

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE
GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA CON MENCIÓN
EN GESTIÓN EMPRESARIAL INDUSTRIAL

TEMA:

“DISEÑO DE UN SISTEMA REMOTO DE MONITOREO
AUTÓNOMO DE ALIMENTACIÓN DE CAMARONES EN LA ISLA
LOS CALLEJONES DEL CANTÓN DE HUAQUILLAS, PROVINCIA
EL ORO”

AUTORA:

POMA OCHOA , ROSA GABRIELA

Trabajo de Titulación previo a la obtención del grado de

**INGENIERA EN ELÉCTRICO MECÁNICA CON MENCIÓN EN
GESTIÓN EMPRESARIAL INDUSTRIAL**

TUTOR:

Vallejo Samaniego, Luis Vicente, M.Sc.

Guayaquil, Ecuador

03 de marzo del 2020



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por ROSA GABRIELA POMA OCHOA, como requerimiento para la obtención del título de Ingeniería en Eléctrico Mecánica con mención en gestión empresarial industrial.

TUTOR

f. _____
VALLEJO SAMANIEGO, LUIS VICENTE, M.Sc.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____
HERAS SÁNCHEZ, MIGUEL ARMANDO, M.Sc.

Guayaquil, Ecuador

03 de marzo del 2020



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, POMA OCHOA, ROSA GABRIELA

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Diseño de un sistema remoto de monitoreo autónomo de alimentación de camarones en la isla los Callejones del cantón de Huaquillas, provincia El Oro**, previo a la obtención del Título de Ingeniería en Eléctrico - Mecánica, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido, de tipo

Guayaquil, 03 de marzo del 2020

LA AUTORA

POMA OCHOA, ROSA GABRIELA



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

AUTORIZACIÓN

Yo, POMA OCHOA, ROSA GABRIELA

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Diseño de un sistema remoto de monitoreo autónomo de alimentación de camarones en la isla los Callejones del cantón de Huaquillas, provincia El Oro**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

LA AUTORA

POMA OCHOA ROSA GABRIELA

REPORTE URKUND

Datos

Documento: Trabajo de Titulación
Título del Trabajo: "DISEÑO DE UN SISTEMA REMOTO DE MONITOREO AUTÓNOMO DE ALIMENTACIÓN DE CAMARONES EN LA ISLA LOS CALLEJONES DEL CANTÓN DE HUAQUILLAS, PROVINCIA EL ORO"
Carrera: Ingeniería en Eléctrico Mecánica
Estudiante: ROSA GABRIELA POMA OCHOA
Semestre: B-2019
Fecha: FEB/2020

Reporte final URKUND

The screenshot shows the URKUND web interface. At the top, there are browser tabs for 'Correo: LUIS VICENTE VALLEJO', 'Inicio - URKUND', and 'Index - URKUND View'. The main content area has a dark header with a back arrow, 'VOLVER A LA VISTA GENERAL DEL ANÁLISIS', and a 'CONFIGURACIÓN' dropdown. Below this, a table displays analysis details: 'REMITENTE: gabrielita_rpo@hotmail.com', 'ARCHIVO: ttatrp060220.pdf', and 'SIMILITUD: 3%'. Three tabs are visible: 'COINCIDENCIAS', 'FUENTES', and 'DOCUMENTO COMPLETO'. Under 'MOSTRAR EN EL TEXTO', there are three toggle switches: 'Citas' (disabled), 'Paréntesis' (disabled), and 'Diferencias detalladas de texto' (enabled). The main text area shows 'CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN' and '1.1. Justificación y alcance'. The text describes a remote monitoring system for shrimp feeding in the Isla Los Callejones, aiming for modernization and automation to improve resource efficiency. A footer note states: 'El nuevo proyecto de intervención será principalmente para disminuir los'.

Conclusión: La revisión de coincidencias del resultado de la revisión, considera la desactivación de la información de texto de los formatos de presentación de trabajos de titulación en la UCSG. Se adjunta documento de Reporte URKUND de la Revisión Final en medio digital. Porcentaje de coincidencia final del 3%.

Ing. Luis Vallejo Samaniego, M.Sc.
DOCENTE-TUTOR

AGRADECIMIENTO

A lo largo de mi trayectoria de vida he aprendido a valorar y agradecer a las personas que están a mi lado, las personas que me han brindado su tiempo, su cariño, su amistad, su lealtad y sobretodo han puesto toda su confianza en mí, y es por eso que quiero que se sientan orgullosos de la persona que han logrado formar llena de valores y virtudes, gracias familia lo logramos, ustedes son y serán mis ángeles en la tierra que me dan las fuerzas necesarias para lograr mis metas y no desistir en medio camino, gracias y mil veces gracias por ser mi pilar fundamental.

Agradezco a Dios por darme la vida y darme la mejor familia del mundo, gracias papito Francel Poma por ser nuestro súper papá y cuidar de todas tus princesas que te admiramos mucho, gracias mamita Patricia Ochoa por ser mi cómplice, por preocuparte de cada paso que doy, gracias a mis hermanas, mis cuñados y mis sobrinos, los amo eternamente.

Durante todo mi camino universitario me encontré con personas maravillosas que llenaron de experiencias inolvidables en mi vida, gracias a mis compañeros con quienes compartimos conocimientos, anécdotas y tardes de estudios que se convertían en tardes de confraternidad. Gracias a todos los profesores que durante estos 5 años nos han brindado el tesoro más valioso que existe, sus conocimientos, gracias por formarnos unos grandes profesionales.

Gracias a mi novio que ha sido y será una pieza indispensable para lograr esta gran meta que está por finalizar, gracias por toda la paciencia brindada en mis noches de tesis, gracias por ser mi compañero de conocimientos, gracias por estar en mi camino.

LA AUTORA
ROSA GABRIELA POMA OCHOA

DEDICATORIA

Agradezco, a Dios por darme la vida, a mis padres quienes han sido la visión para culminar mis estudios , a mis hermanas, cuñados y sobrinos por ser la alegría de mis días, a mis amigos por sostenerme en cada momento y a mis maestros por impartirme cada conocimiento en cada paso de estudio.



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

**CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA CON MENCIÓN
EN GESTIÓN EMPRESARIAL INDUSTRIAL**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____
ING. ROMERO PAZ, MANUEL DE JESÚS, M.Sc.
DECANO

f. _____
ING. PHILCO ASQUI, LUIS ORLANDO, M.Sc.
COORDINADOR DE TITULACIÓN

f. _____
ING. HERAS SÁNCHEZ, MIGUEL ARMANDO, M.Sc.
OPONENTE

ÍNDICE GENERAL

REPORTE URKUND	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
DEDICATORIA	VII
RESUMEN	XV
CAPÍTULO 1.....	2
INTRODUCCIÓN	2
1.1. Justificación y alcance	2
1.2. Planteamiento del problema	3
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. Tipo de investigación	4
1.5. Metodología	4
PARTE I MARCO TEÓRICO.....	5
CAPÍTULO 2.....	5
ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS TÉCNICOS DEL CAMARÓN	5
2.1. El camarón ecuatoriano	5
2.1.1. Especies de camarón.....	9
2.1.2. Técnicas de cultivos de camarón	14
2.1.3. Ciclos de cultivos	19
2.1.4. Cosecha.....	21
2.2. Procesos de alimentación del camarón	23
2.2.1. Tipos de alimentos	24
2.2.2. Alimentación en las distintas etapas de cría.....	27
2.3. Parámetros óptimos para la calidad del agua	30
2.3.1. Salinidad del agua	30
2.3.2. Niveles de pH en el agua.....	30
CAPÍTULO 3.....	32
CRITERIOS DEL DISEÑO DE COMEDEROS AUTOMATIZADOS	32
3.1. Generalidad de los comederos automatizados.....	32
3.2. Estructura metálica del dosificador	33
3.2.1. Acero galvanizado para estructura	34

3.3. Elementos de PVC	35
3.4. Elementos eléctricos	36
3.4.1. Paneles fotovoltaicos	36
3.4.2. Inversores DC/AC	37
3.4.3. Descripción de los motores.....	38
3.4.4. Morningstar	39
3.4.5. Baterías de ciclo profundo	40
3.4.6. Protecciones eléctricas.....	41
CAPÍTULO 4.....	43
PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO DEL DOSIFICADOR ..	43
4.1. Controlador lógico programable PLC S7-1200	43
4.2. Sistema operativo (OS) de PLC.....	46
4.3. Lenguajes de programación	48
4.3.1. Diagrama de funciones secuenciales (SFC).....	48
4.2.2. Diagrama de bloques de funciones (FDB).....	50
4.3.3. Diagrama tipo escalera (LAD)	50
4.3.4. Texto estructurado (ST).....	52
4.3.5. Lista de instrucciones	52
4.4. HMI KTP-600 Basic	53
4.4.1. Comunicación entre dispositivos HMI y el PLC	54
4.5. Metodología para la programación del dosificador	55
PARTE II APORTACIONES	56
CAPÍTULO 5.....	56
ANÁLISIS DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA EL EQUIPAMIENTO	56
5.1. Introducción	56
5.2. Ubicación y emplazamiento	56
5.3. Preparaciones previas a la siembra	58
5.4. Tipos de estanques.....	59
5.4.1. Pre-criaderos.....	59
5.4.2. Criaderos o estanques de engorde.....	60
5.5. Cálculos de supervivencia del camarón.....	61
5.5.1. Cálculos de supervivencia en pre-criaderos.....	61
5.5.2. Cálculos de supervivencia del camarón en piscinas de engorde	62
5.6. Resultados de las condiciones técnicas del alimentador	65
CAPÍTULO 6.....	66

DISEÑO DEL SISTEMA DEL DOSIFICADOR AUTÓNOMO	66
6.1. Diseño estructural del alimentador	66
6.2. Diseño estructural del panel fotovoltaico	67
6.3. Diseño eléctrico del alimentador	69
6.3.1. Diseño del banco de baterías	71
6.4. Cobertura de zona de voleo de alimentación	72
6.5. Análisis esquemático del alimentador	74
CAPÍTULO 7	77
SIMULACIÓN Y PROGRAMACIÓN PLC PARA EL DOSIFICADOR	77
7.1. Introducción a la programación del alimentador	77
7.2. Desarrollo de simulación en el PLC S7-1200 de modo manual	77
7.3. Desarrollo de simulación en el PLC S7-1200 de modo automático	79
7.4. Desarrollo de interfaz HMI	82
CAPÍTULO 8	85
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	85
8.1. Conclusiones	85
8.2. Recomendaciones	86
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
ANEXOS	90
GLOSARIO	103

