,98	1,94	1,84	1,69	2,24	2,18	2,06	1,87
5	1,48	1,46	1,41	1,34	1,73	1,70	1,62	1,51	1,98	1,94	1,84	1,69	2,24	2,18	2,06	1,87
10	1,44	1,42	1,38	1,31	1,63	1,60	1,54	1,44	1,96	1,91	1,82	1,67	2,24	2,18	2,06	1,87
15	1,42	1,40	1,36	1,29	1,59	1,56	1,50	1,41	1,86	1,82	1,73	1,60	2,24	2,18	2,06	1,87

20	1,40	1,38	1,34	1,28	1,56	1,53	1,48	1,39	1,8	1,76	1,68	1,56	2,12	2,07	1,96	1,79
30	1,38	1,37	1,33	1,27	1,52	1,5	1,45	1,37	1,73	1,7	1,62	1,51	1,99	1,94	1,84	1,69
40	1,37	1,36	1,32	1,26	1,50	1,48	1,43	1,35	1,68	1,65	1,58	1,48	1,91	1,87	1,78	1,64
50	1,36	1,35	1,31	1,25	1,48	1,46	1,41	1,34	1,66	1,63	1,56	1,46	1,86	1,82	1,73	1,60
60	1,36	1,34	1,30	1,25	1,47	1,45	1,40	1,33	1,63	1,6	1,54	1,44	1,82	1,78	1,70	1,57
80	1,35	1,33	1,29	1,24	1,45	1,43	1,39	1,32	1,6	1,57	1,51	1,42	1,76	1,73	1,65	1,54
100	1,34	1,32	1,29	1,24	1,44	1,42	1,38	1,31	1,58	1,55	1,49	1,40	1,72	1,70	1,62	1,51

2.2.3. Fuerzas generadas por Corriente Las fuerzas generadas por las corrientes sobre los elementos sumergidos se considera: La corriente de marea en Sicigia, la corriente producida por el viento, y corrientes influenciadas por factores atmosféricos.

$$F_c = \frac{1}{2} * \rho * C_a * V^2 * A \text{ (S. A. O, Chile, 2011)} \text{ (SAO, 2011)}$$

Donde:

F_c: Fuerza de la corriente (kg).

ρ: Densidad del agua salada. (104,58) (kg. seg²/m³).

C_a: Coeficiente de arrastre. (“Drag Coefficient”), para formas cilíndricas

V: Velocidad de la corriente (m/seg).

A: Área expuesta o superficie que tendrá impacto directo contra la corriente (m²).

2.2.4. Fuerzas generadas por Olas

Para esto se consideran la formulación de (arrastre y deriva) por tener su acción en el plano Horizontal, más la Fuerza de la Deriva.

$$F_o = F_a + F_{wd} \text{ (S. A. O, Chile, 2011)} \text{ (SAO, 2011)}$$

Donde:

F_o: Fuerza generada por olas, en kg.

F_a: Fuerza de Arrastre, en kg.

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Not Italic

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Not Italic

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Not Italic

Fwd: Fuerza de deriva (wave drift force), en kg.

Fuerza de la deriva “wave drift forcé”

$$Fwd = \rho \times g \times L \times Hs^2 / 16. \text{ (S. A. O, Chile, 2011)}$$

Donde:

Fwd: Fuerza de deriva (“Wave drift forcé”) en kg

ρ : Densidad del agua salada, 104 kg. seg² /m³

g: Aceleración de gravedad, 9.81 m/seg²

L: Longitud del elemento de la estructura, en m.

Long. Frontal: long. Lateral

Hs: Altura de ola significativa.

~~Nota: revisar esta fórmula con el Ing. Cervantez~~

2.2.4.1 Fuerza de arrastre

$$FD = \frac{1}{2} * \rho * Cd * A * V^2. \text{ (S. A. O, Chile, 2011)} \text{ (SAO, 2011)}$$

Donde:

Fd: Fuerza de Arrastre, en kg.

Cd: Coeficiente de Arrastre; 1,2

D: Densidad del agua salada, 104 kg. seg² / m³

A: Área proyectada del miembro por metro de longitud, lateral y Frontal

V: Velocidad relativa del agua normal a la superficie

Formatted: Tab stops: 4.42", Left

Formatted: Heading 2

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Not Italic

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Not Italic

2.3. MARCO LEGAL PARA CONSECIÓN MARINA

2.3.1. Guía para gestionar los trámites de regularización y permisosautorizaciones para los cultivos marinos.

Para la ejecución de cultivos marinos proyectos se debe cumplirefectuar con los trámites pertinentes ante los diferentes organismos que regulanregulan la actividad de acuicultura marina como están en el acuerdo N° 023, que regula las actividades de maricultura y todos los aspectos afines al ordenamiento y control de concesiones marinasde área de mar en donde se desarrollara los diferentes tipos deel cultivo.

Se debe efectuar algunos de los requisitos para poder ensamblar proyectos de maricultura.

2.3.2. Requisitos para tramitar el oficio del Ministerio de transporte y obras públicas

Realizar Crear un oficiodocumento al MTOP (Ministerio de transporte y obras públicas) detallando cada uno de los exigencias de ley para que se otorgue la concesión marina de la zona donde se vaya a ejecutar la actividad de maricultura para dejar un registro oficial de acuerdo con la resolución de la Secretaria de puertos y transportes marítimo y fluvial **No. SPTMF 361/12**, (Registro Oficial 879, MTOP, 2013).

Requisitos que se necesitan para tramitar el oficio:

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Not Italic

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Not Italic

3.3. Requisitos para tramitar los permisos de concesión marina en la subsecretaría de Acuicultura para personas naturales o jurídicas

Solicitud dirigida a la Subsecretaría de Acuicultura de la autorización y la concesión para ejercer la actividad de maricultura, adjuntando la documentación respectiva, detallados a continuación, en dos ejemplares, (Acuerdo Ministerial 023. MAGAP, 2013).

El documento deberá tener los siguientes pasos:

- Nombres completos, nacionalidad, dirección domiciliaria y del sitio donde funcionará la administración del proyecto, número telefónico y correo electrónico del solicitante o solicitantes; en el caso de personas jurídicas, deberá ser suscrita por el presente legal de la misma.
- Copia a color de la cédula de identidad y del certificado de votación para personas naturales; y la de los socios y representantes legales para personas jurídicas

2.3.4. (especificar trámite x) Requisito para otorgar el certificado de Intersección ante el Ministerio de Ambiente.

Solicitar el certificado de Intersección ante el Ministerio de Ambiente con la finalidad de que el área requerida para la concesión marina no esté dentro de una reserva marina o zonas protegidas, y que no interfiera con otras actividades en el mar, emitido por la Autoridad Marítima competente, (Acuerdo Ministerial 023. MAGAP, 2013). Se deberá crear un usuario en el Sistema Único de Información Ambiental (SUIA) en que se deba ~~incluir~~ incluir:

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Not Italic

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Not Italic

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Not Italic

Formatted: Justified, Indent: First line: 0.49", Space After: 0 pt, Line spacing: Double, Widow/Orphan control, Adjust space between Latin and Asian text, Adjust space between Asian text and numbers

Formatted: Bulleted + Level: 1 + Aligned at: 0.25" + Indent at: 0.5"

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Not Italic

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Not Italic

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Not Italic

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Not Italic, Spanish (Spain)

- Nombre del proyecto
- Resumen del Proyecto
- Ubicación Geográfica
 - Coordenadas del proyecto en sistema de referencia WGS 84.

2.3.5 Requisitos técnicos del proyecto, contenido en los siguientes términos como parte de los permisos de una concesión marina al MAE.

2.3.5.1 Requisitos generales

- Nombres completos del Titular,
- Dirección domiciliaria del Titular
- Correo electrónico y número telefónico de contacto del Titular,
- Copia de la cédula del solicitante y del RUC
- Ubicación del proyecto

2.3.5.2 Objeto y justificación del proyecto

El titular o la persona a cargo de obtener la concesión deberán añadir los objetivos Generales y específicos del proyecto así como su respectiva justificación.

2.3.5.3 Ficha técnica, que contenga lo siguiente:

- Los materiales, composición y dimensión tanto de las estructuras básicas como de las complementarias.
- Descripción de las olas especies a cultivar.
- Origen de la población inicial, número y tamaño de los ejemplares.

Formatted: Bulleted + Level: 1 + Aligned at: 0.25" + Indent at: 0.5"

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Not Italic

Formatted: Heading 3, Outline numbered + Level: 4 + Numbering Style: 1, 2, 3, ... + Start at: 1 + Alignment: Left + Aligned at: 0" + Indent at: 0.5"

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Bulleted + Level: 1 + Aligned at: 0.25" + Indent at: 0.5"

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Bulleted + Level: 1 + Aligned at: 0.25" + Indent at: 0.5"

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Heading 3, Outline numbered + Level: 4 + Numbering Style: 1, 2, 3, ... + Start at: 1 + Alignment: Left + Aligned at: 0" + Indent at: 0.5"

Formatted: Heading 3, Outline numbered + Level: 4 + Numbering Style: 1, 2, 3, ... + Start at: 1 + Alignment: Left + Aligned at: 0" + Indent at: 0.5"

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Bulleted + Level: 1 + Aligned at: 0.25" + Indent at: 0.5"

Formatted: Font: Not Bold

2.3.6 Llenado de la Ficha Técnica Ambiental y Categorización del Proyecto.

Anexar un ejemplo de una ficha ambiental. Formato de la ficha técnica ambiental para la elaboración del Plan de Manejo para el área de cultivo según los criterios del Ministerio de Ambiente.

Para la elaboración de la ficha técnica se debe indicar el nombre de la concesión y colocar los datos generales del proyecto, y la ubicación de la concesión marina con sus coordenadas respectivas, indicar en qué fase se encuentra el proyecto el titular responsable de la obra los representantes legales y especificar el tipo de estudio que se efectuara y detallando las personas que van a realizar los procesos de ejecución de proyecto marinos.

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Not Italic

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Not Italic

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Not Italic

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Not Italic

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Not Italic

2.3.7 Certificado de cumplimiento de obligaciones de la Superintendencia de compañías o Acuerdo Ministerial que fue otorgado a la personalidad jurídica

- Copia del Registro Único de Contribuyentes –RUC.
- Copias de los estatutos sociales y reformas aprobados por el organismo competente.
- Nombramiento del representante legal debidamente inscrito, y la nómina de sus accionistas o miembros de la organización. **Detallar de manera puntual como realizar el plan de manejo para proyectos de maricultura.**

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Not Italic

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Not Italic

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Not Italic

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Not Italic

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Bulleted + Level: 1 + Aligned at: 0.25" + Indent at: 0.5"

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Bold

2.3.8. Realizar el proceso de Participación de Ciudadana.

Socializar y vincular el proyecto presentando a la comunidad pesquera, la ficha ambiental y su plan de manejo del Proyecto.

Cuando está en marcha la aprobación de un proyecto de maricultura el Ministerio de Ambiente, solicita que se debe informar a la comunidad los avances y desarrollo del proyecto, para que se informen de los procesos al gestionar los permisos de una concesión marina.

2.3.9. Elaborar informe del proceso de participación social y anexarlo al documento a ser entregado en el MAE.

Cuando se comience con las socializaciones del proyecto, el titular o titulares deberán redactar un informe que indique los temas de las socializaciones que se han realizado hasta ese momento y anexar ese documento con observaciones, fotos, conclusiones y comentarios sobre la opinión de la comunidad pesquera, para informar la participación social de los comuneros. Para que sea revisado por la autoridad ambiental y de sus respectivas observaciones [Conseguir ejemplo de informe de participación ciudadana](#).

2.3.10. Subir al portal web del MAE con las correcciones y recomendaciones emitidas.

Cuando se han entregado todo los documentos y se han realizado todos los tramites que requeridos, el MAE a través de su portal web emite correcciones y

Formatted: Heading 2

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Not Italic, Spanish (Spain)

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Not Italic, Spanish (Spain)

Formatted: Subtitle, Indent: First line: 0.49"

Formatted: Font: Times New Roman, Bold, Spanish (Spain)

Formatted: Font: Times New Roman, Spanish (Spain)

recomendaciones para el proyecto que deben ser cumplidas y emitidas para que sea analizado el ministerio. Esta entidad emitirá su aprobación una vez finalizada todos los procesos mencionados

CAPITULO II. CAPITULO. 3

Formatted: No bullets or numbering

3. RESULTADOS ESPERADOS

3.1 LINEA BASE

Para este proyecto se tomará como ejemplo las zonas de Puerto Engabao, en la provincia del Guayas en las cuales se está realizando actualmente proyectos de maricultura en esta zona de la costa Ecuatoriana.

3.1.1 Área de Playas-Engabao.

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Not Italic

3.1.1.1 Estudio de corrientes de la zona de Playas - Engabao.

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt

El estudio de estas corrientes (correntometría) tiene por objeto el caracterizar la circulación de la masa de agua del sector en estudio, es decir, determinar las direcciones e intensidades desde la superficie hasta el nivel de profundidad que influye en el cálculo, (S. A. O, Chile, 2011).

En mayo del 2001 el Instituto Oceanográfico de la Armada, realizó mediciones frente a las costas de Playas, donde las corrientes presentaron magnitudes que alcanzan velocidades de hasta 0.21 m/s con dirección hacia el este durante el flujo y velocidades hasta de 0.15 m/s con dirección hacia el oeste durante el estado de reflujo, (Punta & Morro, 2009).

Se pueden realizar estudios de corrientes y tener datos actualizados, para obtener un promedio de la zona y escoger valores para los cálculos de fondeo con las condiciones más desfavorables como se recomienda en las Normas internacionales, (A.B.S., 2011) y, (Standardiserings & Pronorm,Oslo, 2003). Para la instalación y construcción de jaulas marinas, se puede usar los resultados de un estudio realizado en el mes de febrero del 2014 por el (INP).

Tabla IV: Datos de velocidad y dirección de corriente (7 de febrero, 2014).

Formatted: Font: 12 pt

Fuente: (Hurtado, 2014)

Formatted: Caption, Left

Formatted: Font: 12 pt

MAGNITUD (Nudos)			
PROFUNDIDAD (Metros)	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO
1	0,02	0,54	0,15
2	0,05	0,21	0,21
3	0,08	0,27	0,27
4	0,18	0,29	0,29
5	0,13	0,42	0,42
6	0,14	0,62	0,62
7	0,25	0,87	0,87
8	0,22	1,46	1,46
9	0,03	0,82	0,82
10	0,07	0,79	0,79
11	0,12	0,64	0,64
12	0,02	0,7	0,7
13	0,02	0,28	0,28
14	0,04	1,18	1,18

• (detallar el estudio de viento de la zona seleccionada)

Formatted: Tabla, Left, No bullets or numbering

Formatted: Tabla, Left

Formatted: Colorful List - Accent 1, Left

Tabla V: Datos de velocidad y dirección de corriente (7 de febrero, 2014).