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1. Reportes de exportaciones ecuatorianas totales.....	5
Figura 2. 2. Camarón ecuatoriano	6
Figura 2. 3. Porcentajes de productividad de camarón del Ecuador	7
Figura 2. 4. Países consumidores del camarón ecuatoriano	7
Figura 2. 5. Ubicación geográfica de los camarones de "El Oro" zona 7	9
Figura 2. 6. Anatomía general de <i>Litopenaeus Vannamei</i>	11
Figura 2. 7. Técnica extensiva de cultivo de camarón	15
Figura 2. 8. Piscinas de cultivo extensivo de camarón	16
Figura 2. 9. Estanque para cultivo intensivo	18
Figura 2. 10. Medidas de construcción de estanques intensivos	19
Figura 2. 11. Ciclos de cultivos de camarón	20
Figura 2. 12. Etapas de evolución del cultivo de camarón	20
Figura 2. 13. Cosecha parcial del camarón	22
Figura 2. 14. Cosecha total del camarón.....	23
Figura 2. 15. Alimentación por medio de voleo	24
Figura 2. 16. Alimentación autónoma de camarón	24
Figura 2. 17. Tipos de alimento de camarón.....	27
Figura 3. 1 Generalidad de dosificador de alimento de camarón.....	33
Figura 3. 2. Alimentador autónomo para camarón	34
Figura 3. 3. Técnica de bañado del acero	35
Figura 3. 4. Distintos usos del PVC	36
Figura 3. 5. Sistema eléctrico para paneles solares	37
Figura 3. 6. Funcionamiento de un inversor	38
Figura 3. 7. Rotulación de partes principales de un motor	39
Figura 3. 8. Equipo Morningstar	39
Figura 3. 9. Batería de ciclo profundo	40
Figura 3. 10. Partes de un relé electromagnético	41
Figura 3. 11. Composición de breaker magneto térmico.....	42
Figura 4. 1. Partes de controlador lógico programable	43
Figura 4. 2. Ciclo de escaneo típico de PLC	47
Figura 4. 3. Diagrama de funciones lógicas.....	49
Figura 4. 4. Ejemplo de lenguaje diagrama de funciones de bloques	50
Figura 4. 5. Diagrama tipo escalera	51
Figura 4. 6. Extracto de programa tipo estructurado	52
Figura 4. 7. Encendido y apagado de un motor	53
Figura 4. 8. HMI KTP-600 Basic	54
Figura 4. 9. Diagrama de conexión de HMI	55
Figura 5. 1. Ubicación camaronera Rosimar.....	56
Figura 5. 2. Piscina de cultivo extensivo de camaronera Rosimar	57

Figura 5. 3.Bodega de alimentos para camaronera Rosimar	57
Figura 5. 4.Punto de alimentación de camaronera	58
Figura 5. 5.Ejemplos de arado y secado de piscina	59
Figura 5. 6.Larvas sobrevivientes de la siembra	64
Figura 6. 1. Estructura metálica del alimentador	67
Figura 6. 2. Estructura metálica de panel fotovoltaico y caja de motor.....	69
Figura 6. 3.Caja eléctrica para alimentador autónomo	70
Figura 6. 4.Diseño del alimentador autónomo para camarón.....	72
Figura 6. 5.Zona de voleo de alimentación	73
Figura 6. 6.Distance entre los alimentadores	73
Figura 6. 7.Voleo de alimentación	74
Figura 7. 1. Simulación de modo manual	78
Figura 7. 2. Segmento 2 de modo automático	80
Figura 7. 3.Segmento 3 de modo automático	80
Figura 7. 4.Segmento 4 de modo automático	81
Figura 7. 5.Segmento 5 de modo automático	81
Figura 7. 6. Unión de los segmentos en paralelo	82
Figura 7. 7. Simulación de botonera de tiempos programados.....	83
Figura 7. 8. Simulación de alimentador autónomo	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1.Hectáreas de camarón en la provincia "El Oro"	8
Tabla 2. 2.Especies de camarón en la provincia "El Oro"	11
Tabla 2. 3.Características de la especie Vannamei.....	12
Tabla 2. 4.Características de la especie Stylirostris	13
Tabla 2. 5.Dimensiones de estanques	16
Tabla 2. 6.Sobrevivencia del camarón	21
Tabla 2. 7.Porcentajes de alimentos para camarón en Ecuador	25
Tabla 2. 8.Composición proximal de la dieta NIPPAI (BP)	26
Tabla 2. 9.Composición proximal de la dieta Higashimaru.....	26
Tabla 2. 10.Indicadores de alimento en las distintas etapas	27
Tabla 2. 11.Frecuencia de alimentación.....	28
Tabla 2. 12.Ciclos óptimos de alimentación.....	28
Tabla 2. 13.Alimento peletizado para camarón	29
Tabla 2. 14.Análisis químico de alimento	29
Tabla 2. 15.Rangos de calidad de agua	31
Tabla 4. 1.Características técnicas del CPU con sus versiones	44
Tabla 4. 2.Comparación de sistema de cableado y autómatas programables	46
Tabla 4. 3.Principales funciones del sistema operativo de un PLC	46
Tabla 4. 4.Intervalos de tiempo de programación	48
Tabla 4. 5.Lenguaje de funciones secuenciales.....	49
Tabla 4. 6.Simbología de diagrama tipo escalera	51
Tabla 4. 7.Funciones de instrucciones de programación	53
Tabla 5. 1.Alimentación de producción del camarón	60
Tabla 5. 2. Talla del camarón	60
Tabla 5. 3.Cronograma de la piscina de engorde.....	61
Tabla 6. 1. Características físicas de la estructura	66
Tabla 6. 2. Partes del equipo para la estructura metálica	67
Tabla 6. 3.Características físicas de panel fotovoltaico y caja de motores ..	68
Tabla 6. 4.Partes del equipo para estructura de panel solar	68
Tabla 6. 5. Características físicas de caja eléctrica.....	69
Tabla 6. 6.Partes del equipo para caja eléctrica	70
Tabla 6. 7. Características físicas del banco de batería.....	71
Tabla 6. 8. Partes del equipo para la estructura del banco de baterías.....	71
Tabla 7. 1.Ciclos de alimentación por segmentos	78
Tabla 7. 2.Ciclos óptimos para la alimentación automática	79

RESUMEN

El presente trabajo académico consiste en el diseño de un sistema de alimentación automatizado para camaronera mediante el abastecimiento eléctrico con energías renovables usando paneles solares, este proyecto tiene como base principal el diseño de un sistema automatizado para lograr el monitoreo y control de la dosificación de alimentos en las diferentes piscinas de camarón. Este prototipo consta de tecnología inalámbrica para la dosificación de alimento mediante el uso de un sistema PLC que permite el monitoreo de consumo de alimentos en tiempo real, ubicado en la provincia “*El Oro*”, en el cantón de Huaquillas, Isla Los Callejones, que actualmente cuenta con un sistema de alimentación manual y falta de abastecimiento eléctrico. La forma de alimentación actual presenta varias desventajas en la eficiencia de producción, entre las más relevantes se encuentran: la excesiva mano de obra que se requiere tanto para la siembra, alimentación, cuidado y cosecha del camarón; falta de precisión al momento de alimentar, lo cual causa el desperdicio de balanceado; otra de las principales desventajas que cuenta las camaroneras en islas es la falta de abastecimiento eléctrico mediante el uso de las redes de distribución. Por esas razones se recomienda un sistema automático y autosustentable para la alimentación de los camarones, ya que disminuiría los costos en mano de obra y en alimento.

PALABRAS CLAVES: ALIMENTACIÓN , AUTOMATIZADO, RENOVABLE, PANEL SOLAR, ENERGÍA .

ABSTRACT

The present academy project consist on the automated feeding system design for shrimp through the electric supply with renewable energy using solar panels, the principal base from this project is the automated system design, monitoring and getting control at the dosing of feeding through the PLC system, which allows the monitoring of feeding in real time, located on “*El Oro*” province, on Huaquillas, Isla Los Callejones, which recently works with a manual feeding system and a lack electric supply. The current way of feeding presents some disadvantages on the production efficiency like the excessive labor hand, which is needed for the planting, feeding, care and harvest of shrimp; lack of precision at the feeding time which makes balancing waste; another of the main disadvantage with shrimp at the island is the lack of electrical supply through distribution networks. For those reasons, people recommend the automatic systema for the feeding of the shrimp, since it will reduce the labor hand cost and feeding.

KEY WORD: FEEDING, AUTOMATED, RENEWABLE, SOLAR PANEL, ENERGY.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. Justificación y alcance

Diseño de un sistema remoto de monitoreo autónomo de alimentación de camarones en la isla los callejones del cantón de Huaquillas, provincia El Oro, parte como un proyecto de modernización y automatización para lograr una mayor eficiencia de recursos, tales como el recurso humano y el recurso de alimento o balanceado de camarón.

El nuevo proyecto de intervención será principalmente para disminuir los costos de alimento, ya que por medio del hidrófono o sensor de sonido que su función consiste en transformar las ondas sonoras que transmite el agua en señales acústicas, este sensor pueda determinar el momento exacto en el que el camarón desea comer y en ese preciso instante el comedero se activa, de lo contrario, en caso de que exista lluvia este sensor se desactiva por la confusión de sonidos de las gotas de lluvia y trabajará de forma manual que el PLC se encuentra programado que cada cierto tiempo automáticamente realice el voleo de balanceado.

Por esta razón, será necesario la instalación de los alimentadores autónomos a lo largo de las piscinas, aproximadamente se recomienda de un alimentador por hectárea de camarón o un máximo de un alimentador cada dos hectáreas dependiendo de las características de cada una de las piscinas de producción, para así lograr un mayor beneficio y evitar que el camarón sufra de anomalías al momento de ser alimentado.

La automatización se llevará a cabo mediante el uso de tecnología inalámbrica, la cual ayudará al monitoreo en tiempo real de los diferentes alimentadores autónomos usando el sistema de PLC. Los comederos autosustentables son de mayor utilidad ya que se evita los diferentes tipos de contaminación y alteraciones morfológicas de las larvas a causa de las líneas

de alimentación de baja tensión, ya que de ser usadas deberían ser llevadas hasta cada comedero de manera individual.

1.2. Planteamiento del problema

Los sistemas automatizados han sido una de las principales soluciones para las grandes dificultades que ha cruzados el sector camaronero en las piscinas de cultivos extensivos en los últimos años, ya que se ha visualizado una disminución en su precio de venta y un aumento en sus costos de producción. Esto ha obligado a implementar nuevas tecnologías para aumentar la eficiencia de los recursos, lograr una continuidad de alimentación mediante programación y dosificación exacta que se requiere en cada corrida, entre los gastos encontramos como principal, el desperdicio de alimento, ya que la técnica de suministro usada es manual y esto obliga a tener costos elevados por su lentitud de crecimiento y desperdicio.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseñar un sistema remoto de monitoreo autónomo de alimentación de camarones en la isla Los Callejones del cantón de Huaquillas, provincia “El Oro”.

1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar las condiciones de oxígeno y alimentación que se requiere por hectárea de camarón.
- Diseñar el dosificador de balanceado automatizado y autónomo para camarón.
- Simular y programar en PLC el dosificador de balanceado de camarón.

1.4. Tipo de investigación

Para el presente trabajo de titulación se utilizará una investigación de tipo teórica y experimental con un enfoque cuantitativo en las áreas de electricidad y de automatización, para lo cual, se usará técnicas de investigación de campo en camarónicas para determinar la factibilidad y cumplimiento de lo propuesto del proyecto.

1.5. Metodología

La metodología usada en el presente proyecto empieza por el levantamiento de datos y el estudio del camarón en cada una de sus diferentes etapas de crecimiento, desde que es sembrado en los precriaderos siendo una larva hasta el momento de su cosecha cuando está en su etapa óptima para el consumo humano, ya sea en el mercado nacional o internacional.

A realizar el diseño del comedero para camarón se debe verificar que cumpla con sus características eléctricas y automáticas, las cuales garanticen el control de los rpm, cantidad de alimento por y la distancia a la que llega el alimento.

Al concluir con los estudios del camarón y conocer las características del dosificador de alimento que requiere en cada una de las etapas y su cobertura aproximada por hectárea, se puede continuar con la simulación del comedero ya que debe cumplir con los requerimientos básicos para garantizar su factibilidad, entre estos encontramos su costo, autonomía, durabilidad y resistencia a la intemperie.

PARTE I MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO 2

ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS TÉCNICOS DEL CAMARÓN

2.1. El camarón ecuatoriano

En la actualidad el camarón ecuatoriano tiene una gran acogida en diversos países del mundo, gracias a su excelente calidad de producción y su peculiar sabor que lo diferencia de los diferentes países, esto ha ayudado a que el camarón ecuatoriano tenga una gran demanda y particularidad en los mercados europeos y estadounidenses. Primordialmente, ha hecho que las exportaciones ecuatorianas del crustáceo exhiban un crecimiento sostenido durante los últimos años. (COMERCIO, 2014)

Cifras expuestas por la Cámara Nacional de Acuicultura sitúan al camarón como el primer producto exportable ecuatoriano con \$3.500 millones de dólares como se observa en la figura 2.1, lo que representa el 18% del total de las exportaciones no petroleras, seguido por el banano, así lo anunció José Camposano, presidente de la CNA. (Ministerio de acuicultura y pesca, 2017)

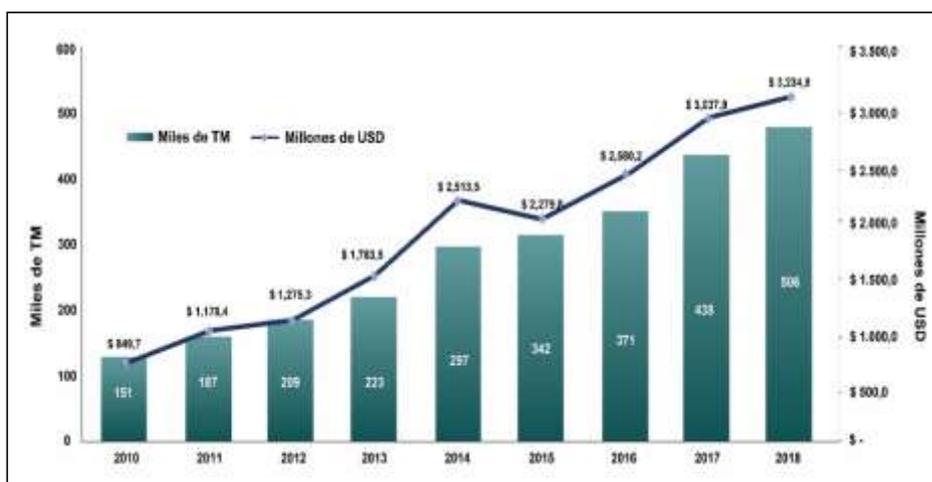


Figura 2. 1. Reportes de exportaciones ecuatorianas totales
Fuente: (Ministerio de cultura y pesca, 2017)

Actualmente las camaronerías están formando una industria muy poderosa fuera y dentro del país, gracias a las diferentes innovaciones que ha logrado las inversiones privadas. Existen varias características por las cuales el camarón ecuatoriano se ha convertido en el más apetecido para la degustación de toda la población en general. La frescura del camarón ecuatoriano es una de las principales ventajas que posee, ya que el consumidor final siempre va a buscar un camarón fresco y no procesado. El cuidado ambiental que el productor camaronero ofrece a su producción a lo largo de cada corrida es muy meticuloso, ya que usan tierras salíferas que no tienen afición para diferentes actividades agrícolas.

Y finalmente, el Ecuador exporta una calidad de camarón de primera clase “Premium”, en donde en las procesadoras clasifican que los crustáceos se encuentren sin defectos físicos, y los que no lleguen a cumplir estos requisitos se los designa para otros destinos. A continuación, en la figura 2.2. se observa la calidad del camarón ecuatoriano, caracterizado por su tamaño, calidad, textura y sabor que posee.



Figura 2.2. Camarón ecuatoriano

Fuente: (Cámara nacional de acuicultura, 2018)

El sector camaronero ecuatoriano está ubicado principalmente en la región costa del Ecuador, específicamente en las provincias de El Oro con el 38%, Guayas con el 43%, Manabí con el 14%, Esmeraldas con el 1% y Santa Elena con el 4% de productividad de camarón. Entre las cuales la provincia de “El Oro” se encuentra en segundo puesto como la provincia más productiva

del sector camaronero con un porcentaje del 38%, como se observa en la siguiente figura 2.3; la cual determina los porcentajes de producción de cada una de las provincias productivas del Ecuador.



Figura 2. 3. Porcentajes de productividad de camarón del Ecuador
Fuente: (BCE, 2017)

En la provincia de “El Oro” se encuentra ubicada en la zona regional 7 del Ecuador, la cual cuenta con una producción anual de 38% del total de producto exportado por el Ecuador a los diferentes consumidores en el mundo, tales como EEUU, Asia, Europa y América, en la siguiente figura 2.4. se puede observar a los diferentes destinos de exportaciones de camaronerías del Ecuador.



Figura 2. 4. Países consumidores del camarón ecuatoriano
Fuente: (CNA, 2017)

La producción en el sector camaronero de la provincia de “El Oro” se concentra principalmente en los cantones y parroquias de Arenillas, Barbones, Chacras, El Guabo, El retiro, Huaquillas, Jambelí, La Libertad, Machala, Santa Rosa y Tendales. Esta provincia cuenta con aproximadamente 40231 hectáreas de camarón, las cuales se especializan en las técnicas de cultivo extensivo en agua salada. A continuación, en la tabla 2.1. se observa el análisis de los porcentajes de hectáreas de producción de camarón en la provincia de “El Oro”.

Tabla 2. 1.Hectáreas de camarón en la provincia "El Oro"

HECTÁREAS DE CAMARÓN EN LA PROVINCIA DE "EL ORO"	
PARROQUIA Y CANTONES	PORCENTAJES
Arenillas	8,41%
Barbones (Sucre)	4,55%
Chacras	0,02%
El Guabo	4,05%
El Retiro	8,93%
Huaquillas	6,09%
Jambelí	40,67%
La Libertad	0,04%
Machala	11,33%
Santa Rosa	5,12%
Tendales	10,79%

Fuente: (PDOT-GAD de El Oro, 2017)

En la siguiente figura 2.5. se observa el mapa geográfico de la provincia de “El Oro” que pertenece a la zona regional 7 del Ecuador, con respecto a los principales cantones y parroquias productores de camarón de piscinas de técnica extensiva de agua salada, entre los cuales los más relevantes son Jambelí con el 40.67%, Machala con el 11.33%, Tendales con el 10.79%, El Retiro con el 8.93%, Arenillas con el 8.41%, Huaquillas con el 6.09%, Santa Rosa con el 5.12%, Barbones (Sucre) con el 4.55%, El Guabo con el 4.05%, La Libertad con el 0.04% y Chacras con el 0.02% de hectáreas de producción de camarón. Aproximadamente hasta el 2016 en la provincia de “El Oro” perteneciente a la zona regional 7 del Ecuador cuenta con un total de 40231.91 hectáreas de piscinas de producción extensivo.

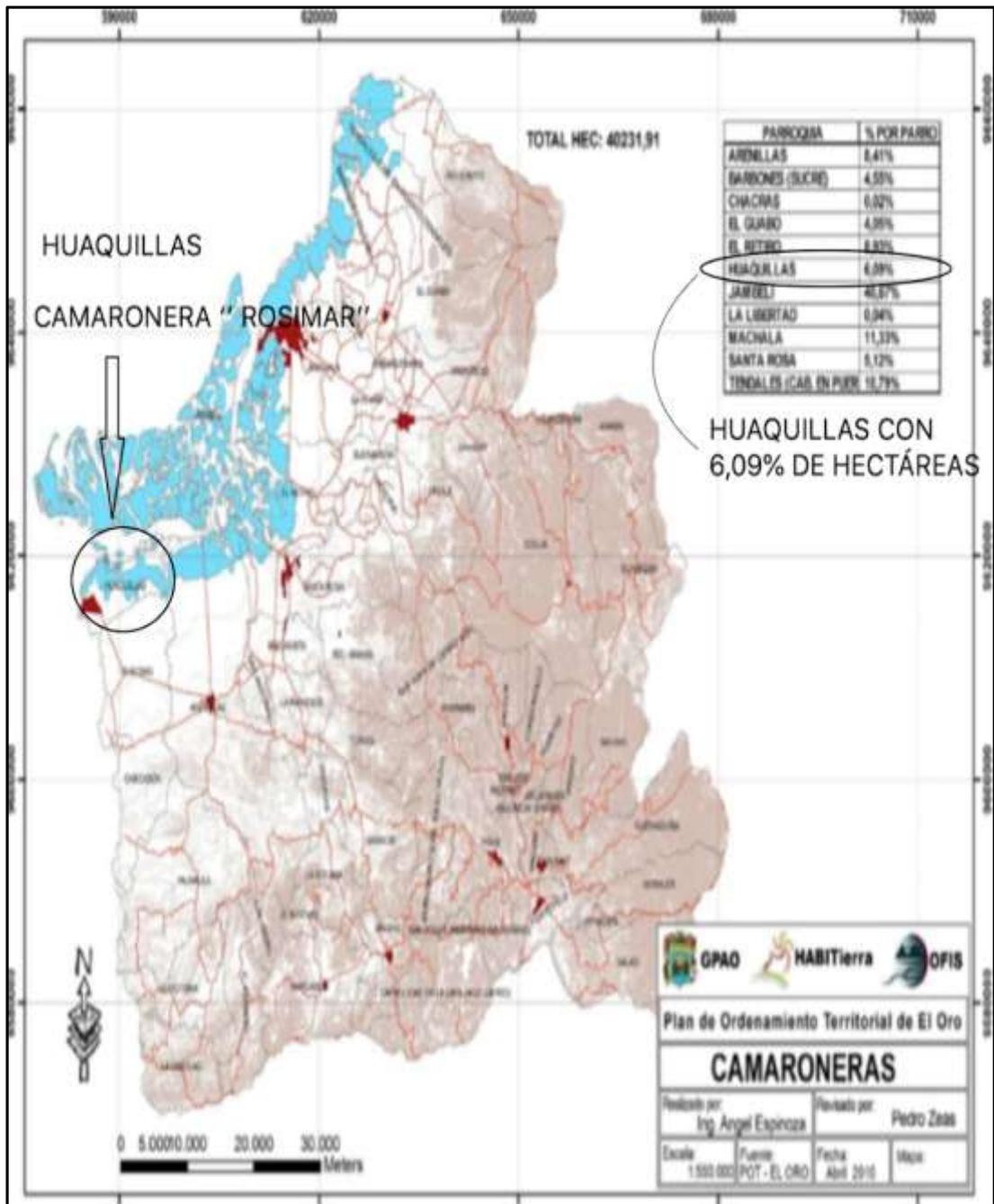


Figura 2. 5. Ubicación geográfica de los camarones de "El Oro" zona 7

Fuente: (Departamento GAD-El Oro, 2016)

2.1.1. Especies de camarón

Alrededor del mundo existe 342 especies de camarón que son comercializados, de las cuales sólo se producen en Ecuador un pequeño grupo, entre los tipos de camarón más conocidos encontramos la familia *Litopenaeus Vannamei*, y *Litopenaeus Stylirostris*, los cuales son los más

demandados en el mercado internacional por su textura, color, sabor y apariencia. Los camarones pertenecen a la familia de los crustáceos y se los puede encontrar en ecosistemas acuáticos con facilidad, tanto en agua dulce como en agua salada. Pueden llegar a medir entre 10 y 15 cm de largo, su principal característica física es que su cola es prolongada en comparación a su cuerpo, es una especie que está alrededor de todo el mundo.