Fuente: (Hurtado, 2014)

DIRECCION (Grados)						
PROFUNDIDAD (Metros)	MINIMO	DIRECCION	MAXIMO	DIRECCION	PROMEDIO	DIRECCION
1	147,7	SE	323,6	NW	217,52	SW
2	137,2	SE	311	NW	199,32	SW
3	130,5	SE	271,2	NW	171,55	SE
4	109,1	SE	169,7	SE	135,04	SE
5	96	SE	130,5	SE	113,38	SE
6	89,3	NE	359,5	NW	115,75	SE
7	36,2	NE	184,8	SE	92	SE
8	44	NE	290,5	NW	142,91	SE
9	7,4	NE	216	SE	106,96	SE
10	4,8	NE	335,1	NW	124,46	SE
11	11,4	NE	342,5	NW	149,32	SE
12	13,4	NE	358,8	NW	224,74	SW
13	18,4	NE	329,2	NW	169,78	SE
14	15	NE	347,2	NW	192,36	SW

Formatted: Subtle Reference, Font: 12 pt

Formatted: Subtle Reference, Font: 12 pt

Formatted: Colorful List - Accent 1, Left

3.1.1.2 Estudio de Oleaje de la zona de Playas – Engabao.

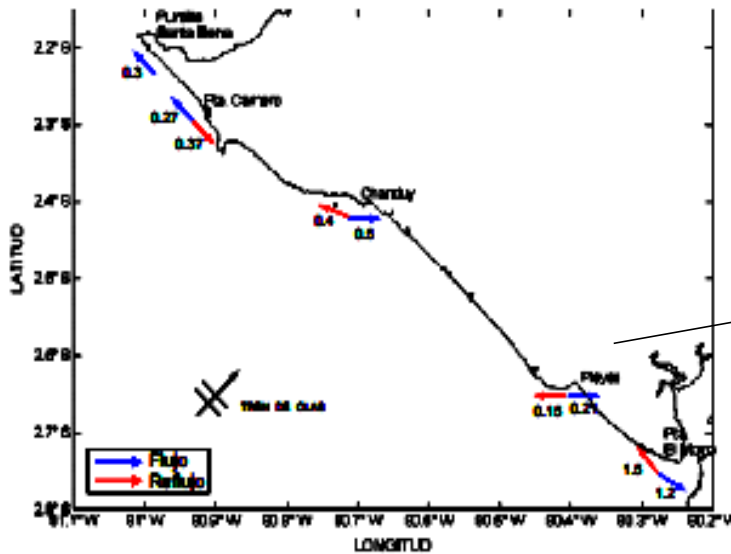
Formatted: Heading 3

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt

Esta característica oceanográfica es una de las más importantes en nuestra estructura porque crea grandes esfuerzos. Para establecer los parámetros más importantes en el tipo de ola, se partirá de los estudios realizados sobre el oleaje por el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR)., (Pérez & Domínguez, 2008).

En el área de Playas hasta Chanduy se realizaron mediciones durante los meses de abril y mayo del 96, en una profundidad de 14 m, se encontró una altura media de ola significativa de 0.9 m y una altura máxima de 2.6 m, con un período de 14 seg. y una dirección que oscila entre 195° y 220°, (Punta & Morro, 2009).

Figura 5: Incidencia del tren de Ola sobre las costas de Playas



Fuente: (Punta & Morro, 2009).

3.1.1.3 Estudio de viento de la zona de Playas -Engabao.

Al igual que en el caso del oleaje se caracterizará los vientos existentes en la zona a partir de los datos suministrados por el Instituto Oceanográfico de la Armada. Los datos facilitados muestran los vientos predominantes en la zona estudiada, (Pérez & Domínguez, 2008).

En el sector de la costa entre la Isla Puná y la puntilla de Santa Elena; alrededor de Playas se efectuó un estudio de viento y se determinó que provienen del oeste-suroeste y generalmente alcanzan velocidades de 9 km/h en la mañana, incrementándose hasta 20 km/h en la noche, lo cual explicaría por qué las playas de

Formatted: Colorful List - Accent 1, Centered

Playas

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Subtle Reference

esos sectores, Engabao, Chanduy, Playas, Anconcito, etc., están sometidas a fuertes oleajes, (Bolivar Soledispa, 1992).

3.1.1.4. Característica sedimentológicas de la zona de Playas - Engabao.

Según el estudio elaborado por el INOCAR, en la zona de Playas se consideran varios grupos texturales que van desde grava arenosa, arena gravosa, arena limosa, hasta la mezcla de los 2 últimos. Dentro de uno de los resultados sobresalió que en esta zona prevalece los sedimentos arenosos con un 70% del área que va desde Ancón hasta Playas, conjuntamente el análisis de las características texturales y de las variables estadísticas, muestran una supremacía de arenas finas, las cuales muestran las siguientes características: son asimétricas negativas y son movilizados por los agentes hidrodinámicos (corriente, ola, y mareas) y que además se presentan con gran fuerza en este sector de esta zona litoral, los mismos que causan inconvenientes de erosión y sedimentación en las playas de esta zona, (Soledispa, 1998).

3.1.1.5. Cartografía de la zona de Playas - Engabao.

Para la buena selección del sitio es importante reconocer mediante planos cartográficos las áreas donde se tiene pensado realizar el proyecto. Esto ayudará a precisar los sitios de cultivos marinos. Además hay que tener en cuenta todas las anomalías atmosféricas y oceanográficas, la gráfica del plano cartográfico y realizarlo en una escala 1:25000.

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt

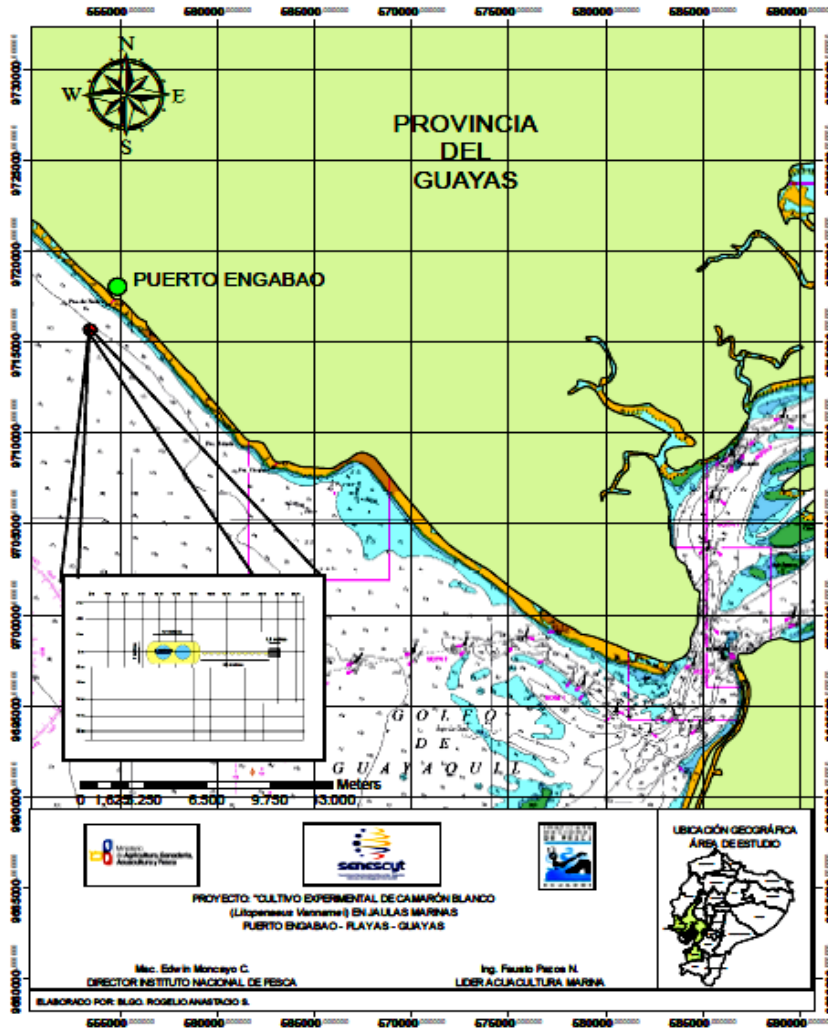
Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt

Figura 6: Plano Cartográfico de la ubicación de la plataforma marina de cultivo experimental en la zona de Playas-Engabao.



Fuente: INP, 2014

3.2 CALCULOS DE FONDEO DE LA ZONA DE PLAYAS – PUERTO. ENGABAO.

Los siguientes cálculos fueron obtenidos ~~mediante~~ mediante el uso de ~~datos~~ ~~los~~ ~~parámetros~~ ~~oceanográficos~~ ~~o~~ ~~datos~~ ~~oceanográficos~~ de la costa ecuatoriana del sector de General Villamil Playas para obtener los cálculos del sistema de fondeo para conseguir los esfuerzos totales de corriente, ola, viento a los que está siendo sometida una jaula marina simulando las condiciones más desfavorables en el mar.

En este estudio mediante fórmulas, tablas y situaciones recomendadas por las normas internacionales (A.B.S., 2011) y (Standardiserings & Pronorm, Oslo, 2003), se calculará los esfuerzos para poder dimensionar el sistema de fondeo para jaulas marinas para cultivo de camarón, y obtener los elementos necesarios para que pueda resistir condiciones oceanográficas extremas. na.....

Formatted: Justified, Indent: First line: 0.38"

3.2.1. Preguntar al Ing. Como presentar los resultados obtenidos de las tablas Los resultados esperados para la ejecución del proyecto para saber cómo obtener una concesión marina y empezar a realizar los trámites pertinentes en la consolidación de empezar a desarrollar cultivos marinos dentro de las 2 a 8 millas náuticas de la costa Ecuatoriana

Calculo de esfuerzo de viento de la zona de Playas – Puerto Engabao.

Para poder obtener la fuerza del viento (F_v) se consideran las condiciones más extremas, vientos fuertes, huracanados, ciclones, etc., con una escala de Beaufort para la intensidad del viento en la tabla VIII, es el resultado de la aplicación de la fórmula de F_v . Para ello debo obtener primero los datos de área de influencia y coeficiente eólico (C_v). Y del valor del estudio de velocidad del viento para la zona de Playas – Puerto. Engabao que es 7 Nudos.

Tabla VI: Fuerzas generadas por el Viento de la zona de Playas – Puerto. Engabao.

Fuerzas generadas por el Viento	$F_v = \frac{1}{2} \times \rho \times C_a \times V^2 \times A_c$ (SAO, 2011)	
Donde:		
ρ : Densidad del aire (S. A. O, Chile, 2011)	0,125	kg seg ² / m ³
C_v : Coeficiente eólico. Depende del tipo de estructuras, forma cilíndrica (S. A. O, Chile, 2011) (SAO, 2011)	0,5	
V: Velocidad del viento (Pérez & Domínguez, 2008) (Domínguez, et al 2012)	5,1765	m/s

A: Área expuesta del conjunto al viento	98,63	m ²
Fv: Fuerza del viento <u>(Izaguirre et.al, 2007)</u> <u>(fuerza superior)</u>	82,593	kg

Fuente: Elaborado por autor.

Para obtener el Cv. Se seleccionara el coeficiente de forma y coeficiente de alturas, que es una variación en función a la relación del viento y forma del diseño de la jaula, para poder calcular el Cv.

Tabla VII: Coeficiente Eólico para la zona de Playas – Puerto. Engabao.

Coeficiente Eólico	Cv = Cs * Ch <u>(SAO, 2011)</u>	
Donde:		
Cs: Coeficiente de formas. (S. A. O, Chile, 2011) <u>(SAO, 2011)</u>	0,5	cilíndrica
Ch: Coeficiente de altura. (S. A. O, Chile, 2011) <u>(SAO, 2011)</u>	1	
Cv: Coeficiente eólico (San Martín, 2010)	0,5	

Fuente: Elaborado por Autor.

Con la velocidad en Nudos (7 nudos) se realiza la corrección de vel. Aplicando el factor ráfaga para la transformación.

Tabla VIII: Velocidad del viento para la zona de Playas – Puerto. Engabao.

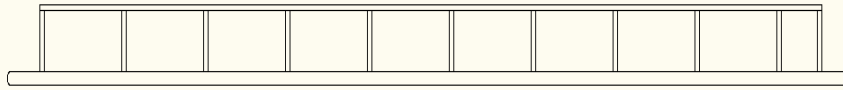
Velocidad del viento
factor Factor ráfaga: se se realiza una corrección con un factor ráfaga de 1,45 (S. A. O, Chile, 2011) <u>(SAO, 2011)</u>
Donde:

Vel. Max. Nudos (Pérez & Domínguez, 2008). (Domínguez, et al 2012)	7
Factor ráfaga. (Pérez & Domínguez, 2008). (Domínguez, et al 2012)	1,45
1 Nudo= 0,51 m/s (Pérez & Domínguez, 2008). (Domínguez, et al 2012)	0,51
Corrección de Vel. En Nudos	10,15
Vel. en m/s	5,1765

Fuente: Elaborado por Autor.

En la tabla X, los los diámetros que se utilizaron para los cálculos de esta tabla serán los que están expuesto en dirección en contra el viento.

Figura 7: Elementos de la superficie de la jaula que se opone al viento.



Fuente: (Pérez & Domínguez, 2008).

Tabla IX:

Áreas de los elementos que están expuestos al viento en la jaula marina.

A= Área expuesta que se opone al viento, en m ² . (Pérez & Domínguez, 2008).	
A= (D., de flotadores * D., de exterior de la jaula) + (D., de la barandilla * D., de la jaula) + (D. del soporte* h., del soporte) * (# soportes)	
Donde:	m
Diámetro (D) de flotadores	0,5
D1, del exterior de la jaula	9
D2, de barandilla	0,5
D3, de jaula	8
D4, de soporte	0,3
Altura (H) del soporte	1,5
Número (#) de soportes	20
Resultado de área en m ²	17,5

Fuente: Elaborado por Autor

Tabla X: Áreas de los elementos que están expuestos al viento en la jaula marina.

Área de la estructura de la plataforma que tendrá impacto contra el viento. (Pérez & Domínguez, 2008).	
Áreas	m ²
Caseta	2
Grúa para pesca	25,5
Red pajarera	26
Boya	2,5
Resultado de área	54
Nota:	Algunos datos son asumidos
Área del marco	m ²
Perímetro	25,13
Área total	m ²
Per.+ A. plataforma+ A superficie	98,63

Fuente: Elaborado por Autor

3.2.2. Cálculos de esfuerzo de corriente de la zona de Playas – Puerto. Engabao.

Para calcular fuerzas generadas por las corrientes marinas sobre los elementos sumergidos se considera la corriente de la marea en Sicigia, y se debe aplicar la misma metodología de cálculos de esfuerzos, se considerara el área de influencia de corriente, la densidad del agua salada, el coeficiente de arrastre (Ca). Y la velocidad de corriente obtenida en la revisión de bibliografía de estudios de corrientes.

Tabla XI: Fuerzas generadas por la Corriente en la zona de Playas – Puerto. Engabao.

Fuerzas generadas por Corriente	$F_c = \frac{1}{2} * \rho * C_a * V^2 * A$ (SAO, 2011)	
Donde:		
ρ :- Densidad del agua salada (kg. seg ² /m ³). (S. A. O, Chile, 2011)(SAO, 2011)	104,58	kg.seg ² /m ³
Ca:- Coeficiente de arrastre. (“Drag Coefficient”), para formas cilíndricas_ (S. A. O, Chile, 2011)(SAO, 2011)	2,1853	
V:- Velocidad de la corriente (m/seg). (Izaguirre, 2007).(Chavarría, 2010)	0,303	m/s
A:- Área que tendrá impacto directo contra la corriente (m ²).	243,72	m ²
Fc : Fuerza de la corriente (Lateral)	2548,42	kg

Fuente: Elaborado por Autor.