Son animales omnívoros en su estado salvaje, su reproducción es por medio del apareamiento logrando una producción de entre 500,000 y 1,000,000 huevecillos o larvas en cada ciclo de reproducción, su ciclo de vida es relativamente corto el cual varía entre uno a dos años. La temperatura idónea para la reproducción de estos especímenes son aguas que no superen los 20° C las cuales se encuentren en climas tropicales o subtropicales con una temperatura ambiente que oscila entre los 27 a 30°C.

La principal especie cultivada en las costas ecuatorianas, perteneciente a la provincia de “El Oro” es la familia *Litopenaeus Vannamei* con un 95% de su producción cultivada en este sector, ya que es muy resistente a cambios medioambientales en su crianza, el 4% de su producción es de la familia *Litopenaeus Stylirostris* y el restante perteneciente al 1% se da en otras especies, pero en mínimos porcentajes. Entre ellos encontramos:

- *Litopenaeus Vannamei*
- *Protrachypene Precipua*
- *Litopenaeus Stylirostris*
- *Litopenaeus Occidentalis*
- *Farfantepenaes Californiensis*
- *Farfantepenaes Brevirostris*

La familia más relevante en el cultivo de camarón en la provincia de “El Oro” es la *Litopenaeus*, en la cual encontramos los dos principales más comercializados, los cuales son: *Litopenaeus Vannamei* y *Litopenaeus Stylirostris*, cuyo porcentaje de producción es de 95% y 4% respectivamente, como se puede observar en la tabla 2.2. que muestra la longitud de cada una de las especies.

Tabla 2. 2.Especies de camarón en la provincia "El Oro"

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	LONGITUD COMERCIAL
Camarón blanco	Litopenaeus Vannamei	25 cm
Camarón azul	Litopenaeus Stylirostris	23 cm

Fuente: (Instituto nacional de pesca, 2016)

- Litopenaeus Vannamei

También conocido como el camarón blanco es proveniente de las costas orientales de Océano Pacífico desde el norte en Sonora, en México hasta sur América en Tumbes, Perú ya que sus costas cuentan con aguas con temperatura mínima de 22° C durante todo el año y esto ayuda al crecimiento del camarón.

En su estado silvestre los adultos se reproducen en aguas abiertas, mientras que la larva viaja a las costas para pasar su juventud en las costas, las hembras están listas para reproducirse a partir de los 28 g mientras que los machos aproximadamente a los 20 g es un aproximado de entre 6 y 7 meses desde que son larvas hasta su reproducción. En la figura 2.6. se observa la anatomía general de la especie Litopenaeus Vannamei, que está conformado por el cefalotórax, abdomen y cola.

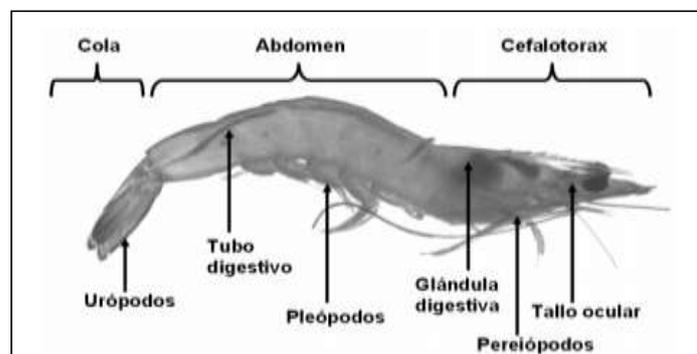


Figura 2. 6. Anatomía general de Litopenaeus Vannamei
Fuente: (Centro de investigaciones biológicas, 2017)

En su primera etapa se lo conoce como nauplios los cuales se alimentan de su reserva embrionaria, en su siguiente etapa los que logran sobrevivir pasan a ser criaturas planctónicas y su alimentación básicamente

se compone de fitoplancton y zooplancton, después de 5 días se alimentan de gusanos y crustáceos hasta llegar al peso de 2 gramos que ya se los coloca en estagues para empezar su producción en estanques o piscinas. En la tabla 2.3. se puede observar las características específicas de la especie *Litopenaeus Vannamei*.

Tabla 2. 3. Características de la especie *Vannamei*

Características de la especie <i>Vannamei</i>	
Familia	Litopenaeus
Especie	Vannamei
Nombre común	Camarón blanco
Origen y distribución	Es nativo de la costa oriental del Océano Pacífico, se encuentra distribuido desde el alto golfo de California hasta Perú
Morfología	Conformado por un cefalotórax, abdomen y cola
Hábitat	Los adultos viven en ambientes marinos tropicales, mientras que las post-larvas pasan su etapa juvenil y pre-adulta en estanques y lagunas costeras
Alimentación	Fase larvaria planctónica y fase juvenil balanceado
Reproducción	Organismo dioico, fecundación externa
Peso max.	20 - 28 gramos
Tamaño comercial	Máx 25 cm y mín 9 cm
Rango de temperatura	20 a 33 °C
Etapas de crecimiento	Huevo- nauplio- protozoa- mysis- post-larva- juvenil- adulto.
Tipos de ecosistemas	Salado - Dulce

Fuente: (FAO, 2016)

En la actualidad la especie más producida en la provincia de “El Oro” y con más aceptabilidad en el mercado internacional es la especie *Litopenaeus Vannamei*, la cual cubre con una producción del 95% de las exportaciones brutas del Ecuador; siendo una de las especies más deseas por su calidad, textura, sabor y sobretodo es de mayor preferencia para el productor .

- *Litopenaeus Stylirostris*

También conocido como “Camarón azul” está conformado por especies de género *Litopenaeus*, es la segunda familia más conocida en el mundo, y su pesca se puede capturar en tierra y alta mar. *Litopenaeus Stylirostris* el macho alcanza una longitud 21.4 cm máxima, mientras que las

hembras son de mayor longitud y puede alcanzar hasta 26 cm, normalmente es capturado entre los 15 a 23 cm de longitud. Son demersales y, por lo tanto, se precipitan al fondo. En el medio natural este camarón es capaz de producir hasta 400000 nauplios, primera etapa en su desarrollo después de abrirse los huevos (eclosionar); los camarones *Litopenaeus Stylirostris* deben atravesar 7 estados larvarios antes de convertirse en adultos y poder ser comercializados y exportados (Organización del sector pesquero y acuícola del istmo centroamericano, 2018).

La segunda especie más producida en la provincia de “El Oro” y con más aceptabilidad en el mercado internacional es la especie *Litopenaeus Stylirostris*, la cual cubre con una producción del 4% de las exportaciones brutas del Ecuador; siendo una de las especies más deseadas por su calidad, textura y sabor. A continuación, en la tabla 2.4 se observa las características de esta especie de camarón como, por ejemplo, de que familia pertenece, de donde son originarios, la morfología, que alimentación necesitan para su desarrollo, etc.

Tabla 2. 4. Características de la especie *Stylirostris*

Características de la especie <i>Stylirostris</i>	
Familia	Litopenaeus
Especie	<i>Stylirostris</i>
Nombre común	Camarón azul
Origen y distribución	Es nativo de la costa pacífica de Centro y Sudamérica, desde México hasta Perú.
Morfología	Conformado por un cefalotórax, abdomen y cola
Técnicas pesqueras	Los adultos son pescados principalmente con redes de arrastre camaronera; mientras, los juveniles son capturados en los estuarios empleando atarrayas. Los pescadores artesanales también pescan adultos de estos camarones, en el mar utilizando redes de enmalle.
Alimentación	Fase larvaria planctónica y fase juvenil balanceado
Hábitat	Habita sobre fondos fangosos o arenoso-fangosos, en los que predomine la arcilla o el limo, en aguas muy someras (1-4 m) y hasta unos 72 m de profundidad.
Peso max.	15 - 23 gramos
Tamaño comercial	Máx 20cm y mín 15cm
Rango de temperatura	20 a 30 °C
Etapas de crecimiento	Huevo- nauplio- protozoa- mysis- post-larva- juvenil- adulto.
Tipos de ecosistemas	Salado - Dulce

Fuente: (FAO, 2016)

2.1.2. Técnicas de cultivos de camarón

Las técnicas de cultivos de camarón en el Ecuador en tiempos pasados solo se lo realizaba en cultivos extensivos, pero poco a poco gracias a los diferentes estudios y a la tecnología que ha ido evolucionando, en la actualidad se ha implementado los cultivos intensivos que también son conocidos como piscinas de agua dulce, este método necesita mayor cuidado, ya que el camarón no se encuentra en su hábitat natural, en la provincia de “El Oro” el método de cultivo intensivo se lo ha implementado hace pocos años aproximadamente 7 años, en cambio el método de cultivo extensivo tiene aproximadamente 70 años. Estas dos técnicas de cultivos de camarón son las siguientes:

- Cultivo extensivo
- Cultivo intensivo

Vamos a conocer con más profundidad cada una de ellas, pero teniendo en cuenta que años atrás solo utilizaban un solo método de cultivo que era la extensiva o también conocida como piscinas de agua salada que se encuentra en su hábitat natural y tiene directamente entradas de aguas de mar.

- Cultivo extensivo de crianza de camarón

Su producción se la realiza en estanques de tierra en 2 fases hasta el tamaño de reproducción. Las densidades de siembra son muy bajas, y disminuyen a cada fase, lo que permite utilizar al máximo la producción natural del medio de cultivo. Esta producción natural se debe a una fertilización exógena (fertilizantes orgánicos e inorgánicos). El recambio de agua es de moderado a alto y no necesita de aeración constante. (Organización para las naciones unidas para la alimentación y la agricultura, 2013). Esta técnica de cultivo de camarón es conveniente para las familias *Litopenaeus Vannamei* y *Litopenaeus Stylirostris*, ya que anteriormente mencionadas en las tablas 2.4 y 2.3 son adaptable a los tipos de ecosistemas tanto de agua dulce como de

agua salada. A continuación, en la figura 2.7. se observa una demostración de las piscinas de cultivos extensivos con aireadores que ayudan a oxigenar el agua y beneficia para el crecimiento del camarón.



Figura 2. 7. Técnica extensiva de cultivo de camarón
Fuente: (Piscicultura Global, 2018)

Están conformadas por estanques de tierra, fondo y diques, de superficie variable entre unos miles de m² y 1 hectárea. Los criterios de elección dependen principalmente de la cantidad de progenitores a suministrar al Centro de Desove. (Organización para las naciones unidas para la alimentación y la agricultura, 2013). Se debe tener en cuenta que los estanques o piscinas deben poseer una profundidad mínima de 0.8 m para que las variaciones térmicas no existan o sean de muy baja intensidad y otros de los beneficios de la profundidad de los estanques es para evitar que se produzca algas bénticas que pueden llegar afectar a la al producto final.

Una de las ventajas de tener este tipo de producción de cultivo es que se tiene acceso directo a un canal abierto del mar con un caudal muy importante que nos ayuda a suministrar el agua, la cual nos ayuda que mediante bombas se pueda hacer la respectiva circulación a diferencia de los cultivos intensivos o también conocidos como cultivos de agua dulce que estos tienen otro método de canales de agua. En las compuertas de entradas de cada piscina de producción se debe colocar una malla y posteriormente tablas para que esto impida la entrada de otras especies.

Como principalmente se había mencionado que se realiza en dos estanques cada corrida de producción, es porque se lo divide cuando el camarón se encuentra en estado de pre-engorde que es de 1 a 2 gr y luego

se pasa al estado de engorde que es de 2 gr en adelante, normalmente se recomienda que cada corrida se la realice en entre 90-120 días que el producto final logra tener el peso ideal para la comercialización. A continuación, en la figura 2.8. se observa un ejemplo de las piscinas extensiva de producción de camarón, la piscina pequeña que se observa es el precriadero donde se coloca la larva hasta obtener el peso de 2 gr para poder pasar a la piscina grande donde se lo dejara hasta el final de su producción.



Figura 2. 8. Piscinas de cultivo extensivo de camarón
Fuente: La Autora

En la siguiente tabla 2.5. se analiza de que altura es recomendable construir las piscinas camaroneras mínimo 0.7 metros y máximo 1.20 metros, dependiendo de que altura sea es su diámetro y la capacidad de litros ingeridos en cada estanque. Estas recomendaciones son muy importantes tomarlas en cuenta para obtener excelentes resultados a la finalización de la corrida.

Tabla 2. 5. Dimensiones de estanques

Diametro (m)	Altura (m)	Capacidad (litros)
1,50	0,90	1.590
2,50	1,20	5.890
3,00	1,20	8.482
4,00	1,20	15.080
5,00	1,20	23.562
6,00	1,20	33.929
7,00	1,20	46.181
8,00	1,20	60.319
9,00	1,20	76.341
10,00	1,20	94.248
12,00	1,20	135.717
16,00	1,20	241.274
20,00	1,20	376.991

Fuente: (Arpimix SA, 2018)

Este método de cultivo extensivo o también conocido como piscinas de agua salada es muy utilizado en la Provincia de “El Oro” y basado en la experiencia de los productores de este sector, este tipo de método se lo puede realizar entre 2 o 3 veces al año, dependiendo hasta que tamaño lo tienen al camarón en las piscinas, pero lo recomendable y el peso de comercialización es a partir de los 14 gramos, cada corrida puede durar aproximadamente entre 120 a 140 días y con una densidad de 4-10 camarones por metro cuadrado. Este tipo de cultivo es muy utilizado, ya que el camarón se encuentra en su hábitat natural, y no necesita de tanto cuidado a comparación de los cultivos intensivos de agua dulce que tiene que ser una producción más sofisticada.

- Cultivo intensivo de crianza de camarón

Esta técnica de cultivo de camarón es conveniente para las familias *Litopenaeus Vannamei* y *Litopenaeus Stylirostris*. Las piscinas de crianza pueden ser fabricada o no con paredes de hormigón, en el fondo de los estanques son coral compactado o de tierra de esta manera da mejores resultados que con un fondo de plástico, la superficie depende de la construcción de cada productor pero puede variar entre 100 m² y 1000 m². (Organización para las naciones unidas para la alimentación y la agricultura, 2013).

Para poder obtener una manera óptima los estanques deben ser de forma circular o parecida para poder aliviar los desechos que se concentran en el centro de la piscina y de esta manera tenga una excelente evacuación. Se debe tener en cuenta que los estanques o piscinas deben poseer una profundidad de agua entre 0,7 y 1 metro, la cual ayuda a tener mejores resultados en la producción y también una buena eficiencia con los aireadores tipo paleta o aireadores de propela.

Este tipo de cultivo se lo realiza de la misma manera que la semi-extensiva o extensiva, la cual se lo produce en dos etapas o fases, la primera consiste en el pre-engorde que es de 1 a 2 gramos y luego se pasa al segundo estanque donde se realiza el engorde que se lo mantiene entre 90 días hasta

lograr el peso ideal para su comercialización. En esta técnica intensiva se logra obtener mejores resultados que la anterior, ya que la aireación y la oxigenación brinda una mejor eficiencia y esto ayuda a que su producción sea más eficaz.

Pero así mismo como tiene beneficios, la producción intensiva se necesita de más cuidado, lo cual deben ser estanques automatizados para evitar cualquier riesgo. A continuación, en la figura 2.9. se observa un ejemplo de las piscinas de cultivo intensivo de camarón con aireación y el techo que se observa en la parte superior es para evitar la mezcla del agua de las lluvias con el agua de la piscina, ya que esto puede afectar con la salinidad y sufrir diferentes alteraciones.



Figura 2. 9. Estanque para cultivo intensivo
Fuente: (NICOVITA S.A, 2017)

La rentabilidad de esta técnica de cultivo es superior a la extensiva, ya que se puede lograr obtener 150 quintales por hectárea en cada corrida, en cambio en el cultivo extensivo se puede lograr obtener alrededor de 30 quintales por hectárea; esta es una de las grandes ventajas. A continuación, en la figura 2.10. se observa las medidas de profundidad del estanque para cultivo intensivo, lo cual son de profundidad muy corta.

La máxima profundidad que puede llegar el agua es de 1.5 metros y en zonas de menos superficie es de 0.5 metros para poder evitar que las plantas acuáticas crezcan. También existen estanques más pequeños que son utilizado en zonas rurales, especialmente estos tipos de estanque se utilizan

mucho en la provincia de “El Oro” y han obtenido excelentes resultados, pero su cuidado es mayor pero su rentabilidad es mejor.

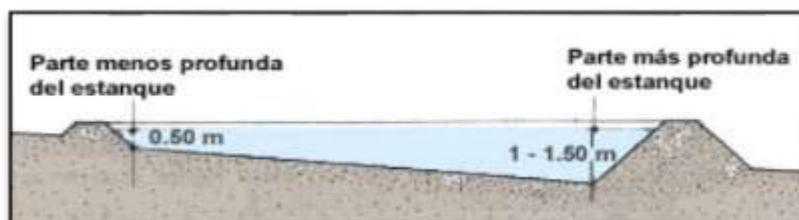


Figura 2. 10. Medidas de construcción de estanques intensivos
Fuente: (FAO, 2018)

2.1.3. Ciclos de cultivos

El ciclo de cultivos de camarón se lo desarrolla en dos etapas: la primera es en laboratorios y luego pasa a la etapa de las granjas camaroneras o también conocidas como estanques o piscinas camaroneras, este ciclo se cumple de la misma manera tanto para el cultivo intensivo como para el cultivo extensivo; como se observa en la figura 2.11. los ciclos de cultivos de camarón.

Dentro de estas dos etapas se encuentran sub-etapas las cuales el camarón va evolucionando para poder llegar a la etapa de engorde. Las etapas de evolución del cultivo del camarón son las siguientes: Se las divide en 2, cuando se encuentra en los laboratorios y cuando en las granjas camaroneras que están en la etapa de engorde o crecimiento.

Cuando se encuentra en laboratorio:

- Huevos fecundados (maduración y reproducción)
- Nauplios
- Protozoa
- Mysis

Cuando se encuentra en granjas camaroneras, está en la etapa de engorde:

- Post-larva
- Juvenil
- Adulto

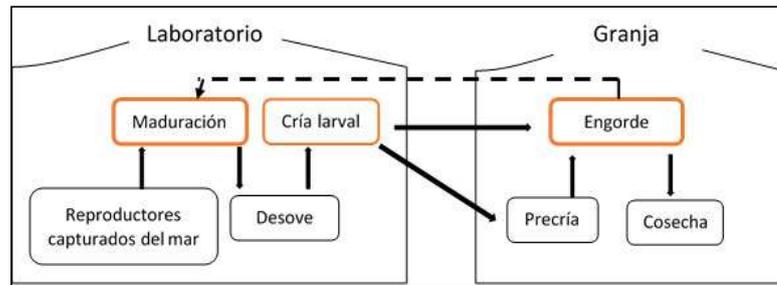


Figura 2. 11. Ciclos de cultivos de camarón

Fuente: (FAO, 2017)

El proceso de engorde del camarón comprende simplemente hasta llegar al peso ideal para poder ser comercializado que es entre los 10 a 20 gr, normalmente para poder llegar a ese tamaño es un proceso entre 90 a 130 días aprox, dependiendo de muchos factores que influyen en su crecimiento como: alimentación, salinidad, vitaminas, aireación y oxigenación. Los ciclos de producción pueden realizarse entre 2 o 3 veces al año dependiendo de las condiciones climáticas. A continuación, en la Figura 2.12. se observa el ciclo de producción del camarón, desde el momento que se encuentra en la etapa de maduración y reproducción, luego pasa a nauplio (1.0-1.25 días), protozoa (2.9-3.5 días), mysis (3.5-9 días) todas estas etapas se las desarrolla en los laboratorios para ser comercializados a los productores de camaroneras y ser sembrados, cuando el camarón se encuentra en post-larva (9-12 días) permanece en los estanque de pre-criaderos hasta llegar a pesar en los 2 a 3 gr para ser pasados luego a las piscinas donde estarán toda su producción que son los estanques principales donde el camarón se encuentra en estado de engorde en evolución juvenil y finalmente en evolución adulto que se encuentra listo para la cosecha.

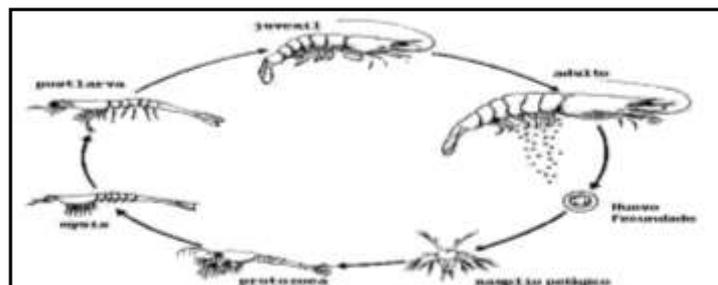


Figura 2. 12. Etapas de evolución del cultivo de camarón

Fuente: (Meyer, 2015)

Al lograr todo el proceso del camarón desde que se encuentra en producción de semilla y luego pasa a la etapa de engorde, la cual se encuentran aptos para ser comercializados a los productores de camarón que se encargan de realizar toda la corrida que puede durar entre 3 a 4 meses, y se desarrolla en dos estanques, la primera es en etapa de pre-engorde de 1 a 2 gr y luego pasa a la etapa de engorde que es de 3 a 20 gr que es la talla ideal. En la siguiente tabla 2.6. se analiza semana a semana la sobrevivencia del camarón y el peso vivo en gramos.