Tabla XII: Calculo de coeficiente de arrastre para la zona de Playas – Puerto. Engabao.

Coeficiente de arrastre		
$Ca = 3,12 * (d/L)^2 + 2,73 * (d/L) + 1$ (Pérez & Domínguez, 2008) (Domínguez et al., 2012)		
d : Diámetro	8	m
L: longitud (perímetro)	25,13	m

Ca	2,1853
----	--------

Fuente: Elaborado por Autor.

Se tendrá que realizar en este cálculo una conversión de Nudos a velocidad. Con los datos de velocidad en Nudos que se obtendrán en la revisión de estudios oceanográficos de corrientes para la zona de Playas de pleamar y bajamar.

Tabla XIII: Cálculo de velocidad de la corriente en la zona de Playas – Puerto. Engabao.

Velocidad de la corriente	Pleamar	Bajamar
Donde:		
Vel. Max en Nudos (San Martín, 2010). (León, 2014)	0,55	0,42
1 Nudo= 0,51m/s (SAO, 2011). (S. A. O, Chile, 2011).	0,5	
Conversión de Nudos a m/s	0,275	0,21
Error de registro del 10%	0,1	0,0275
Resultados de vel. en m.	0,3025	0,231

Fuente: Elaborado por Autor.

Tabla XIV: Área expuesta que tendrá impacto con la corriente en la jaula marina.

A : Área expuesta o superficie que tendrá impacto directo contra la corriente (m ²)			
A=	se realizan los cálculos para la forma de la jaula: cilindro (Pérez & Domínguez, 2008).		
At= A1 + A2 * (# de jaulas).			
Donde:			
Datos:		Datos de área	
A1: Área del círculo	50,27	longLong. (m)	0
A1= A2	50,27	diámetro (m)	8
At: Área total del cilindro	100,53	radio	4
# de jaulas	2	Pi	3,14

Formatted Table

Áreas de los cilindros de las jaulas	201,06	altura	5
---	---------------	--------	---

Fuente: Elaborado por Autor.

En la tablas XVI. El área superior expuesta también tiene influencia con la corriente, y el perímetro se obtiene, $P= 2\pi(r)$. Dependiendo del tipo de jaulas que se pretenda diseñar.

Tabla XV: Área del anillo de fibra de vidrio de las jaulas marina

Área del anillo de fibra	(m ²)
Área superior	17,59
Long. Perímetro	25,13
Altura (m)	0,7

Fuente: Elaborado por Autor.

Para obtener el área total de incidencia de corriente se realiza una sumatoria del perímetro + área de los cilindros + el área superior.

Tabla XVI: Área total de incidencia de la corriente de las jaulas marinas

Área total de incidencia de la corriente (m2)	
Sumatoria de áreas expuestas	m ²
Área de cilindro: A. Superior + Peri. de jaula + A. jaulas	243,78

Fuente: Elaborado por Autor.

3.2.3. Calculo de esfuerzo de Ola en la zona de Playas – Puerto. Engabao.

Para la fuerza generada por olas se considera la formulación de Morrison (arrastre e inercia) por tener su acción en el plano Horizontal, más la Fuerza de la Deriva, (SAO, 2011).

Tabla XVII: Fuerzas generadas por Olas en la zona de Playas – Puerto. Engabao.

Fuerzas generadas por Olas	$F_o = F_a + F_{wd}$ (SAO, 2011)
Fo: Fuerza generada por olas, en kg.	2648,14
Fa: Fuerza de Arrastre, en kg.	2006,26
Fwd: Fuerza de deriva (wave drift force), en kg.	634,14

Fuente: Elaborado por Autor.

Tabla XVIII: Fuerza de arrastre para la zona de Playas – Puerto. Engabao.

La fuerza de arrastre por unidad de longitud está dada por:		
$F_a = \frac{1}{2} * \rho * C_d * A * V^2$ (SAO, 2011)		
Donde:		
ρ : Densidad del agua salada ($kg.s^2/m^3$). (S. A. O, Chile, 2011)(SAO, 2011)		104,58
C_d : Coeficiente de arrastre. (Pérez & Domínguez, 2008)(Domínguez, et al 2012)		2,18
A : Área expuesta a la fuerza de arrastre de ola (m^2)		17,59
V : Velocidad relativa del agua normal a la superficie (orbital) (m/s)		1

Fuente: Elaborado por Autor.

Tabla XIX: Coeficiente de arrastre para la zona de Playas – Puerto. Engabao.

Coeficiente de arrastre

Cd= $3,12 * (d/L)^2 + 2,73 * (d/L) + 1$ (Pérez & Domínguez, 2008)	
Donde:	
Cd= coeficiente de arrastre o de carga	
d : diámetro (m)	8
L: longitud (m)	25,13
Cd=	2,18

Fuente: Elaborado por Autor.

Tabla XX: Áreas de la plataforma de Playas – Puerto. Engabao

Áreas de la plataforma	(m ²)
Área superior	17,59
Perímetro (P=2πr=2*3,14*4)	25,13
Altura (m)	0,7

Fuente: elaborado por autor.

Tabla XXI: Fuerza de la deriva

Fuerza de la deriva “wave drift force”		
Fwd = $\rho \times g \times L \times Hs^2 / 16$ (S. A. O, Chile, 2011)		
Donde:		
Fwd: Fuerza de deriva (“Wave drift force”) en N		
ρ : Densidad del agua salada (kg.s ² /m ³). (SAO, 2011)(S. A. O, Chile, 2011)		104,58
g : Aceleración de Gravedad, m/s ² (S. A. O, Chile, 2011)(SAO, 2011)	9,8	m/s ²
L: Longitud del elemento de la estructura, en m. 6m (2) jaulas	12	m
Hs: Altura de ola significativa. (Pérez & Domínguez, 2008)(Chavarría, 2010)	0,91	m

Fuente: Elaborado por Autor

Formatted: Normal

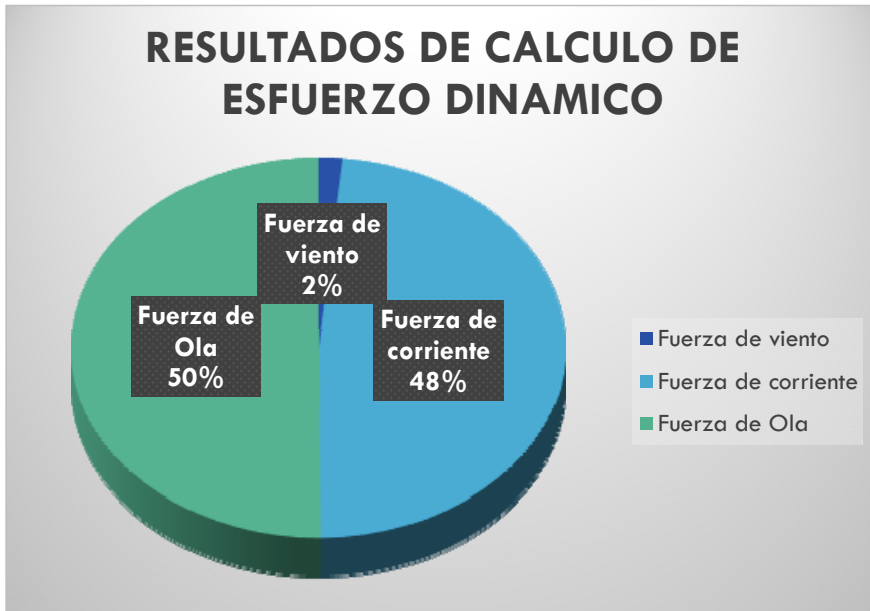
Tabla XXII: Fuerza por ola, de arrastre y de deriva para la zona de Playas – Puerto. Engabao.

Fuerza	Fuerza por la ola (kg)	Fuerza de arrastre (kg)	Fuerza de deriva (kg)
Frontal	2640,4	2006,26	634,14
Lateral	0	0	0

Fuente: Elaborado por Autor.

Una vez realizado todos los cálculos que se han mencionado encontraremos los esfuerzos a los que está sometida la plataforma marina para cultivo de camarón en Puerto Engabao. Como resultados de esfuerzo de viento calculamos un total de 82,593 kilogramos, y para la fuerza de corriente fue 2548,42 kg, y el cálculo de fuerza de Ola obtuvimos como resultado 2648,14 kg siendo estos dos últimos los mayores esfuerzos que soportan las jaulas marinas. Realizando una sumatoria, el esfuerzo total es de 5279,15 kg, es decir un total de 5,27 toneladas.

Figura 8: Grafico de pastel de resultados de esfuerzo de la jaula marina



Fuente: Elaborado por Autor.

Una vez obtenida el esfuerzo total de las jaulas podemos saber la carga que está expuesta nuestra estructura marina y diseñar modelos de seguridad en la línea de fondeo capaces de soportar el esfuerzo total, también se podrá elegir los materiales para ensamblar la línea de fondeo como grilletes, cabos, cadenas, destorcedores, eslabones, que puedan soportar todo el esfuerzo producido por la fuerzas que actúan sobre la jaula marina.

Como resultado de este proyecto, se realizó una guía para tener conocimiento de cómo empezar a obtener una concesión marina según el acuerdo ministerial 023 del

MAGAP para las cooperativas pesqueras artesanales que deseen obtener una concesión marina.

En los siguientes literales se mostrarán los resultados del diseño 3D realizado en sketchUp; 2014, que se utilizó como modelo en el INP, para diseñar la plataforma de cultivo de camarón.

4.1 — 3.2.4.

Diseño experimental 3D para jaulas marinas para el sector pesquero artesanal en General Villamil Playas

Cortes en vista lateral y vista en planta de una plataforma marina con 2 jaulas cilíndricas para cultivo de camarón en el sector de playas en el puerto. Engabao, la plataforma tiene como elementos básicos una grúa de pesca una caseta para muestreos, conectada a un sistema de fondeo catenarío (Unipunto). Conectado a un peso muerto y a una boya de flotación Trabajo realizado para el Instituto Nacional de pesca en el 2014. El diseño se realizó en el programa 3D sketchup 2013.

Formatted: Heading 3, Justified, No bullets or numbering

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Spanish (Spain)

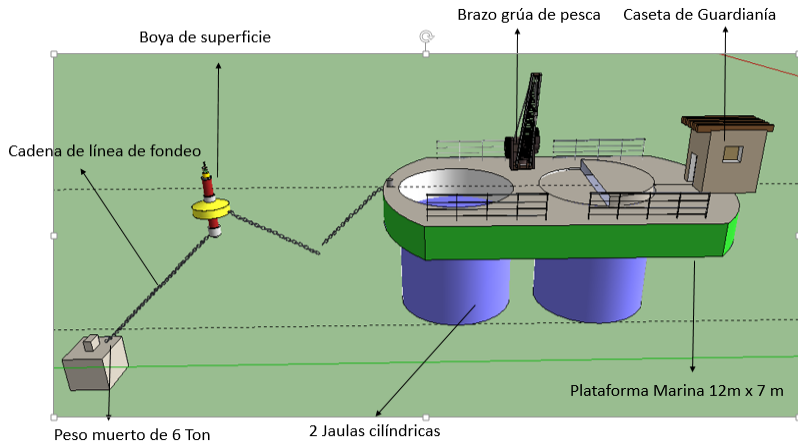
Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt

Formatted: Heading 3, Justified, Indent: Left: 0", Hanging: 0.49", No bullets or numbering

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt

Figura 9: Vista lateral de plataforma marina de cultivo de camarón



4.2

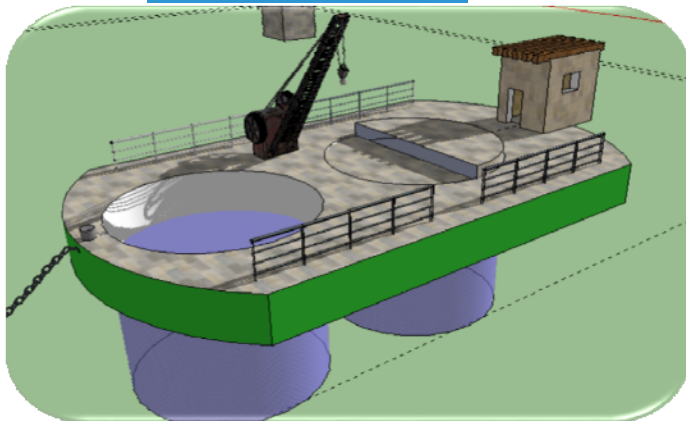
Fuente: R. Tigrero, INP, 2014.

Formatted: Colorful List - Accent 1, Centered, No bullets or numbering

Formatted: Grafico, Centered, Indent: Left: 0.5", No bullets or numbering

3.2.5. Diseño experimental 3D de plataforma marina para cultivo experimental de camarón *Litopenaeus vannamei*.

Figura 10: Vista diagonal de Diseño 3D de plataforma marina del INP para cultivo experimental de camarón *Litopenaeus vannamei*



4.3

4.4 Fuente: R. tigrero, INP, 2014.

Formatted: Normal, Centered, No bullets or numbering

Figura 11: Plataforma marina de cultivo experimental de camarón *Litopenaeus vannamei* en mar abierto a 1 milla de la costa ecuatoriana en el sector de Engabao-Plavas.



4.5 Fuente: INP, 2014

Formatted: Font: 10 pt, Bold

Formatted: Normal, Centered, No bullets or numbering

Formatted: Grafico, Centered, Indent: Left: 0.5", No bullets or numbering

Formatted: Font: Not Italic

3.3 MARCO LEGAL.

En base al marco legal del acuerdo Ministerial 023, se espera que el titular o titulares de la concesión marina cumplan con la metodología de esta guía para con todos los requisitos y trámites que el marco legal demanda, para la aprobación de los permisos, obtener una concesión para cultivo de camarón en jaula.

En esta guía se realizó un ejemplo de uno de los requisitos para el permiso de la concesión, se hizo un modelo de la ficha técnica ambiental que se espera, sea utilizada por los pescadores del puerto pesquero artesanal de la comuna Engabao y les permita elaborar un plan de manejo que exige el ministerio de ambiente.

Tabla XXIII: Modelo de ficha técnica ambiental para la elaboración del proyecto. Fuente: Elaboración, Autoría.

Modelo de la ficha técnica ambiental que solicita el Ministerio de Ambiente.