Tabla 2. 6.Sobrevivencia del camarón

SOBREVIVENCIA DE CAMARÓN SEMANAL		
EDAD (SEMANAS)	PESO VIVO (GRAMOS)	% SOBREVIVENCIA
1	0,80 gr	100%
2	1,20 gr	95%
3	1,80 gr	90%
4	3,80 gr	86%
5	5,80 gr	82%
6	7,80 gr	80%
7	9,80 gr	78%
8	11,80 gr	76%
9	13,80 gr	74%
10	15,80 gr	72%
11	17,80 gr	70%
12	19,80 gr	68%
13	21,80 gr	66%
14	23,80 gr	64%
15	25,80 gr	62%
16	27,80 gr	60%

Fuente: (Innovación shrimp, 2015)

2.1.4. Cosecha

La cosecha es el último proceso para la finalización de toda la corrida de producción del camarón para poder ser comercializado y esta consiste en dos tipos: la primera es cosecha parcial y la segunda es cosecha total. Para los cultivos intensivos y los cultivos extensivos también se maneja de la misma manera las cosechas, pero en menor tiempo; ya que la piscina de producción intensivas se puede lograr realizar tres o cuatro corridas al año, a diferencia de las piscinas de cultivo extensivo que se puede lograr de dos a tres corridas

al año, tomando en cuenta que las piscinas o estanques de producción son constantemente producidos.

- Cosecha parcial

La cosecha parcial también es conocida como descargas parciales de la producción, la cual se la realiza cuando se encuentra en la etapa de engorde entre los 70 a 90 días se puede realizar la cosecha parcial para que pueda favorecer posteriormente a lo largo de la producción, ya que el camarón se encontraba en condiciones muy estrechas para su crecimiento. Se puede realizar de 1 a 2 cosechas parciales en cada producción de cría, normalmente son cosechas en pequeñas cantidades y se logra la cantidad desea sin problema. A continuación, en la figura 2.13. se observa la cosecha parcial donde se pesca cierta cantidad de quintales de camarón para agilizar el crecimiento del animal restante.



Figura 2. 13.Cosecha parcial del camarón

Fuente: (Nogales S.A, 2017)

- Cosecha total

La cosecha total consiste que en cada corrida después de realizar varias cosechas parciales, la cosecha total es vaciar totalmente todo el estanque o piscina donde se encuentran los camarones como se observa en la figura 2.14, la cual consiste en abrir la compuerta de salida y sacar las mallas y tablas para que pueda fluir el agua que se encuentra en el estanque y lograr fácilmente la finalización de la corrida hasta quedar totalmente seco.



Figura 2. 14.Cosecha total del camarón
Fuente: (Agrotendencia, 2016)

Al momento que la piscina de crianza del camarón queda totalmente seca, pasara a una etapa de limpieza y fertilización de las tierras durante aproximadamente una semana y media, hasta lograr remover todas las heces e impurezas que están descompuestas en el fondo del estanque, una vez realizado todo este proceso la piscina se encontrará aptas para ser nuevamente producida. Este tipo de metodología que se aplica para la limpieza de la piscina al finalizar la cosecha es únicamente para los cultivos extensivos, ya que en su fondo son de tierra.

2.2. Procesos de alimentación del camarón

El proceso de alimentación juega un rol muy importante en la reducción de mortalidad y también depende para el crecimiento y engorde de los camarones. Consiste en una alimentación natural combinada dependiendo en qué fase se encuentran, por ejemplo, cuando está en la fase de maduración es recomendable los alimentos naturales como (zooplancton, moluscos, crustáceos) y también se alimentan de dietas artificiales como (Argen, Pelets, Nippai, Higashimaru).

Existen varios tipos de alimento de balanceado con diferentes porcentajes de vitaminas que se utiliza dependiendo en qué etapa se encuentre, posteriormente se dará a conocer cuáles son los tipos de alimentos. A continuación, en la figura 2.15 se observa la manera manual en la que se da de alimentar al camarón, que es conocido como el método de voleo, es lo que se desea sustituir en el proyecto.



Figura 2. 15. Alimentación por medio de voleo
Fuente: (Agrotendencia, 2016)

En la actualidad la tecnología ha ido avanzando, y los métodos de alimentación para diferentes tipos de cranzas han sido de gran beneficio para su producción, ya que anteriormente la única manera de alimentar era por el método de voleo o utilizando comederos que facilitaban la alimentación de los animales como se observa en la figura 2.16, pero ahora, con la evolución existen varios equipos que son de gran rendimiento para abastecer el alimento en todo el estanque evitando el desperdicio y ahorrando costo para el productor camaronero, como se observa en la figura 2.14. de alimentador autónomo para cultivos de camarón.

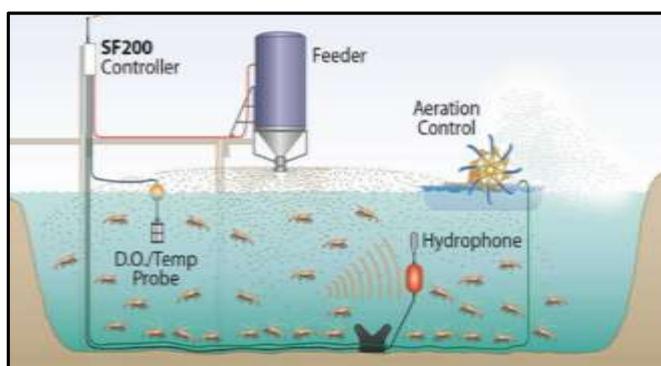


Figura 2. 16. Alimentación autónoma de camarón
Fuente: (Aquacultura Alliance, 2017)

2.2.1. Tipos de alimentos

Existen varios tipos de alimentos de camarón dependiendo en qué etapa formación se encuentre el animal. La alimentación en la fase de

maduración consiste simplemente en dietas artificiales y una combinación de dietas naturales, donde cada una de ellas está compuesta por distintos elementos; las dietas artificiales (Higashimaru, Argan, Nippai y Pelets, entre otros) la porción de alimento se encuentra proporcionada entre el 3 y el 15% de biomasa diaria y se encuentra compensado en cantidades iguales cada 6 horas y las dietas naturales está compuesta por crustáceos, zooplancton, moluscos y diversas especies que se encuentran en el medio natural.

A continuación, en la tabla 2.7. detallan cada uno de los productos que son comercializados en Ecuador con sus respectivos porcentajes de proteínas, grasas, fibra, cenizas y humedad con los que están compuestos los alimentos, en la provincia de “El Oro” el alimento más comercializado y utilizado es el balanceado de NICOVITA S.A, ya que sus rendimientos han sido muy eficientes en toda la trayectoria de crianzas de camarón en este sector.

Tabla 2. 7.Porcentajes de alimentos para camarón en Ecuador

ANÁLISIS DE ALIMENTOS PARA CAMARONES QUE SE VENDEN EN ECUADOR						
COMPONENTES	NICOVITA	NIPPAI	FRIPPAK	RANGEN	ZEIGLER	NUTRIL
Proteína	40% max	12%	33% max	50% min	40%	22%
Grasa	5% max	7,50%	5% max	15% min	15%	—
Fibra	3% max	2%	—	4% min	5%	
Cenizas	2.1% max	16%	20% max	15% min	10%	
Humedad	13% max	12%	33% max		16%	

Fuente: (FAO, 2016)

Se recomienda que los alimentos artificiales una vez abiertos deben ser consumidos antes del mes y se debe mantener en lugares frescos y libres de humedad para que no afecte de ninguna manera. A continuación, la alimentación en la fase de maduración cuando se encuentra en laboratorios los nauplios son transferidos a las piscinas o estanques para empezar su alimentación. A continuación, se observa la tabla 2.8. donde especifica los porcentajes de alimento que necesita cuando el camarón se encuentra en etapa de larva, mencionado anteriormente existen diferentes tipos de dieta y una de ellas es NIPAI (BP).

Tabla 2. 8.Composición proximal de la dieta NIPPAL (BP)

COMPOSICIÓN PROXIMAL DE LA DIETA NIPAL (BP)		
NIPPAL (BP)	Tamaño de partícula (0,05-01mm)	Tamaño de partícula (0,2-0,3mm)
Proteína cruda	47,20%	41%
Grasa	40%	4%
Fibra	0,70%	3%
Cenizas	6,40%	15,50%
Humedad	2%	12%

Fuente: (NICOVITA S.A, 2017)

Después observamos en la tabla 2.9. de la composición proximal que especifica los porcentajes de las diferentes composiciones del alimento como: proteína cruda, grasa, cenizas y humedad de la dieta Higashimaru. Estos porcentajes sirven como referencia muy importante al momento de dar de alimentar, porque depende mucho para el crecimiento y engorde del camarón todo su proceso de producción.

Tabla 2. 9.Composición proximal de la dieta Higashimaru

COMPOSICIÓN PROXIMAL DE LA DIETA HIGASHIMARU		
HIGASHIMARU	LARVAS	MICROCÁPSULAS
Proteína cruda	58%	58%
Grasa	7%	11%
Cenizas	13%	8%
Humedad	—	4%

Fuente: (NICOVITA S.A, 2017)

A continuación, la alimentación en la fase de engorde se realiza cuando los estanques o piscina se encuentra entre 4 hectáreas y 50 hectáreas. En esta etapa se utiliza las técnicas de cultivo extensivos , también conocido como piscinas de agua salada (4-10 camarones/m²) y la técnica intensiva, también conocida como piscinas de agua dulce (10-50 camarones/m²). El cuidado del estanque extensivo se requiere de menos manejo, menos costos de producción y baja posibilidad de mortalidad, ya que se obtiene fácilmente la recirculación de agua y el crecimiento/concentraciones de fitoplancton que ayuda de alimento para los camarones y se disminuye en bajo porcentaje la alimentación artificial.

2.2.2. Alimentación en las distintas etapas de cría

La alimentación en las distintas etapas de cría de camarón, se la realiza de la misma manera tanto para producción de técnica extensiva, como para producción de camarón de técnica intensiva, la alimentación es el punto más crítico, ya que es el mayor porcentaje de costos que se utiliza entre un 45 a 60% de costo total de la producción. A continuación, en la tabla 2.10. se observa las características y tiempos de los productos utilizados en NICOVITA en las distintas etapas de crías. En el momento de la alimentación de la cría de camarones se tiene que tener en cuenta varias variables como que tipo de alimento se le dará al camarón, cuantos números de partículas por gramo necesita.

Tabla 2. 10. Indicadores de alimento en las distintas etapas

INDICADORES DE ALIMENTOS EN LAS DISTINTAS ETAPAS DE CRÍA				
NICOVITA				
Tipo de alimento	No. De partículas/gr	Frecuencia de alimento (veces/día)	% biomasa	Peso (gr)
PC-1	2,200	6-8 veces/día	15-10	1g
KR-1	1,400	4 veces/día	8-6	hasta 1.5
PC-1	540,000	4-6 veces/día	10-8	1.5 a 3
KR-2	56	2-4 veces/día	6-4	3 a 6
Acabado	30	2-4 veces/día	3-1.5	desde 6 adelante

Fuente: (NICOVITA S.A, 2017)

En la figura 2.17 se puede observar el balanceado en las distintas etapas de cría, como se aprecia en la foto cada balanceado tiene diferente textura como se explica en la tabla 2.12. PC-1 es para cuando el camarón está de 1 gramo y por ende necesita un alimento totalmente triturado y así sucesivamente el alimento será cada vez de mayor tamaño dependiendo el peso en el que se encuentre el camarón.



Figura 2. 17. Tipos de alimento de camarón

Fuente: (NICOVITA S.A,2017)

- Frecuencia de alimentación

En la frecuencia de alimentación es conveniente dar de alimentar cuatro veces al día al animal, dos veces por la mañana empezando desde las 6h00am, 10h00am y dos veces por la tarde empezando a 14h00pm y 18h00pm como se observa en la tabla 2.11. cuando el animal se encuentra en su etapa final de engorde. Se toma este método de alimentación cada cuatro horas porque se da en medianas raciones y de esta manera se evita el desperdicio y la descomposición del alimento.

Tabla 2. 11.Frecuencia de alimentación

Hora de alimentación	% De ración/día
6H00 am	20%
10H00 am	15%
14H00 pm	25%
18H00 pm	40%

Fuente: (NICOVITA S.A, 2016)

Esta es la frecuencia de alimentación de las camaroneras de cultivos extensivos y cuando lo realizan manualmente, en cambio al momento de utilizar los alimentadores autónomos es totalmente diferente los tiempos de alimentación como se observa en la tabla 2.12. de esta manera es una forma muy eficiente para poder evitar el desperdicio del balanceado y es una forma segura de que todos los camarones se alimenten y crezcan de una forma más acelerada en beneficio de la producción.

Tabla 2. 12.Ciclos óptimos de alimentación

Peso de camarón	Tiempo de Voleo (segundos)	Intervalos entre Voleos (minutos)	Horas de trabajo/día	Numero de Ciclos/día
2.0 – 4.9 gr.	4 – 7	3 - 4	12	175 - 235
5.0 – 7.9 gr.	7 - 10	4 - 5	15	174 - 219
8.0 – 13.9 gr.	10 – 30	5 - 10	18	106 – 209
>14.0 .	> 30	> 10	>18	< 95

Fuente: (NICOVITA S.A, 2016)

Para otra primordial especie como *Litopenaeus Vannamei*, demandan que el crecimiento de los camarones cuando se encuentran de pequeño tamaño entre los 2 a 5 gramos de peso dependen mucho del nivel de proteína que contenga la dieta, mientras que el camarón cuando se encuentra de

mayor peso y tamaño su alimentación depende mucho en la fuente de proteínas que contenga la dieta. (Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura, 2011). A continuación, en la tabla 2.13. se encuentra los porcentajes en general del producto peletizado de alto rendimiento.

Tabla 2. 13. Alimento peletizado para camarón

ANÁLISIS GARANTIZADO		
COMPUESTOS	PORCENTAJE	MAX/MIN
Proteína	25%	Mínimo
Grasa	4,5%	Mínimo
Fibra	3,5%	Mínimo
Humedad	10,5%	Mínimo
Ceniza	10,0%	Mínimo
Calcio	2,4%	Mínimo
Fósforo	1,0%	Mínimo

Fuente: (Universidad técnica de Ambato, 2015)

En la tabla anterior se puede observar el análisis en general de la calidad del alimento que está compuesto, pero en cambio, en el sector de la provincia de “El Oro” es muy comercializado el producto NICOVITA, ya que ha brindados excelentes beneficios a todos los productores en sus corridas y a continuación en la tabla 2.14. se observa el análisis químico de nutrientes que están conformados.

Tabla 2. 14. Análisis químico de alimento

NICOVITA	
Proteínas	40 % min
Cenizas	15% max
Grasas	5% min
Fibra	3% max
Humedad	13% max
Calcio	2% min
Calcio	3% max
Fósforo	1.5% min
Lisina	2.4% min
Energía Metabolizante	2,850.0 Kcal/Kg

Fuente: (NICOVITA S.A, 2017)

2.3. Parámetros óptimos para la calidad del agua

Entre los principales parámetros para un óptimo desarrollo del camarón se requiere tener en cuenta algunas variables, entre las más relevantes podemos encontrar, la salinidad del agua, los niveles de PH en el agua, oxígeno disuelto en los estanques, alcalinidad, amonio y rangos óptimos de temperaturas del agua. Las cuales son indispensables para garantizar un gran porcentaje de sobrevivencia en la siembra de la larva, ya que si uno de estos parámetros se encuentra fuera de rango sus consecuencias serían muy graves en la producción final de los estanques o piscinas. Los rangos óptimos establecidos para los estanque tanto extensivos como intensivos deben ser entre 29 a 33 °C y el rango aceptado es desde 22 a 34 °C.

2.3.1. Salinidad del agua

Se deben tener salinidades entre 10-30 ppt, no es recomendable usar aguas con salinidades mayores de 35 ppt como se observa en la figura 2.20, debido a que siempre hay fluctuaciones de fitoplancton que producen sobre floraciones bien rápidas, las cuales pueden terminar en mortalidad o floración algal de manera más continua y rápida.

Si la salinidad es muy baja se podría terminar con problemas de agua de baja alcalinidad y problemas con algas de agua dulce, que pueden producir floraciones de alga, lo cual causa malos olores y mal sabor al producto final. (Chanratchakool, 2002). Los rangos óptimos establecidos para la salinidad del agua tanto para estanques de técnica extensiva o intensiva para los cultivos de *Litopenaeus Vannamei*, se encuentre entre un rango óptimo de 10 – 30 ppt y un rango aceptado de 0.5 – 40 ppt.

2.3.2. Niveles de pH en el agua

El rango óptimo de pH es de 7.0 – 8.5ppm. Recordar que el pH tiene relación con el amonio no ionizado y con el sulfuro de hidrógeno no ionizado

y que la toxicidad del primero se relaciona con la temperatura. A continuación, se explica que un valor de pH de 7.5 ppm y una temperatura de 25 °C, el amonio no ionizado se encuentra con un valor bajo; en cambio si se tuviera un pH de 8.5ppm el amonio aumentaría, y si el pH se eleva a 9 ppm, el amonio no ionizado llegaría a ser muy elevado. (Chanratchakool, 2002).

Tabla 2. 15. Rangos de calidad de agua

RANGOS DE CALIDAD DE AGUA RECOMENDADOS PARA CULTIVOS DE CAMARÓN	
PARÁMETROS	VALOR
Oxígeno disuelto	4-10 ppm
CO2	< 20 ppm
pH	7.0 - 8.5
Amonio ionizado (NH3)	<0.03 ppm
Nitrito (NO2-)	< 1 ppm
Hierro total	< 1 ppm
Sulfuro de hidrógeno	< 1 ppm

Fuente: (FAO, 2017)

En caso del sulfuro de hidrógeno no ionizado a un pH de 8, el porcentaje se encuentra ligeramente elevado, conforme baja el pH a 7.5 el sulfuro de hidrógeno se triplica; aun pH de 7ppm, es cuatro veces su concentración. La toxicidad del amonio y sulfuro de hidrógeno no ionizado, sería mayor a una temperatura de 30 °C. (Chanratchakool, 2002). A continuación, en la siguiente tabla 2.15. se muestra los rangos de calidad de agua recomendados para cultivos de camarón en el Ecuador.

En estanques de producción la medición de este parámetro es de vital importancia ya que afecta el metabolismo y otros procesos fisiológicos de los organismos acuáticos. Puede crear estrés, aumentar la susceptibilidad a enfermedades, disminuir los niveles de producción, causar un pobre crecimiento y muerte. El pH cambia mucho del día a la noche, y normalmente es más bajo en la noche y más alto durante el día.

CAPÍTULO 3

CRITERIOS DEL DISEÑO DE COMEDEROS AUTOMATIZADOS

3.1. Generalidad de los comederos automatizados

Un comedero automatizado para piscinas de camarón es un equipo autosustentable y eficiente, que facilita el trabajo de alimentar las diferentes piscinas sin importar su tamaño o ubicación geográfica ya que cuenta con un sistema de paneles solares, el cual abastece en un 100% los requerimientos eléctricos de los equipos.

Los comederos además del panel solar cuenta con un inversor eléctrico de corriente CD/CA, el cual permite el correcto funcionamiento de los motores de corriente alterna, de igual manera posee un motor eléctrico ya sea este AC o DC dependiendo el tipo de alimentación que posea de igual manera cuenta con un banco de baterías que almacenan energía para las noches y días de poca radiación solar y en su parte inferior cuenta con el equipo de flotadores de PVC, los cuales le dan la estabilidad necesaria para mantenerse a flote sin ningún tipo de inconveniente, ya que si estos fallaran el comedero quedaría obsoleto.

Además, una de las principales ventajas que ofrece al utilizar este equipo, ayuda a mejorar la eficiencia de operación acuícola, disminuyendo la cantidad de desperdicio de alimento y optimizando el crecimiento del camarón. En la siguiente figura 3.1. clasifica de los elementos que se encuentra estructurado el dosificador autónomo de alimento de camarón, como son los siguientes:

- Panel fotovoltaico
- Tolva de alimento
- Caja eléctrica de control
- Estructura metálica
- Motor

- Flotadores de PVC
- Sistema de programación que controla el alimentador
- Antena de señal



Figura 3. 1 Generalidad de dosificador de alimento de camarón

Fuente: La autora

3.2. Estructura metálica del dosificador

Para la elaboración de un comedero para camarón se deben tomar varios criterios para su construcción tanto en la parte eléctrica como mecánica, ya que hay muchos elementos y materiales que pueden variar sus capacidades y su calidad de almacenamiento. El dosificador para alimento de camarón cuenta con una estructura metálica firme, la cual está elaborada en tubos de acero galvanizado de 1 ½" pulgada de espesor, este material cuenta con una mayor resistencia a la corrosión causada por la salinidad del agua en comparación con el hierro negro, por esta razón lo hace el material idóneo para la elaboración de los alimentadores como el que se puede observar en la en la figura 3.2.



Figura 3. 2. Alimentador autónomo para camarón

Fuente: (Sumacua S.A, 2018)

Otro de los principales materiales con que está elaborado los alimentadores es el PVC, el cual se encuentra en el equipo de flotadores y en la tolva o silo de almacenamiento, las cuales deberán ser impermeable, resistente a la humedad y corrosión ya que el alimento deberá mantenerse seco y libre de humedad para poder así garantizar el correcto funcionamiento del sistema. Un dosificador de alimento para camarón posee de igual manera una parte eléctrica en su sistema, la cual consiste principalmente en un panel solar fotovoltaico, un banco de baterías y un motor DC, mas sus protecciones respectivas logran un sistema autosustentable y amigable con el medio ambiente.

3.2.1. Acero galvanizado para estructura

El acero galvanizado es una aleación metálica conformada por distintas capas de zinc-hierro, la cual llega a tener un 100% de recubrimiento y protección contra la corrosión en las áreas designadas, usando la técnica de sumergido o de bañado de las piezas como se muestra en la figura 3.3. en la que se puede llegar a las áreas que son imposibles de cubrir en su totalidad al usar otra técnica distinta a esta; normalmente utilizan este material para la construcción de las estructuras del alimentador autónomo porque se encuentra en la intemperie y logra tolerar grandes temperaturas solares, humedad y salinidad.



Figura 3. 3. Técnica de bañado del acero
Fuente: (Marie Reynoso, 2015)

La técnica de galvanizado dota al acero de una triple protección contra el medio ambiente funcionando como un aislante o barrera contra los distintos elementos y a su vez dota de una protección catódica, la cual consta en el sacrificio del zinc para evitar del degradado del acero. Por último, las corrosiones de las capas de zinc resultan en una reacción química del elemento provocando una capa o parche a las pequeñas zonas sin laminado. Los materiales galvanizados poseen una alta resistencia a los elementos que provocan la corrosión como el agua salada, esto se debe a que el agua cuenta con iones de Mg y Ca que deja sin efecto la oxidación de los iones de cloruro, por lo contrario, ayuda a la creación de nuevas capas protectoras.