FICHA TECNICA					
DENOMINACION:	SHRIMPFARM. SEA. S.A. (<i>Cultivo de camarón Litopenaeus vannamei</i>)				
UBICACIÓN GEOGRAFICA	S 02° 34' 36"		W 80° 31' 13"		
PARROQUIA:	GENERAL VILLAMIL	CANTON:	PLAYAS	PROVINCIA:	GUAYAS
FASE ACTUAL:	FASE DE PERMISO	FASE DE OPERACIÓN		FACE DE CONSTRUCCION	
RAZON SOCIAL:	SHRIMPFARM. SEA. S.A			SHRIMPFARM. SEA. S.A	
REPRESENTANTE LEGAL	Blga. KATHERYNE STAY BRIONES SHRIMPFARM.SEA.S.A. Km 12 1/2 vía Engabao-Playas. PLAYAS-ECUADOR. TLF: 09745778293 Email: stay@hotmail.com				
CONSULTOR LIDER	Ing. Richard Tigreiro Malavé C.C. 0927081604 REG. CONESUP. 1006-08-812876: DIRECCION: MIRAFLORES, CONSULTOR AMBIENTAL INDEPENDIENTE. Cdla, Miraflores, AV. Miraflores Y calle 3ra. Diagonal a la U. Santa María. Guayaquil, GUAYAS. Telf.: 042780008. email: ricardito.sypher@hotmail.com, rtigreiro@espol.edu.ec				
TIPO DE ESTUDIO	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL				
COMPOSICION DE EQUIPO TECNICO					
NOMBRE	PROFESION		FUNCION		
RONALD CAMACHO	BIOLOGO		DESARROLLO DE IMPACTO AMBIENTAL Y PLAN DE MANEJO		
RAFAEL SAMANIEGO	INGENIERO ACUICOLA		MANEJO DE SISTEMA DE CULTIVO MARINOS		
LETICIA AGUILAR	BIOLOGO		CARATERIZACION DE FACTORES OCEANOGRAFICOS		
MILTON MONTUFAR	ABOGADO		ASPECTO LEGALES		
RICHARD TIGRERO	INGENIERO ACUICOLA		DIRECCION DEL PROYECTO		
RODOLFO ALEMAN	INGENIERO OCEANICO		TECNICO EN JAULAS MARINAS		

Fuente: Propiedad del Autor.

CONCLUSIONES

Con base en el análisis efectuado en este trabajo se puede llegar a las siguientes conclusiones preliminares.

En base a las regulaciones, leyes, normas nacionales e internacionales que rigen el acuerdo ministerial para maricultura 023 es necesario cumplir con las exigencias ambientales, marítimas, oceanográficas, para poder obtener la autorización de una concesión marina.

Este estudio enfatiza los diferentes factores al desarrollo de proyectos de cultivos en el mar y componentes de estructuración, diseño, y ejecución para selección de jaulas marina que se requiere para tolerar las condiciones oceanográficas de la zona de cultivo.

La zona de Engabao está influenciada por condiciones oceanográficas y atmosféricas de mayor incidencia de corrientes, olas y vientos que puede ser de afectación a las estructuras de cultivos marino.

La selección de datos obtenidos del INOCAR, no han sido actualizados, por lo tanto los datos de la velocidad de corriente y altura significativa de ola no son reales, lo que puedo concluir que los resultados de esfuerzo sirven únicamente para conocer un valor preliminar de las características oceanográficas de la zona de Playas-Engabao.

Este trabajo tiene como propósito ser aplicable a futuras concesiones marinas, para el desarrollo de cálculos de fondeo, previo al desarrollo y construcción de jaulas marinas y ser una guía de cómo empezar a los procesos para obtener una concesión en zonas de potencial cultivo

~~Concluyen algo sobre el estudio y hacen recomendaciones. Esta es la pepa del trabajo, no hacer cualquier tontera. Deben de incluir al inicio el razonamiento y la discusión de porque llegan a esa conclusión y porque recomiendan algo. No hacerlo solamente de la nada. no hay conclusión aun ;~~

RECOMENDACIONES

Después del análisis realizado en este proyecto de la materia integradora se puede realizar las siguientes recomendaciones:

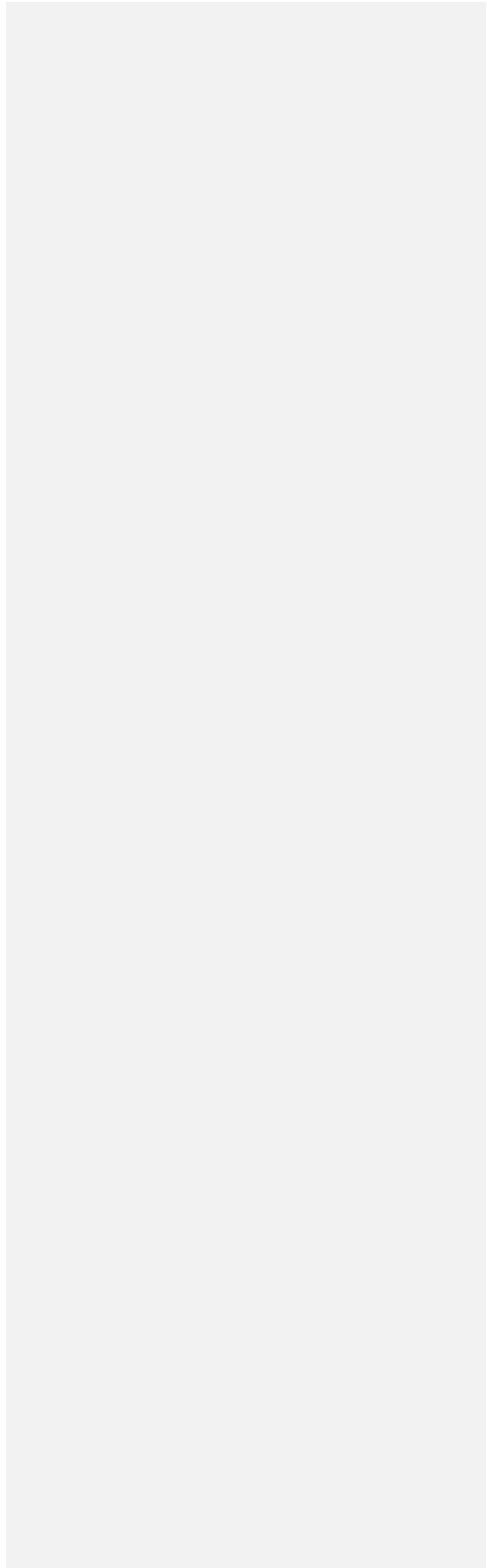
Se recomienda realizar estudios oceanográficos previos, de la zona donde se solicite una concesión marina para que puedan tener mejores datos al momento de realizar cálculos dinámicos de fondeo

Se recomiendo utilizar un modelo numérico que simule las condiciones más desfavorables de corriente, ola, y viento, para seleccionar zonas factibles de cultivo para la construcción de jaulas en mar abierto

Este trabajo recomienda, utilizar la presente metodología de los cálculos de fondeo, con datos actualizados para el diseño de la estructura marina.

La ejecución de los proyectos de cultivos marinos en comunidades pesqueras artesanales y en zona rurales de la costa ecuatoriana se prevé que mejoren la calidad de vida y beneficien a al desarrollo de la matriz productiva de donde se proyecte futuros cultivos potencialmente viables para incrementar el desarrollo de nuestros pueblos preservando la soberanía natural de nuestra Nación.

ANEXOS.

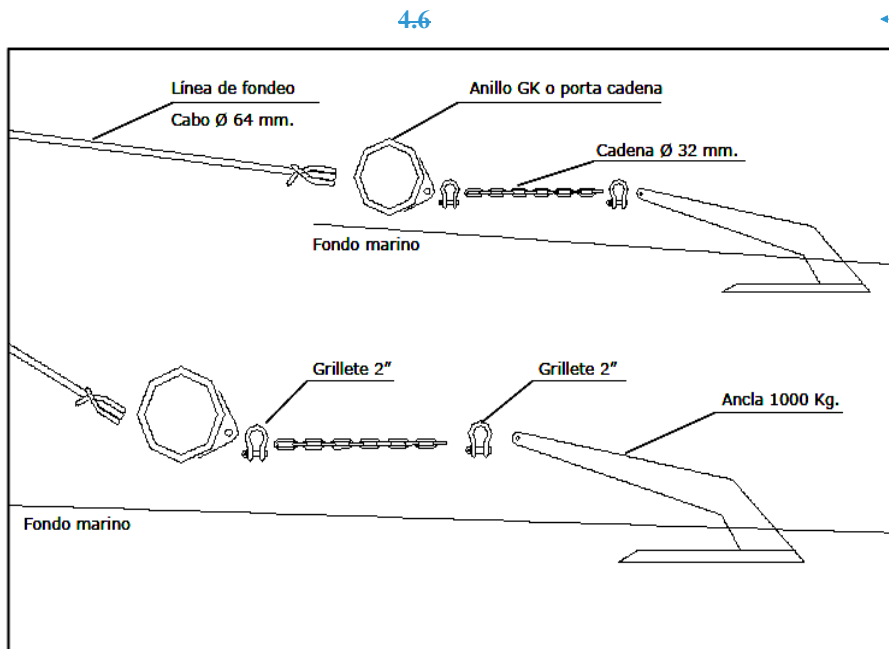


ANEXO A

Esquema ~~Diseño~~ de materiales de sistema de fondeo para la jaula marina de cultivo de camarón en la zona de Playas.

Formatted: Spanish (Ecuador)

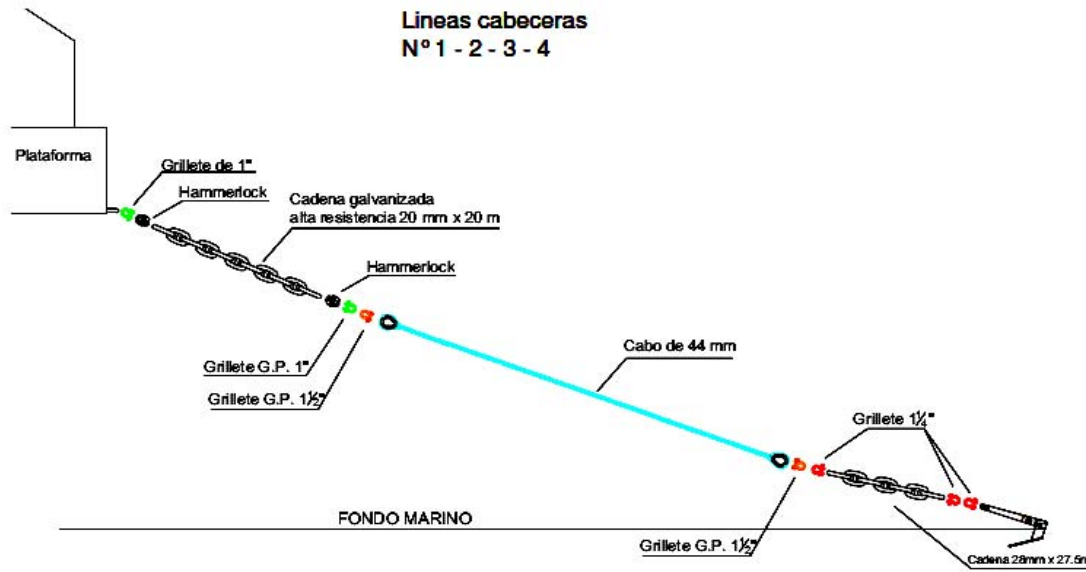
Formatted: Colorful List - Accent 1, Centered, No bullets or numbering



4.7 Elementos de línea de fondeo y anclaje Fuente: (S. A. O, Chile, 2011).

ANEXO B

Vista lateral de un sistema unipunto de línea de fondeo para las jaulas marinas para la zona de Playas.



4.8

Vista lateral de línea de sistema de fondeo de la jaula marina Fuente: (San Martín, 2010)

Formatted: Colorful List - Accent 1, No bullets or numbering

ANEXO C

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

No	GRUPO	ACTIVIDADES:	SEMANAS																																Total actividad	
			MES 1			MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6				MES 7				MES 8				Total semanas	%	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			32
1	1	SOCIALIZACION Y VINCULACION COMUNITARIA	■	■				■	■							■	■																		2	4,2
2	1	DELEGACION DE PERSONAL DE LA CONCESIÓN MARINA		■	■							■	■																						2	4,2
3	1	TRAMITES PARA OBTENER CONCESIÓN MARINA			■	■						■	■																						3	6,3
4	1	SELECCIÓN DE COMUNIDADES PESQUERAS	■	■	■																														3	6,3
5	1	SELECCIÓN DE SITIO DE CONCESION MARINA			■	■	■	■																											2	4,2
6	1	ESTUDIOS DE FACTORES OCEANOGRAFICOS				■	■	■	■					■	■																				4	8,3
7	2	DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE CULTIVO			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	45	93,8
8	2	PLANIFICACION Y DESARROLLO DE EL CULTIVO MARINO				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	11	22,9
9	3	OBTENCION DE CONCESIÓN MARINA		■								■	■				■	■					■	■											3	6,3
10	3	EJECUCION DE PROYECTO DE CULTIVOS MARINOS											■	■				■	■																2	4,2
11	3	VINCULACION CON LA COMUNIDAD PESQUERA				■	■			■	■						■	■						■	■										2	4,2
12	3	LEGALZACION DE LA ACTIVIDAD MARINA										■	■	■	■																■	■			1	2,1
		TOTAL:	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	48	100%

Fuente: Elaborado por Autor

ANEXO D

Etapas de construcción de plataforma marina para puerto Engabao.



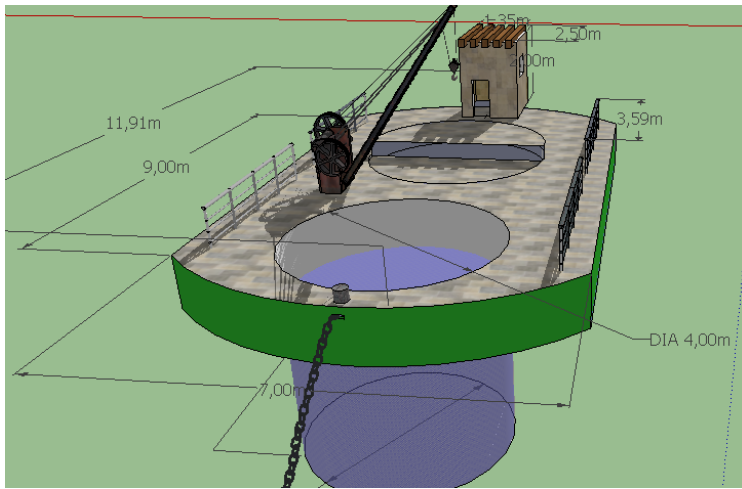
Fuente: INP, 2014



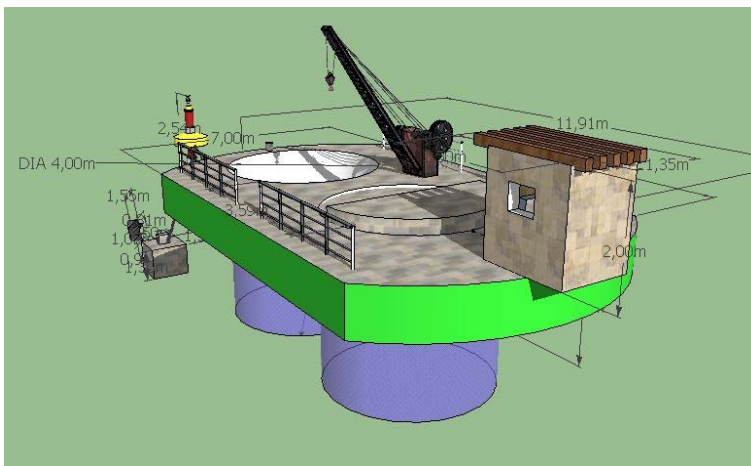
Fuente: INP, 2014

ANEXO E

Diseño 3D de jaula marina para cultivo experimental de camarón para el puerto pesquero Engabao.



Fuente: Elaborado por Autor.



Fuente: Elaborado por Autor.

BIBLIOGRAFÍA

Acuerdo Ministerial 023. MAGAP, Acuerdo-Ministerial-458.pdf, 2013

Heide, H., Prestvik, O. Okstad, E., Sunde, L. Analisis de Seguridad de la acuicultura y evaluacion de riesgos en el personal y medidas de tecnología en las piscifactorías . Trondheim, Pesca y Acuicultura, (2004).

Hewitt, C., Las especies exóticas en la acuicultura: consideraciones para el uso responsable. Inung, (2006).

Hurtado, M., Resultados de medición de corrientes en Engabao Revisado :
Mario Hurtado D . O., 2014.

Rules for Building and Classing Mobile Offshore Drilling Units, (2012).

Paredes, C., Análisis de jaula circular de HDPE mediante el método de elementos finitos.

S. A. O, Chile, Cultivo offshore de peces salmonidos iv región, 1-46, 2011.

San Martín, G., Memoria de cálculo de fondeo plataforma ensilaje Centro Yatac invertec mar de Chiloé, (2010).

Soledispa, B., Estudio de las características sedimentológicas de la zona litoral comprendida entre Anconcito y General Villamil (Playas), Provincia del Guayas, Ecuador, (1992).

Radulovich, R., Maricultura a mar abierto en Costa Rica, 2007

Registro Oficial 879, MTOP., Resolución No. SPTMF 361/12, 2013.

Vera, L., Lucero, M., & Mindiola, M., Caracterización oceanográfica de la costa central ecuatoriana entre la punta del morro y jaramijó, Ecuador: acta oceanográfica del pacifico, (2009).

Zarain - Herzberg, M., Campa - Córdova, A, & Cavalli, R., La viabilidad biológica de la producción de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* en el mar en jaulas flotantes . Acuicultura 259(1), 283-289, (2006).

Page 40: [1] Formatted **Richard Tigero** **12-Aug-15 11:26:00 PM**

Justified, Line spacing: Double, Bulleted + Level: 1 + Aligned at: 0.25" + Indent at: 0.5",

Adjust space between Latin and Asian text, Adjust space between Asian text and numbers

Page 40: [2] Formatted **Richard Tigero** **12-Aug-15 11:26:00 PM**

Bulleted + Level: 1 + Aligned at: 0.25" + Indent at: 0.5"

Page 40: [3] Formatted **Richard Tigero** **12-Aug-15 11:36:00 PM**

Justified, Line spacing: Double, Bulleted + Level: 1 + Aligned at: 0.25" + Indent at: 0.5",

Adjust space between Latin and Asian text, Adjust space between Asian text and numbers

Page 40: [4] Formatted **Richard Tigero** **12-Aug-15 11:37:00 PM**

Bulleted + Level: 1 + Aligned at: 0.25" + Indent at: 0.5"

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



**FACULTAD DE INGENIERÍA MARÍTIMA, CIENCIAS
BIOLÓGICAS, OCEÁNICAS Y RECURSOS NATURALES**

**“VARIABILIDAD DE LA CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA
ALFA EN EL CORAL *Pocillopora damicornis* (Linneaus, 1758) DEL
ISLOTE EL PELADO, SANTA ELENA”**

PROYECTO INTEGRADOR

Previa a la obtención del Título de:

BIOLOGOS

Presentado por:

RONALD GABRIEL CAMACHO JIMÉNEZ

KATHERINE PAMELA STAY BRIONES

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO

2015

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por ser nuestra inspiración y luz que ilumina nuestro camino en nuestra etapa de estudiantes. Él ha sido fiel en mostrarnos a su Hijo Jesucristo, cuyo conocimiento excede a cualquier otro conocimiento.

Agradecemos especialmente a nuestros padres por todo el apoyo incondicional brindado; por su comprensión y entrega genuina a fin de que culminemos nuestras carreras. Con cada ladrillo construyeron en nosotros una gran fortaleza.

Agradecemos a todos los profesores que han sido más que eso, amigos siempre dispuestos a colaborar con sus enseñanzas en nuestra etapa de estudiantes de ESPOL.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, Wellington Camacho (+) y Denisse Jiménez por sus palabras de ánimo y constante entrega. A Dios, principio y fin de todo lo que soy y de lo que hago. A mis hermanos, Wellington y Génesis. Y a todos mis amigos, hermanos y compañeros de la gran familia *SPOUDE*. **- Ronald Camacho**

Se lo dedico al forjador de mi camino, a mi padre celestial, el que me acompaña siempre. A mis padres y a mis hermanas por su apoyo y confianza en todo lo necesario para cumplir mis objetivos. Al resto de mi familia y amigos quienes me han llenado de sabiduría para ser mejor persona. **- Katherine Stay**

TRIBUNAL DE EVALUACION

EVALUADOR

EVALUADOR

DECLARACION EXPRESA

La responsabilidad del contenido de este proyecto integrador nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**.

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Ronald Gabriel Camacho Jiménez

Katherine Pamela Stay Briones

RESUMEN

En la REMAPE (Reserva Marina El Pelado), ubicada en Ayangue, provincia de Santa Elena; se han registrado especies de corales hermatípicos constructores de arrecifes de la familia *Pocilloporidae* tales como *Pocillopora damicornis*, más específicamente, en el islote El Pelado.

La interacción simbiótica alga-coral que *P. damicornis* posee con algas del género *Symbiodinium* (Zooxantelas); permitirá evaluar las condiciones en las que se encuentra dicho coral a partir de la concentración de clorofila alfa (*chl a*) tanto en época seca como en época lluviosa. Dicho pigmento se encuentra presente en la membrana tilacoides de las zooxantelas y resulta ser un indicador biológico efectivo de su estado.

Además, con respecto a la estación seca y lluviosa, se buscará determinar de qué manera las variaciones ambientales respectivas a cada temporada, influyen en la relación clorofila-zooxantela y por ende en el coral. Relaciones tales como la cantidad de pigmento (*chl a*) por unidad de área y la concentración de *chl a* por zooxantela, ambas en función de la densidad poblacional, serán analizadas por medio de los datos que se obtengan a partir de los muestreos correspondientes a cada temporada.

Se categorizará el estado del coral según su concentración de clorofila alfa en normal, decolorado o blanqueado. Finalmente, aunque el presente estudio busca sentar y registrar información detallada acerca del estado de *P. damicornis* en REMAPE, es

necesario que se realicen más investigaciones en este lugar para tener una noción mucho más cercana del estado de conservación en un sentido global.

Esto permitirá implementar medidas efectivas para la restauración de las especies más afectadas, y como resultado, la dotación de vías sustentables de desarrollo, mejorando la salud pública de las comunidades aledañas a través del manejo adecuado de sus recursos naturales.

Palabras claves:

Hermatípicos, *Pocillopora damicornis*, clorofila alfa, zooxantela.

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	VI
INDICE GENERAL	VIII
INDICE DE FIGURAS.....	X
INDICE DE TABLAS	XI
INDICE DE ANEXOS.....	XII
INDICE DE ABREVIATURAS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO 1	6
1. PRIMEROS ACERCAMIENTOS AL ESTUDIO DE LOS CORALES EN ECUADOR.	6
1.1. <i>Pocillopora damicornis</i> : Características generales.	7
1.2. Clasificación Taxonómica.....	8
1.3. Registros de <i>Pocillopora damicornis</i> en Ecuador: REMAPE.....	9
1.4. Simbiosis zooxantelar alga-coral.....	10
CAPITULO 2.....	12
2. REVISIÓN DE TRABAJOS PREVIOS.	12
2.1. Relación entre la clorofila alfa y la densidad de zooxantelas en un coral hermatípico.	12
2.2. Variación de la densidad de zooxantelas, concentración de pigmentos, biomasa y porcentaje de lípidos en tejidos de un coral hermatípico.	13
2.3. “Caracterización bioecológica de siete sitios de buceo situados alrededor del islote El Pelado en Ayangue”.....	14
CAPITULO 3.....	16
3. METODOLOGÍA APLICADA.....	16
3.1. Área de estudio.....	16
3.2. Muestreo	18
3.2.1. Frecuencia de muestreo.....	18
3.2.2. Metodología de muestreo.....	19

3.2.3. Análisis en laboratorio	20
3.3. Densidad de zooxantelas	20
3.4. Determinación de clorofila <i>a</i> (chl <i>a</i>)	21
3.4.1. Categorización del coral.....	22
3.5. Variables ambientales.....	22
3.5.1. Temperatura	22
3.5.2. Salinidad.....	23
3.5.3. Oxígeno disuelto	23
3.5.4. Irradiancia	23
3.6. Análisis de datos.....	24
RESULTADOS ESPERADOS.....	27
CONCLUSIONES	28
ANEXOS	30
BIBLIOGRAFÍA	34

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Islote El Pelado, Ayangue.	7
Figura 2.- Distribución de <i>P. damicornis</i> en América.	8
Figura 3.- Algunos lugares de registro de <i>P. damicornis</i> en Ecuador con sus respectivas coordenadas.	9
Figura 4.- <i>Pocillopora damicornis</i> en el Pelado.	10
Figura 5.- Imagen satelital de las estaciones EL PLANCHÓN y EL BAJO EL CUARENTA.	17
Figura 6.- Reloj de buceo Suunto DX.	22
Figura 7.- Software Suunto DM5.	23
Figura 8.- Concentración de clorofila a por unidad de área (ClaA) y por zooxantela (ClaZ), en función de la densidad poblacional de zooxantelas (DZ) en época seca (a)	26

INDICE DE TABLAS

Tabla I.- Coordenadas de los sitios de muestreo.....	17
---	----

INDICE DE ANEXOS

ANEXO A.- Áreas protegidas del Ecuador.....	31
ANEXO B.- Cronograma de actividades de trabajo.....	32
ANEXO C.- Cronograma de actividades por estación.....	33

INDICE DE ABREVIATURAS

°C	Grados Celsius.
µg	Microgramo.
CITES	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres.
Chl <i>a</i>	Clorofila alfa.
Chl<i>a</i>A	Clorofila alfa por unidad de área (cm ²)
Chl<i>a</i>Z	Clorofila alfa por unidad algal (zooxantela)
DZ	Densidad de zooxantelas.
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral.
ENSO	El Niño Southern Oscillation.
ha.	Hectárea.
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change.
MAE	Ministerio de Ambiente del Ecuador.
m²	Metros cuadrados.
REMAPE	Reserva Marina “El Pelado”.
SNAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas.
SCUBA	Self-Contained Underwater Breathing Apparatus.
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.
Ups	Unidades Prácticas de Salinidad.
UTM	Universal Transverse Mercator.

INTRODUCCIÓN

En la provincia de Santa Elena se encuentra ubicada la Reserva Marina El Pelado (REMAPE), más específicamente a la altura de Ayangue, comunidad perteneciente a la parroquia Colonche y de gran potencial turístico ⁽¹⁾. Esta reserva marino costera forma parte de las 50 áreas protegidas del SNAP (Sistema Nacional de Áreas Protegidas) distribuidas en la zona continental e insular, y que en conjunto representan aproximadamente el 19,93% del territorio nacional destinado a la conservación y protección de la biodiversidad ⁽²⁾.

La Reserva Marina El Pelado (REMAPE) existe como tal desde el 24 de Agosto del 2012, decretada así según Registro Oficial #802, el 3 de Octubre del mismo año. Su extensión aproximada es de 13.101,35 ha; 13.004,75 ha de área marina, 96,60 ha de área terrestre y un islote de 200 m² conocido como “El Pelado”, de donde toma el nombre la reserva ⁽³⁾. La creación de esta reserva marina se da en el contexto de una creciente preocupación por la conservación de los ecosistemas marino costeros, cuyos componentes fundamentales se ven considerablemente amenazados por la acción del hombre.

El islote el Pelado posee un suelo estéril y en su punto más alto alcanza los 22 m de altura. A pesar de que carece de flora en su totalidad, este islote alberga una cantidad considerable de fauna (peces, mamíferos e invertebrados marinos). En lo que respecta a macroinvertebrados se han registrado 8 fila; entre los que destacan: *Cnidaria*,

Echinodermata, Mollusca y Chordata. Del filum Cnidaria, resalta en abundancia la familia *Pocilloporidae*; de la cual se detallan las especies *P. damicornis*, *P. capitata*, *P. elegans* y *P. spp* ⁽⁴⁾.

Pocillopora damicornis es una especie perteneciente al orden *Scleractinia* y tiene la particularidad de ser formador de arrecifes⁽⁵⁾, de ahí la importancia de conocer su estado y generar información acerca de los factores que pudieran intervenir en su normal desarrollo. Aunque *P. damicornis* está actualmente clasificado en el apéndice II (no necesariamente amenazada de extinción pero que podría llegar a estarlo) del CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres) y como de “Preocupación menor” (taxón abundante, no amenazado) según la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza); debido al constante estrés antropogénico, a la sedimentación y al cambio climático, el riesgo de que sus colonias se vean afectadas significativamente es cada vez mayor ⁽⁶⁾.

Fenómenos antropogénicos como la industrialización, principal fuente emisora de dióxido de carbono, han causado un cambio drástico en las condiciones ambientales ⁽⁷⁾. Como resultado, los océanos han venido experimentado marcadas alteraciones en sus características físicas durante los últimos 50 años. Su temperatura promedio se ha incrementado en aproximadamente 0,11⁰C por década los últimos 40 años y se estima que aumente entre 1,4 y 5,8 ⁰C hasta el 2100 ⁽⁸⁾ ⁽⁹⁾.

La absorción de CO₂ en los océanos da paso a que aumente su nivel de acidez y disminuya su pH. Como consecuencia, decrece la concentración de carbonato y así, organismos calcificadores como los corales se ven impedidos de construir sus esqueletos ⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾. A este fenómeno se lo conoce como acidificación de los océanos y es capaz de afectar seriamente a las comunidades coralinas.

El aumento de la temperatura superficial marina ha provocado masivos eventos de blanqueamientos coralinos alrededor del mundo ⁽¹²⁾⁽¹³⁾, los cuales resultan de la pérdida de color producida por la ruptura de la simbiosis entre los corales y dinoflagelados del género *Symbiodinium*. Se estima que la frecuencia de dichos blanqueamientos sea de al menos, uno por año en los próximos 30 – 50 años ⁽¹⁴⁾.

De igual manera, eventos naturales de índole océano-atmosféricos asociados con alteraciones en el clima, tales como ENSO (“El Niño” Southern Oscillation), son capaces de afectar significativamente el equilibrio natural de los ecosistemas coralinos⁽¹⁵⁾.

Para evaluar el grado de afectación sufrido por las comunidades coralinas como resultado del cambio climático, se han usado diagnósticos cualitativos y cuantitativos direccionados a medir la mortalidad, blanqueamiento y prevalencia de colonias enfermas del coral ⁽¹⁶⁾. Para lo cual, es necesario establecer definiciones específicas de la apariencia física de los corales; tales como “normal”, “decolorado” o “blanqueado”

a partir de las concentraciones de clorofila alfa detectadas. Las evaluaciones que se realicen a partir de primeras observaciones bien delimitadas son claves para una categorización efectiva ⁽¹⁷⁾.

La identificación de vacíos de información en lo que respecta a biodiversidad de la plataforma marina del Ecuador continental motiva la presente investigación. Por lo cual, conocer el estado actual de *P. damicornis* se vuelve crucial para tener una idea más precisa de las variables que ejercen presión sobre este ecosistema coralino y así, proponer acciones y proyectos de conservación efectivos.

Debido a la simbiosis alga-coral que existe entre algas del género *Symbiodinium* (zooxantelas) y *P. damicornis*, es posible determinar el grado de afectación del coral a partir de la medición de pigmentos tales como clorofila alfa (*chl a*). También se podrá conocer la densidad de zooxantelas y su relación con los distintos factores ambientales presentes en el islote El Pelado, que varían tanto en época seca como en época lluviosa.

La presente investigación pretende solucionar la carencia de información en lo que respecta a ecosistemas coralinos en el territorio continental. Al ejecutarse, se podrá tener una noción clara no sólo del estado actual detallado de *P. damicornis* y de la influencia directa de parámetros físicos condicionados a las estaciones (seca y lluviosa), sino que también permitirá ser la base para el planteamiento de hipótesis un

tanto más cercanas acerca del comportamiento de la relación *chl a*-zooxantelas y algacoral en esta zona, para otros corales en futuras investigaciones.

El objetivo principal del presente estudio es determinar el estado de *P. damicornis* en el islote el Pelado.

Los objetivos específicos son:

- Medir las concentraciones de *chl a* en época seca y época lluviosa
- Determinar la relación de *chl a* con la densidad poblacional de zooxantelas.
- Determinar la relación que existe entre la *chl a* por unidad de área (ChlaA) y entre *chl a* por zooxantelas (ChlaZ), tomando en cuenta su densidad poblacional (DZ).
- Determinar la relación que existe entre *chl a* por zooxantelas (ChlaZ), con respecto a factores ambientales como oxígeno, temperatura, irradiancia y salinidad en época seca y lluviosa.
- Determinar la relación existente entre la densidad poblacional de zooxantelas (DZ) y factores ambientales como oxígeno, temperatura, irradiancia y salinidad en época seca y lluviosa.

CAPITULO 1

1. PRIMEROS ACERCAMIENTOS AL ESTUDIO DE LOS CORALES EN ECUADOR.

Los acercamientos iniciales al estudio de los corales en Ecuador datan de inicios del siglo XX, con las primeras conclusiones acerca de su distribución, emitidas por Cyril Crossland a bordo del HMS *St George*. Pero no fue sino hasta hace tres décadas aproximadamente que se empezaron a registrar datos más certeros acerca del grado de desarrollo, interacciones bióticas e impactos perjudiciales que cambios drásticos en el clima provocan sobre las comunidades coralinas a nivel insular ⁽¹⁸⁾.

El islote el Pelado se encuentra ubicado en la parte noroccidental de Ayangue (Fig. 1) y por sus características, se constituye en sitio óptimo para bucear. Pero aún hay vacíos de conocimiento con respecto a la interacción biológica y ecológica, así como el estado actual de las especies del lugar.

En la comunidad de Ayangue se han realizado estudios con el fin de establecer una línea base en lo que respecta a biodiversidad de macroinvertebrados y peces ⁽⁴⁾. En estos, se han podido identificar corales hermatípicos, que particularmente poseen requerimientos muy específicos de temperatura, salinidad, profundidad y claridad⁽¹⁹⁾.

Figura 1.- Islote El Pelado, Ayangue.



Fuente: www.andes.info.ec

Agencia Pública del Ecuador y Suramérica - ANDES

15 de Septiembre del 2015

1.1. *Pocillopora damicornis*: Características generales.

Pocillopora damicornis es una de las especies más dominantes en los sistemas arrecifales en el Pacífico oriental ⁽²⁰⁾, diferenciándose porque presenta modificaciones geográficas referente a su método de reproducción ⁽²¹⁾. Como miembro de la familia *Pocilloporidae*, *P. damicornis* es hermafrodita ⁽²²⁾; y su distribución es desde el Mar Rojo y la costa este de África hasta el lado occidental de América (Fig. 2). En lo que

respecta a nuestro continente, su distribución es desde México (Golfo de California) hasta Ecuador, incluyendo las islas oceánicas ⁽²³⁾ ⁽²⁴⁾.

En la zona que va desde la isla del Caño (Costa Rica), hasta las Islas Galápagos, *P. damicornis* produce gametos a través de desoves sincrónicos que son capaces de madurar todo el año, tanto en luna nueva como en luna llena ⁽²¹⁾.

Figura 2.- Distribución de *P. damicornis* en América.



Fuente: www.maps.iucnredlist.org

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza – UICN
15 de Septiembre del 2015

1.2. Clasificación Taxonómica

REINO: *Animalia*

FILUM: *Cnidaria*

CLASE: *Anthozoa*

ORDEN: *Scleractinia*

FAMILIA: *Pocilloporidae*

GÉNERO: *Pocillopora*

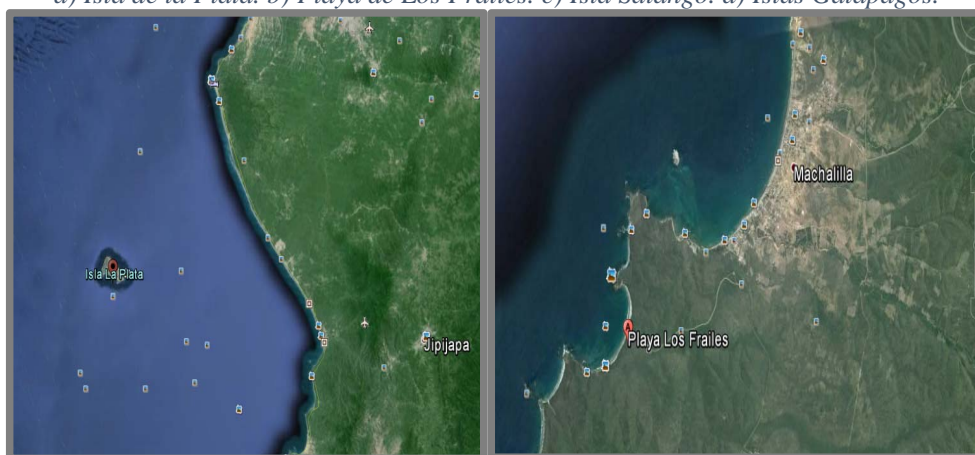
ESPECIE: *Pocillopora damicornis*

1.3. Registros de *Pocillopora damicornis* en Ecuador: REMAPE.

En nuestro país, *P. damicornis* ha sido registrada a nivel continental en la provincia de Manabí; en locaciones como: Isla Salango, Los Frailes, Isla Sucre (Fig. 3) y la Isla de la Plata; y a nivel insular en las Islas Galápagos ⁽²⁵⁾ ⁽²⁶⁾ ⁽²⁷⁾.

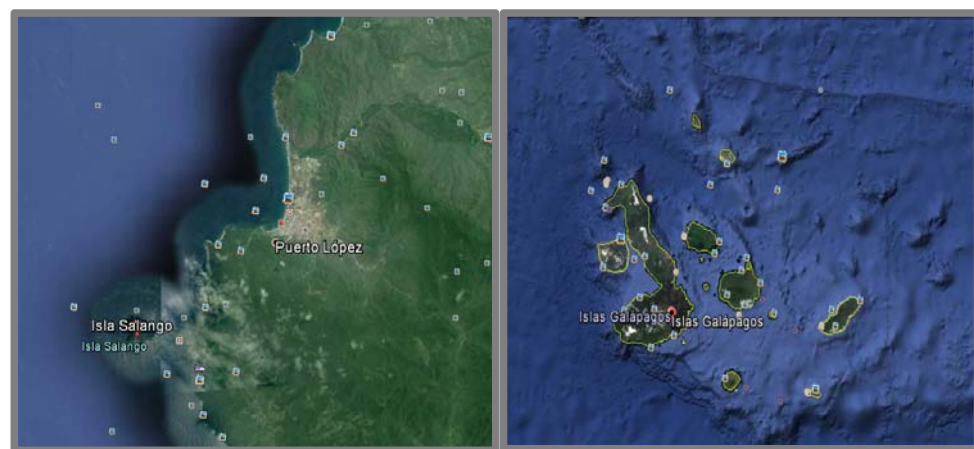
Figura 3.- Algunos lugares de registro de *P. damicornis* en Ecuador con sus respectivas coordenadas.

a) Isla de la Plata. b) Playa de Los Frailes. c) Isla Salango. d) Islas Galápagos.



a) $1^{\circ} 16' 35.63''$ S - $81^{\circ} 04' 01.87''$ O

b) $1^{\circ} 29' 38.74''$ S - $80^{\circ} 47' 33.88''$ O



c) $1^{\circ} 35' 46.25''$ S - $80^{\circ} 52' 00.72''$ O

d) $0^{\circ} 52' 50.98''$ S - $90^{\circ} 58' 29.92''$ O

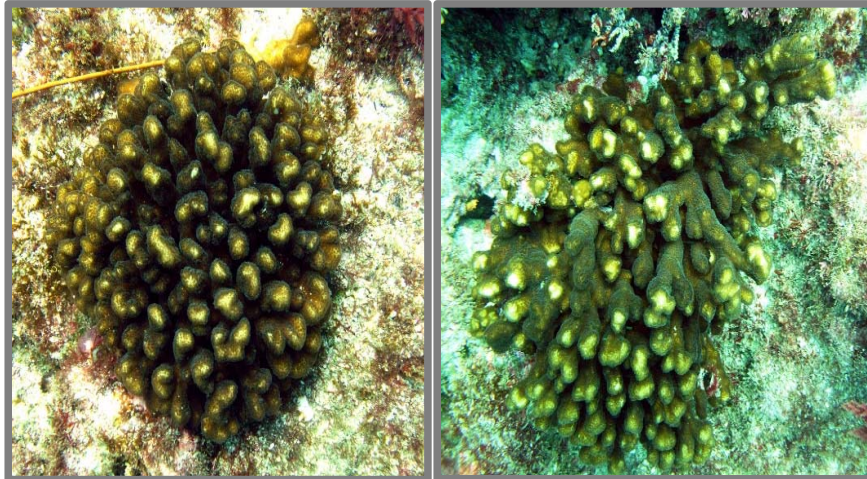
Fuente: www.google.earth.com

Google Earth

15 de Septiembre del 2015

Fernando Rivera, investigador del Instituto Nazca, junto a los biólogos Maritza Cárdenas y Miguel Triviño, representantes de BIOELITE, han descrito *P. damicornis* en el islote el Pelado.

Figura 4.- *Pocillopora damicornis* en el Pelado.



Fuente: Cortesía Fernando Rivera
Instituto Nazca de Investigaciones
17 de Agosto del 2015

1.4. Simbiosis zooxantelar alga-coral.

Debido a su importancia ecológica y a su valor como sistemas de modelación para la comprensión del mutualismo, la simbiosis alga-coral ha sido estudiada intensivamente por décadas ⁽²⁸⁾. Estas simbiosis integran la fototropía algal con la heterotrofia animal y de este modo, prospera en mares tropicales superficiales a menudo, pobres en nutrientes.

Algunas especies de coral no transmiten zooxantelas a su descendencia, mientras que otras sí ⁽²⁹⁾. Al formarse, las plánulas larvales del coral carentes de zooxantelas

dependen de reservas almacenadas para su nutrición; al ir creciendo, las plánulas zooxanteladas podrían beneficiarse energéticamente de los simbios (30).

CAPITULO 2

2. REVISIÓN DE TRABAJOS PREVIOS.

2.1. Relación entre la clorofila alfa y la densidad de zooxantelas en un coral hermatípico.

Carricart-Ganivet y Beltrán ⁽³¹⁾, recolectaron 167 muestras de *Montastrea cavernosa*, coral hermatípico de la isla verde en Veracruz, México. Determinaron la densidad de zooxantelas (DZ) y la concentración de *chl a* por cm² (ChlaA) y *chl a* por célula algal (ChlaZ) usando regresiones lineales de *chl a* por unidad de área y *chl a* por zooxantela, en función de la densidad algal; siendo positiva y negativa respectivamente. Este estudio dio a conocer que la concentración de pigmento por cm²

aumentó junto con la DZ; mientras que la concentración de *chl a* por célula disminuyó con el aumento de la densidad algal.

Los valores de ChlaA presentaron una correlación baja con la densidad algal, lo que señala la influencia del autosombreo (impedimento del alcance de la luz a causa de las propias estructuras) causado por las mismas células simbiotes.

Mientras que la correlación obtenida entre DZ y ChlaZ también fue baja, lo cual señala que los dos parámetros son indicadores de una disminución en la disponibilidad de nitrógeno inorgánico, causada por el aumento en el número de células por cm². Estos resultados dieron a entender que los cambios en las poblaciones de zooxantelas de este coral, en condiciones naturales, están probablemente controladas por factores tales como el autosombreo y la disponibilidad de nitrógeno.

2.2. Variación de la densidad de zooxantelas, concentración de pigmentos, biomasa y porcentaje de lípidos en tejidos de un coral hermatípico.

Sergio Guendulain García ⁽³²⁾, en su tesis para obtener el grado de Biólogo marino de la Universidad del Mar en México, determinó la densidad de zooxantelas, concentración de pigmentos (clorofilas alfa, biomasa y porcentaje de lípidos en tejidos de *Pavona gigantea* en cuatro localidades de la Bahía de Huatulco).

Se evidenció que existen diferencias significativas entre los sitios de muestreo por su composición ambiental y densidad de zooxantelas. Asimismo, se encontraron

diferencias en función de la temporada estacional; la irradiancia, la temperatura y la precipitación, son las variables más importantes para explicar la variación de la densidad de zooxantelas y concentración de pigmentos.

Para determinar el grado de interrelación de las variables ambientales con la concentración de pigmentos, densidad de zooxantelas, biomasa y porcentaje de lípidos se realizó un análisis de correlación canónica (ACC) basado en la obtención de la máxima correlación de dos conjuntos de variables.

2.3. “Caracterización bioecológica de siete sitios de buceo situados alrededor del islote El Pelado en Ayangue”.

Cárdenas y Triviño ⁽⁴⁾ recopilaron información técnica referente a la fauna marina existente en siete sitios de buceo pertenecientes al Pelado, a citar: El Planchón, El Cuarenta, Cabeza del Viejo, La Pared, El Cristo, el Barco hundido y Zona Protegida. Este informe es uno de los primeros en proveer información biológica descriptiva de los recursos bentónicos y coralinos que al ser ecosistemas sensibles, se vuelven partes claves para la conservación de la biodiversidad.

Lograron también identificar la presencia de especies ecológicamente sensibles, vulnerables o amenazadas para poder diseñar a corto plazo estrategias de manejo que impidan su desaparición, tales como: *Isostichopus fuscus* (amenazada) y *Pocillopora*

elegans (vulnerable). La fauna que describieron comprendió macroinvertebrados (sésiles y móviles) y peces.

El 90% de las especies de peces que registraron correspondieron a peces ornamentales, mientras que el 10% a especies comerciales de las familias *Haemulidae*, *Serranidae* y *Lutjanidae*. De macroinvertebrados, se registraron 64 especies; entre los principales grupos taxonómicos se encontraron los *Cnidarios*, *Poríferos*, *Bryozoos*, *Echinodermos*, *Molluscos*, *Arthropodos*, *Annelidos* y *Cordados*.

Los sitios rocosos fueron los más diversos, mientras que los sustratos arenosos presentaron menor abundancia. El lugar con mayor riqueza de especies de macroinvertebrados sésiles fue en el Bajo el Cuarenta, la Pared y el Planchón. Los sitios con menor riqueza fueron la Zona Protegida, el Cristo, la Cabeza del Viejo y el Barco Hundido. Aunque en este último se observaron los primeros organismos colonizadores.

CAPITULO 3

3. METODOLOGÍA APLICADA

3.1. Área de estudio.

Se estableció como área de estudio el islote El Pelado, en Ayangue que es una comuna ubicada en la provincia de Santa Elena; delimitado al norte con la comuna de San Pedro, al sur con la comuna Palmar, al este por la parroquia de Colonche y al oeste por el océano Pacífico.

El islote el Pelado está localizado frente a la playa de Ayangue (ANEXO A), consta de una gran cantidad de peces e invertebrados en sus ambientes rocosos, este fue el principal motivo para que fuera declarado reserva marina en el 2012 ⁽²⁾.

Figura 5.- Imagen satelital de las estaciones EL PLANCHÓN y EL BAJO EL CUARENTA.



Fuente: <https://www.google.com/earth/>
Google Earth
16 de Septiembre del 2015

Comprende 13.005 hectáreas marinas y 96 hectáreas terrestres ⁽²⁾. En la reserva marina El Pelado se registran dos áreas de buceo: El cuarenta y el Planchón, delimitadas con coordenadas geográficas UTM, en las que se registró *P. damicornis* (Fig.5, Tabla 1).

Tabla I.- Coordenadas de los sitios de muestreo.

ESTACION #	SITIO	COORDENADA GEOGRAFICA UTM	
		LATITUD	LONGITUD
1	EL CUARENTA	1°56'19.54" S	80°47'11.52" O
2	EL PLANCHON	2°39'28.21" S	80°47'31.96" O

Fuente: Elaboración propia.
3 de Septiembre del 2015

Para la medición de concentraciones de clorofila *a* (época seca y lluviosa) se utilizarán procedimientos de laboratorio, posteriormente descritos, que permitirán calcular la densidad óptica con el uso de un espectrofotómetro.

Una vez obtenidos los datos de densidad poblacional de zooxantelas mediante el conteo de submuestras en el hematocitómetro y teniendo los resultados de las concentraciones de clorofila *a*, se evaluará la relación entre ambas variables por medio de análisis estadísticos de regresión.

De la misma manera, se usarán análisis de regresión para determinar la relación que existe entre clorofila *a* por unidad de área y entre clorofila *a* por zooxantelas, tomando en cuenta en ambos casos, la densidad poblacional (DZ). Así como sus respectivas relaciones con variables ambientales como irradiancia, oxígeno, temperatura y salinidad.

3.2. Muestreo

3.2.1. Frecuencia de muestreo

Se establecieron dos zonas de estudio en la reserva marina El Pelado en donde *P.damicornis* ha sido registrado anteriormente ⁽⁴⁾, conocidas como “el Cuarenta” y “el Planchón”, previamente descritas (Tabla 1).

Para llegar a la obtención de los datos necesarios para la medición y análisis de las concentraciones estacionales de *Chl a*, se realizarán muestreos cada treinta días durante un año en las zonas de buceo delimitadas y así conocer sus variaciones, tanto en época seca como lluviosa.

3.2.2. Metodología de muestreo

Las estaciones de muestreo estarán ubicadas a distintas profundidades: En la zona del “Planchón” hasta los 12 metros y; en la zona del Bajo “El Cuarenta” hasta los 40 metros de profundidad.

Para la recolección se utilizarán equipos de buceo autónomo (Self-Contained Underwater Breathing Apparatus, SCUBA).

Las muestras (fragmentos) serán escogidas aleatoriamente de diferentes colonias de *P. damicornis*. Por cada muestra extraída habrá un duplicado. La muestra y su duplicado tendrán aproximadamente 3 cm² cada una.

La recolección de fragmentos será manual con la ayuda de una pinza cortadora de alambre. Una vez completada la recolección, cada fragmento será trasladado a la superficie en bolsas de polietileno bien selladas y previamente rotuladas de acuerdo a la profundidad y lugar en el que se recolectaron. Estas serán colocadas en agua marina de la zona dentro de cubetas térmicas con tapa.

Para el transporte de los corales al laboratorio, el agua de las cubetas se mantendrá a temperatura ambiente, sin permitir el contacto directo con los rayos solares, para evitar la explosión de las zooxantelas.

Se colectarán cuatro muestras de agua por cada inmersión, dos de cada estación, para medición de salinidad.

3.2.3. Análisis en laboratorio

Dentro del laboratorio, los fragmentos de coral deberán colocarse en acuarios que se llenarán con la misma agua de mar con la que fueron transportados, para su posterior procesamiento. Para cada fragmento se homogenizará y medirá el volumen total de tejidos.

Las muestras (fragmentos) de 3 cm² serán divididos en fragmentos más pequeños de 1 cm² cada uno, para los análisis propuestos a continuación.

3.3. Densidad de zooxantelas

Se tomarán fragmentos de 1 cm² de cada colonia muestreada y se separará el tejido vivo de la matriz inorgánica CaCO₃, con ayuda de un irrigador bucal (waterpik) comúnmente utilizado para limpieza dental ⁽³³⁾, este residuo será fijado con formol al 4% preparado con agua de mar. Para el conteo de zooxantelas, se tomará del

sobrenadante tres submuestras utilizando una pipeta para su posterior conteo en un hematocitómetro.

3.4. Determinación de clorofila *a* (chl *a*)

Para determinar la concentración de clorofilas, se utilizará la fórmula tricromática explicada por Jeffrey y Humphrey ⁽³⁴⁾.

Para esto debemos tomar un fragmento de 1 cm², triturarlo y suspenderlo en acetona al 90% (5-10 ml) como disolvente, para extraer los respectivos pigmentos. Se debe agitar y dejar reposar en la oscuridad a 4 °C durante 24 horas. Una vez cumplido este periodo se debe dejar a temperatura ambiente, se repone el disolvente que pudo evaporarse y se centrifuga a 2700 x g durante 5 minutos.

Luego se mide la densidad óptica del sobrenadante a 664, 647 y 630 nm en un espectrofotómetro, comprobando que no exista turbidez ni partículas en suspensión. Como blanco se utiliza el propio disolvente.

Cálculos:

Para la cuantificación se utilizará la siguiente ecuación propuesta:

$$\text{Chl } a \text{ (mg/L)} = 11,85 (\text{Abs } 664) - 1,54 (\text{Abs } 647) - 0,08 (\text{Abs } 630)$$

Donde Chl *a*, es la concentraciones de clorofila *a* y Abs es la Absorbancia medida a longitudes de onda especificadas ⁽³⁵⁾.

3.4.1. Categorización del coral

Para categorizar a *P. damicornis* como normal, decolorado o blanqueado a partir de su concentración de clorofila alfa, se utilizarán los valores propuestos por Feingold, detallados en estudios previos ⁽³⁶⁾.

NORMAL: *Chl a* ($>3 \mu\text{g}/\text{cm}^2$)

DECOLORADO: *Chl a* ($1,5 - 3 \mu\text{g}/\text{cm}^2$)

BLANQUEADO: *Chl a* ($0 - 1,5 \mu\text{g}/\text{cm}^2$)

3.5. Variables ambientales

3.5.1. Temperatura

La temperatura será monitoreada durante cada muestreo con computadoras de buceo autónomo en grados Celsius.

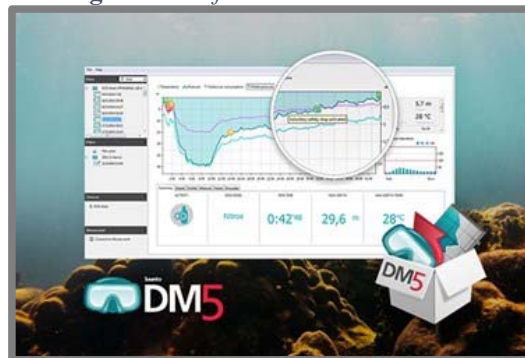
Para medir la temperatura se utilizará un reloj de buceo, Suunto DX (Fig. 6). Este nos permite registrar en su memoria los datos obtenidos durante todo el recorrido de cada inmersión. Dichos datos serán descargados a una computadora por medio de Suunto DM5 software. (Fig. 7).

Figura 6.- Reloj de buceo Suunto DX.



Fuente: www.suunto.com
15 de septiembre del 2015

Figura 7.- Software Suunto DM5



Fuente: www.suunto.com
15 de septiembre del 2015

3.5.2. Salinidad

La salinidad es una estimación de la concentración de sales que se encuentran en el agua de mar, expresada en ups.

La salinidad se medirá con un refractómetro.

3.5.3. Oxígeno disuelto

La concentración de oxígeno (mg/l) disuelto en el agua será medido in situ, mediante una sonda multiparamétrica.

3.5.4. Irradiancia

Los valores de irradiancia de superficie (W/m^2) serán tomados con un piranómetro digital portátil LP02 Sensovant. La radiación solar que pasa debajo de las profundidades (Z) en un cuerpo de agua es clásicamente descrita con la siguiente ecuación:

$$I_z = I_s * e^{-Kz}$$

Ecuación 1. *Cálculo de la Irradiancia a profundidad Z*

I_z: Irradiancia a una profundidad (z)

I_s: Irradiancia superficial.

K: Coeficiente de extinción vertical de luz.

Z: Profundidad en la que se encuentra la muestra.

El valor de **K** es obtenido por la fórmula según la Ecuación 2 ⁽³⁷⁾. Para esto es necesario medir la transparencia de agua con la ayuda de un disco Secchi de 30 cm de diámetro.

$$K = 1.45 / D_s$$

Ecuación 2. *Cálculo del coeficiente de extinción vertical de luz.*

K: coeficiente de extinción de luz vertical.

D_s: profundidad en metros a la que se deja el disco.

1.45: constante resultante de medición de factores específicos del lugar.

3.6. Análisis de datos.

En total se recolectarán 48 fragmentos de coral *P. damicornis* del arrecife del islote El Pelado. Los datos serán tabulados en una hoja de cálculos en Excel por separado, relativos a época seca y lluviosa para realizar sus respectivas comparaciones.

Se presentarán los datos obtenidos de las medias, con sus desviaciones estándar, valores mínimos y máximos de la densidad poblacional de zooxantelas (DZ), las

concentraciones de clorofila *a* por unidad de área ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) (ChlaA) y por zooxantela ($\text{zoo} \times 10^6/\text{cm}^2$) (ChlaZ) ⁽³¹⁾.

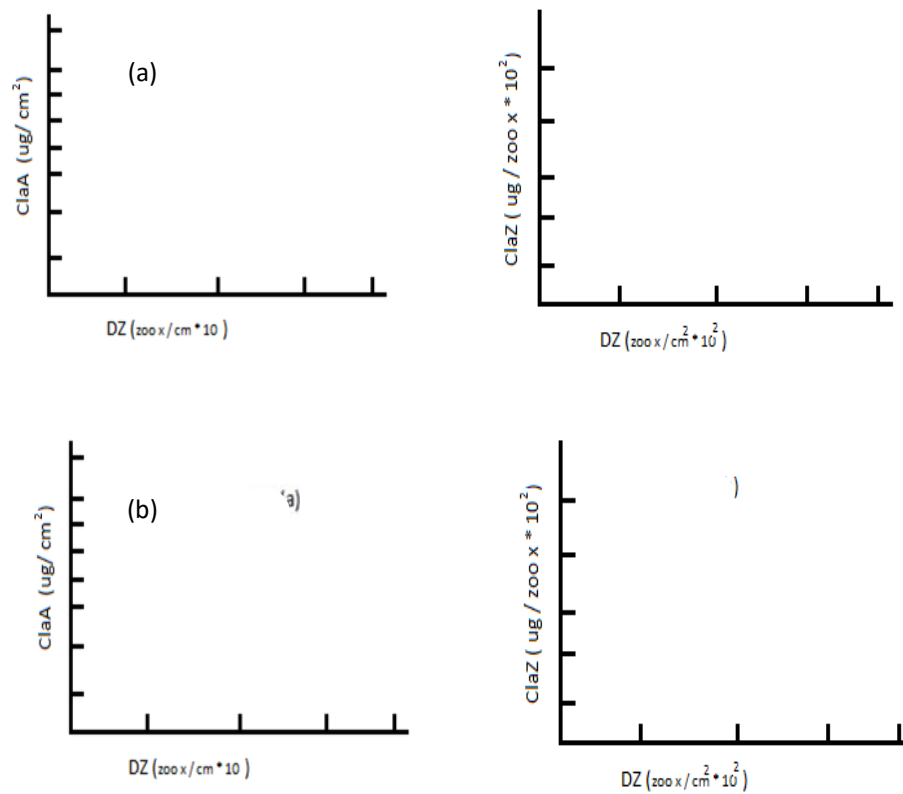
Así mismo, se efectuarán los análisis de regresión entre la concentración de clorofila *a* por unidad de área en relación a la densidad de zooxantelas, y la concentración de clorofila *a* por zooxantela, también en relación de la densidad algal (Fig. 8).

De igual manera, se presentarán análisis de regresión entre la densidad algal y la concentración de clorofila *a* en relación al oxígeno disuelto (mg/l), temperatura ($^{\circ}\text{C}$), irradiancia (W/m^2), salinidad (ups), respectivamente. Esto con el fin de conocer de qué manera influyen cada uno de ellos.

A partir de estos datos obtendremos la concentración de dicho pigmento por unidad de área (cm^2) con sus respectivas variaciones en cuanto a la densidad algal presente.

Los análisis se llevarán a cabo con la ayuda del software SATGRAPHICS (Statistical Graphic System, versión 3.0). Los coeficientes de correlación y determinación se harán con un intervalo de confianza del 95%, así como los valores mínimo, máximo, desviación estándar y Media aritmética.

Figura 8. - Concentración de clorofila *a* por unidad de área (ClaA) y por zooxantela (ClaZ), en función de la densidad poblacional de zooxantelas (DZ) en época seca (a) Y en época lluviosa (b).



Fuente: Elaboración propia.
25 de Septiembre del 2015

RESULTADOS ESPERADOS

Determinar si existe relación entre las concentraciones de clorofila *a* por unidad de área, con la densidad algal y Clorofila *a* por zooxantela con la densidad de zooxantela en relación a los parámetros ambientales referidos.

Los datos obtenidos en el siguiente muestreo permitirán posteriormente, con ayuda de futuros proyectos que incluyan otros enfoques, conocer el estado del coral *P. damicornis* y las posibles causas del blanqueamiento del mismo en el islote el Pelado.

CONCLUSIONES

Se obtendrá información relevante para entender la función de la clorofila *a* en condiciones naturales, presente en el coral *P. damicornis* existente en el islote El Pelado.

Existiría relación entre el promedio anual de chl *a* y la densidad poblacional de zooxantelas presente en *P. damicornis* en el islote el Pelado.

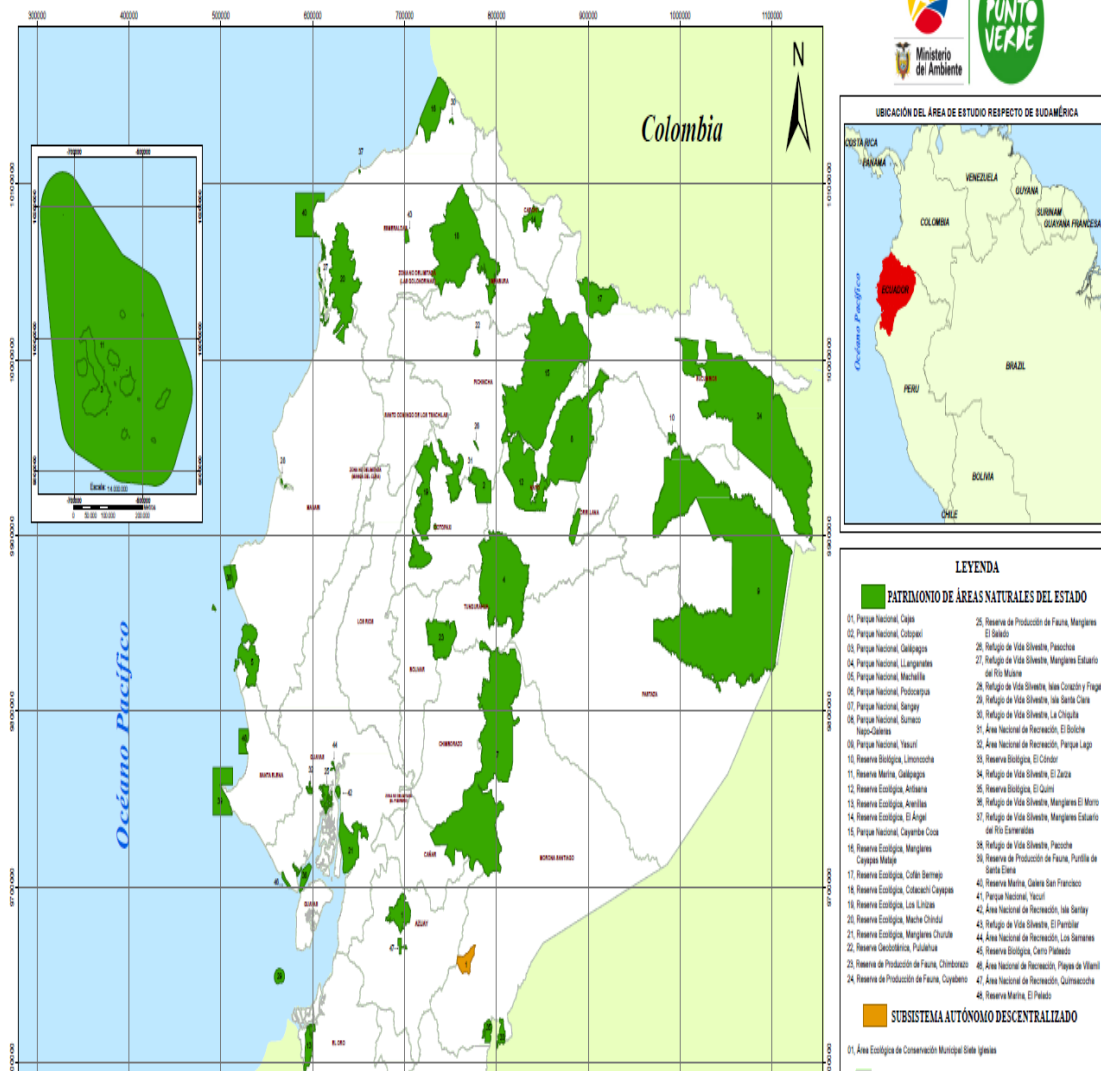
El presente estudio diagnostica de manera sencilla el estado de *P. damicornis* a partir de la medición de la concentración de chl *a*. *P. damicornis* podría ser un indicador biológico efectivo de los ecosistemas en la zona del Pelado, ya que sería sensible a las variables ambientales.

La información generada permitirá categorizar el estado de *P. damicornis* como normal, decolorado o blanqueado a partir de la concentración de clorofila alfa en la REMAPE. A su vez, esto servirá para tomar medidas de conservación para *P. damicornis* debido a su importancia biológica; generando vías de desarrollo sustentable

para las comunidades aledañas, mejorando su salud y aumentando su bienestar, a través del manejo adecuado de los recursos naturales disponibles.

ANEXOS

ANEXO A.- Áreas protegidas del Ecuador SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS DEL ECUADOR



Fuente: www.ambiente.gob.ec
Ministerio de Ambiente
12 de septiembre del 2015

ANEXO B.- Cronograma de actividades de trabajo

N	Actividad	Fecha Inicio	Fecha de Fin	Recursos Materiales	Recursos Humanos
1	Recolección de muestras en los arrecifes (islote el pelado)	Diciembre	Noviembre	Materiales de monitoreo biológico y equipo SCUBA	Buzos (Licencia: OPEN WATER)
2	Análisis de parámetros físicos	Diciembre	Noviembre	Materiales para monitoreo físico	Personal con conocimientos previos
3	Análisis de muestras de parámetros químicos	Diciembre	Noviembre	Materiales para monitoreo químico	Personal especializado de laboratorios ESPOL
4	Revisión y análisis de datos obtenidos.	Noviembre	Enero	Programa estadístico (STAT GRAPHICS)	Personal a cargo de la ejecución del proyecto
5	Esquematización de representación gráfica de resultados	Mayo	Noviembre	Análisis de regresión lineal	Personal a cargo de la ejecución del proyecto
6	Revisión de informe final del proyecto	Octubre	Noviembre		Personal a cargo de la ejecución del proyecto

Fuente: Elaboración propia.
16 de septiembre del 2015.

ANEXO C.- Cronograma de actividades por estación.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES												
	MUESTREO ESTACION LLUVIOSA						MUESTREO ESTACION SECA					
	Mes 1 DIC.	Mes 2 ENE.	Mes 3 FEB.	Mes 4 MAR.	mes 5 ABR.	Mes 6 MAY.	Mes 7 JUN.	Mes 8 JUL	MES 9 AGO.	Mes 10 SEPT.	Mes 11 OCT.	Mes 12 NOV.
Recolección de muestras en los arrecifes islote el pelado	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Análisis de muestras	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Recolección de datos de parámetros físico - químicos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Análisis de datos						X						X
Revisión de datos						X						X

Fuente: Elaboración propia.

BIBLIOGRAFÍA

1. MUÑOZ, E. Normas técnicas para el ordenamiento de las actividades turísticas de Buceo Recreativo, Observación de Ballenas y Delfines, y Pesca Vivencial en la faja costera continental del Ecuador. *Programa de Manejo de Recursos Costeros. Ecuador*, 2006.
2. MAE. Boletín informativo del Proyecto de Sostenibilidad Financiera de Areas Protegidas, *Somos SNAP*, 2014, vol. 13.
3. ZARATE, K. Manual para la Gestión Operativa de las Áreas Protegidas de Ecuador, *Imprenta Mariscal, MAE Ecuador*, 2013.
4. CARDENAS, M. ; TRIVIÑO, M. Caracterización Bioecológica de siete sitios de buceo situados alrededor del islote El Pelado en Ayangue, *Biocomercio Andino BIOELITE*, 2014, p. 108.
5. CORTÉS, J. Biology and geology of coral reefs of the eastern Pacific. *Coral Reefs*, 1997, vol. 16, no 5, p. S39-S46.
6. MCCLANAHAN, T. R., ATEWEBERHAN, M., GRAHAM, N. A. J., WILSON, S. K., SEBASTIÁN, C. R., GUILLAUME, M. M., & BRUGGEMANN, J. H. Western Indian Ocean coral communities: bleaching responses and susceptibility to extinction. *Marine Ecology Progress Series*, 2007, vol. 337, p. 1-13.
7. GITAY, H., SUÁREZ, A., WATSON, R., & DOKKEN, T. J. Cambio climático y biodiversidad. Documento técnico V del IPCC, 2002.
8. CHOLLETT, I, MUMBY, P. J., MÜLLER-KARGER, F. E., & HU, C. Physical environments of the Caribbean Sea. *Limnology and Oceanography*, 2012, vol. 57, no 4, p. 1233-1244.
9. STOCKER, T. F., QIN, D., PLATTNER, G. K., TIGNOR, M., ALLEN, S. K., BOSCHUNG, J., NAUELS, A. & MIDGLEY, P. M. IPCC: climate change 2013: the physical science basis. Contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. 2013.
10. MUMBY, P. J., WOLFF, N. H., BOZEC, Y. M., CHOLLETT, I., & HALLORAN, P. Operationalizing the resilience of coral reefs in an era of climate change. *Conservation Letters*, 2014, vol. 7, no 3, p. 176-187.

11. DONEY, S. C., FABRY, V. J., FEELY, R. A., & KLEYPAS, J. A. Ocean acidification: the other CO₂ problem. *Marine Science*, 2009, vol. 1.
12. GLYNN, P. & W. WIDESPREAD coral mortality and the 1982–83 El Niño warming event. *Environmental Conservation*, 1984, vol. 11, no 02, p. 133-146.
13. GLYNN, P. W. & D'CROZ, L. Experimental evidence for high temperature stress as the cause of El Niño-coincident coral mortality. *Coral reefs*, 1990, vol. 8, no 4, p. 181-191.
14. DONNER, S. D., W. J., LITTLE, C. M., OPPENHEIMER, M., & HOEGH-GULDBERG, O. V. E. Global assessment of coral bleaching and required rates of adaptation under climate change. *Global Change Biology*, 2005, vol. 11, no 12, p. 2251-2265.
15. JIMÉNEZ, C., CORTÉS, J., LEÓN, A., & RUÍZ, E. Coral bleaching and mortality associated with the 1997–98 El Niño in an upwelling environment in the eastern Pacific (Gulf of Papagayo, Costa Rica). *Bulletin of Marine Science*, 2001, vol. 69, no 1, p. 151-169.
16. WEEMS, J. D. Assessment of mortality, bleaching, and disease among stony corals and fire corals of Dominican reefs: post-2005 Caribbean bleaching event. *Bios*, 2011, vol. 82, no 1, p. 1-9
17. HUMANN, P.; DELOACH, N.; WILK, L. *Reef Creature Identification: Florida, Caribbean, Bahamas*. Jacksonville (FL): New World Publications, 2002.
18. GLYNN, P. W.; WELLINGTON, G. M. Corals and coral reefs of the Galápagos Islands. *Univ of California Press*, 1983.
19. MUMBY, P. J., SKIRVING, W., STRONG, A. E., HARDY, J. T., LEDREW, E. F., HOCHBERG, E. J. & DAVID, L. T. Remote sensing of coral reefs and their physical environment. *Marine Pollution Bulletin*, 2004, vol. 48, no 3, p. 219-228.
20. GLYNN, P. W. High complexity food webs in low-diversity Eastern Pacific reef–coral communities. *Ecosystems*, 2004, vol. 7, no 4, p. 358-367.
21. CHÁVEZ-ROMO, H. E. & REYES-BONILLA, H. Sexual reproduction of the coral *Pocillopora damicornis* in the southern Gulf of California, *Ciencias Marinas*, México, 2007, p. 495-501.

22. RICHMOND, R. H., & HUNTER, C. L. Reproduction and recruitment of corals: comparisons among the Caribbean, the Tropical Pacific, and the Red Sea. *Marine ecology progress series. Oldendorf*, 1990, vol. 60, no 1, p. 185-203.
23. GLYNN, P. W.; AULT, J. S. A biogeographic analysis and review of the far eastern Pacific coral reef region. *Coral reefs*, 2000, vol. 19, no 1, p. 1-23.
24. PÉREZ-VIVAR, T. L.; REYES-BONILLA, H.; PADILLA, C. Corales pétreos (Scleractinia) de las islas Marías, Pacífico de México. *Ciencias Marinas*, 2006, vol. 32, no 2, p. 259-270.
25. GLYNN, P. W., MATÉ, J. L., BAKER, A. C., & CALDERÓN, M. O. Coral bleaching and mortality in Panama and Ecuador during the 1997–1998 El Niño–Southern Oscillation event: spatial/temporal patterns and comparisons with the 1982–1983 event. *Bulletin of Marine Science*, 2001, vol. 69, no 1, p. 79-109.
26. GLYNN, P. W. Coral communities and coral reefs of Ecuador. *Latin American Coral Reefs. Elsevier, Amsterdam*, 2003, p. 449-472.
27. HICKMAN JR, C. P.; CHIRIBOGA, A.; OBER, W. C. A field guide to corals of Galápagos. *Lexington, USA*, 2005.
28. GAITHER, M. R.; ROWAN, R. Zooxanthellar symbiosis in planula larvae of the coral *Pocillopora damicornis*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 2010, vol. 386 (1-2), p. 45-53.
29. HARRISON, P. L.; WALLACE, C. C. Reproduction, dispersal and recruitment of scleractinian corals. *Ecosystems of the world*, 1990, vol. 25, p. 133-207.
30. STIMSON, J. The annual cycle of density of zooxanthellae in the tissues of field and laboratory-held *Pocillopora damicornis* (Linnaeus). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 1997, vol. 214, p. 35-48.
31. CARRICART-GANIVET, J.P; BELTRÁN-TORRES, A. U. Relación entre la clorofila y la densidad de zooxantelas en *Montastrea cavernosa* en el Arrecife de la Isla Verde, Veracruz, *Rev. Inv. Mar, México*, 1994, p. 191-196.

32. GUENDULAIN, S. Variación de la densidad de zooxantelas, concentración de pigmentos, biomasa y porcentaje de lípidos en tejidos de *Pavona gigantea*, (Verrill 1896) en Bahías de Huatulco, *Universidad del Mar*, México, 1896.
33. JOHANNES, R. E.; WIEBE, W. J. Method for determination of coral tissue biomass and composition. *Limnology and Oceanography*, 1970, vol. 15, no 5, p. 822-824.
34. JEFFREY, SW T; HUMPHREY, G. F. New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c₁ and c₂ in higher plants, algae and natural phytoplankton. *Biochem Physiol Pflanz BPP*, 1975.
35. ARAR, E. J. *In Vitro* Determination of Chlorophylls a, b, c₁ + c₂ and Pheopigments Marine And Freshwater Algae by Visible Spectrophotometry: Method 446.0. *National Exposure Research Laboratory, U.S. Environmental Protection Agency*. Cincinnati, Ohio, 1997.
36. FEINGOLD, J. S. Effects of elevated water temperature on Coral Bleaching and Survival during EL NIÑO Disturbance events: A Dissertation. *University of Miami, Florida*, 1995, p. 236.
37. POOLE, H. H.; ATKINS, W. R. G. Photo-electric measurements of submarine illumination throughout the year. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom (New Series)*, 1929, vol. 16, no 01, p. 297-324.