3.3. Elementos de PVC

El material PVC es muy resistente, el cual significa cloruro de polivinilo que no es más que uno de los plásticos más comunes y utilizado en todo el mundo, que cuenta con muchas ventajas entre ellas su alta resistencia y fácil moldeado mediante el uso de un proceso químico. El PVC está conformado por cloro, carbono e hidrógeno y es considerado un material orgánico. La principal característica que hace la PVC uno de los materiales más deseados y fácil de usar es que puede estar en diferentes estados, tanto flexible como mangueras y fundas y tan rígido como una tubería de alta presión como se muestra en la figura 3.4, adicional a esto cuenta con la facilidad de ser un elemento traslucido o un elemento con cualquier pigmentación que se desee dependiendo el uso, el PVC posee una gran propiedad de ser aislante natural.



Figura 3. 4. Distintos usos del PVC
Fuente: (PVEnterprises, 2016)

El PVC tiene propiedades de resistividad para soportar altas temperaturas de fuego, es un elemento altamente aislante, por lo tanto no conduce la electricidad ni calor, además de todas estas ventajas se puede indicar que es un material altamente duradero, lo cual sería una desventaja si no se llega a reciclar ya que podría afectar el medio ambiente, pero a su vez puede ser reciclado en su totalidad lo que hace que sea un material idóneo para muchas funciones tanto al aire libre como enterrado o fundido en hormigón.

3.4. Elementos eléctricos

Es un sistema autónomo para la dosificación de alimento de camarón conlleva un gran número de elementos eléctricos desde los puntos de vista de generación de energía renovable mediante el uso de paneles fotovoltaicos y la automatización del sistema que cuenta con protecciones eléctricas, bancos de baterías, inversores y protecciones eléctricas.

3.4.1. Paneles fotovoltaicos

Un panel fotovoltaico es un equipo destinado para el aprovechamiento de la energía solar, transformado la energía emitida por el sol en energía eléctrica directa (AC). Tanto para el uso industrial como doméstico o comercial. Los fotovoltaicos están formados por un conjunto de celdas fotovoltaicas interconectadas entre ellas. Las células fotovoltaicas que

componen un panel fotovoltaico se encuentran encajadas y protegidas. El panel fotovoltaico es el encargado de transformar de una manera directa la energía de la radiación solar en electricidad, en forma de corriente.

En el colector o captador solar hay un líquido que absorbe la radiación solar en forma de calor, este líquido pasa posteriormente a un compartimento de almacenado de calor. Los paneles constan de una placa receptora y unos conductos por los que circula dicho líquido. El líquido caliente se hace pasar a un intercambiador de calor, donde cede su calor calentando el agua de posterior uso doméstico. Cuando sale del intercambiador de calor el líquido está frío y se recircula de nuevo al colector solar. (Autosolar, 2015). A continuación, en la figura 3.5. se puede observar un ejemplo de sistema eléctrico para paneles solares, que se implementará en el proyecto actual del diseño de alimentador autónomo para camaronera.

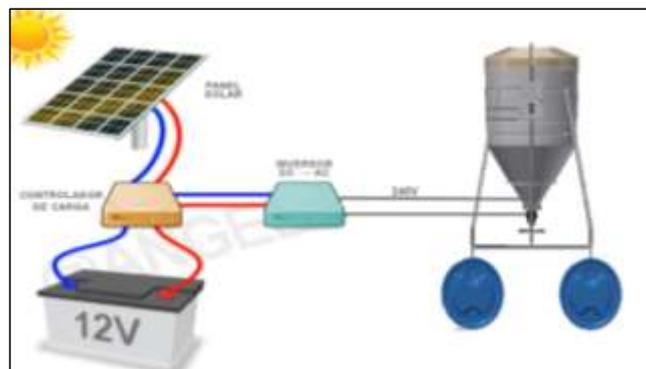


Figura 3.5. Sistema eléctrico para paneles solares
Fuente: (Autosolar, 2017)

3.4.2. Inversores DC/AC

Un inversor es un equipo electrónico que cuenta con la cualidad de transformar la corriente continua en corriente alterna con un voltaje y una frecuencia específica dependiendo de los requerimientos, estos equipos son requeridos en lugares en los que hay la necesidad de corriente AC y solo se cuenta con energía DC como bancos de baterías. Son usados de igual manera en sistemas fotovoltaicos autónomos, sistemas domésticos en lugares aislados de las ciudades principales o alejados de las redes de

distribución eléctrica, estos equipos cuentan con un gran número de ventajas tales como controlar la variación de la velocidad de los motores y conmutadores.

Está conformado por una bobina y un imán que al girar creará una corriente inductiva que pasa por el bobinado, esta corriente cuenta con una carga opuesta al polo del imán que se esté acercando a la bobina en ese instante. Mediante este sistema se logra la transformación de corrientes de DC a AC. A continuación como se puede observa en la figura 3.6. el correcto funcionamiento de un inversor.

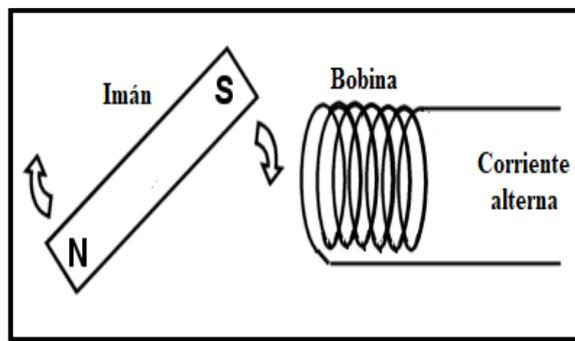


Figura 3.6. Funcionamiento de un inversor
Fuente: (MPPSolar S.A, 2017)

3.4.3. Descripción de los motores

Los motores eléctricos son propulsores que no necesitan de una combustión interna para proporcionar la energía, sino que ésta viene a través de la fuerza que producen el estator y el rotor. Estos sistemas pueden funcionar, tanto a través de baterías, como conectados a una red eléctrica. Dentro de los motores eléctricos podemos encontrar una clasificación principal que los distingue en tres tipologías (Teroson, 2017) :

- Motores universales: Pueden funcionar con corriente continua o con corriente alterna, y son ampliamente utilizados tanto a nivel profesional o industrial, como a nivel doméstico para dotar de potencia a diversos electrodomésticos cotidianos.
- Motores de corriente continua: Tienen un diseño bastante complicado y permiten modificar la velocidad simplemente ajustando la tensión.

- Motores de corriente alterna: Están diseñados para funcionar a velocidades fijas. Son sencillos, baratos y muy usados tanto a nivel industrial como doméstico.

Los motores están constituidos rotor, estator, bobinas rodamientos, eje y una caja porta borneras principalmente como se puede observar en la figura 3.7, la cual muestra un despiece de las partes principales de un motor.

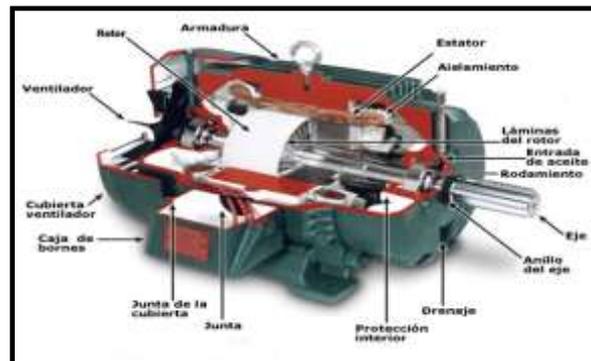


Figura 3.7. Rotulación de partes de motor

Fuente: (Pinterest, 2018)

3.4.4. Morningstar

El morningstar tristar es un elemento eléctrico de control como se puede observar en la figura 3.8, el cual cumple tres funciones principales, la carga solar de una batería, a su vez funciona como un elemento regulador de carga entre los 45 a 60 amperios y también funciona como regulador de voltaje que trabaja entre los 12 a 48 voltios.



Figura 3.8. Equipo Morningstar

Fuente: (Morningstar, 2017)

Entre sus principales características encontramos:

- Mayor Confiabilidad
- Totalmente ajustable
- Protecciones electrónicas extensas
- Control de iluminación programable
- Simple interfaz mecánica
- Mejor carga de la batería

3.4.5. Baterías de ciclo profundo

Un sistema de baterías de ciclo profundo permite usar el 90% de su carga, suelen ser usadas para pequeñas cargas en comparación con su amperaje por ejemplo se toma una batería de 100 amperios para extraer 3 amperios por un tiempo estimado de 15 horas a diferencia de las de ciclo corto que se extrae 500 amperios en 3 segundos de una batería de 65 amperios, a continuación, en la imagen 3.9 se puede observar una batería de ciclo profundo.



Figura 3. 9. Batería de ciclo profundo

Fuente: (D-solar energía, 2017)

Las baterías son eléctricas y químicas, cambiando el ácido sulfúrico y el plomo en agua y sulfato de plomo, ellas crean electricidad; cuando la electricidad es forzada nuevamente dentro de las baterías, se invierte la reacción química y la electricidad se guarda químicamente. Esto es todo lo que usted realmente necesita saber: las baterías facilitan una reacción química reversible que permita la acumulación o la distribución de la energía eléctrica (Cavasassi, 2017).

3.4.6. Protecciones eléctricas

Para la elaboración de un alimentador autónomo se requiere el desarrollo técnico en tres áreas indispensables, entre las cuales encontramos la parte estructural que requiere conocimientos mecánicos, la programación de los equipos que garantiza el correcto funcionamiento del sistema automático y la área eléctrica que se divide en circuitos de fuerza y control para las protecciones de los diferentes elementos se cuenta con las siguientes protecciones.

- Relé

Un relé es un elemento electromagnético que cumple con una sola función en específico, la cual es energizar y des energizar un sistema o elemento eléctrico mediante el uso de una señal eléctrica, la cual requiere de una baja intensidad en comparación al equipo o receptor que se desea desactivar o poner en marcha. Entre las principales partes o elementos de un relé electromagnético encontramos el núcleo, la bobina, los contactos fijos, el aislante entre otros elementos como se puede observar en la figura 3.10. que se encuentra a continuación.

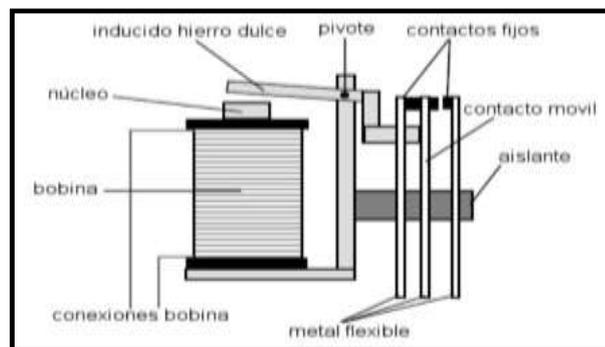


Figura 3. 10. Partes de un relé electromagnético
Fuente: (Infootec.net, 2017)

- Breaker

El interruptor termo magnético es un dispositivo que corta la corriente eléctrica de un circuito automáticamente. Actúa cuando la corriente sobrepasa el valor nominal establecido en las especificaciones técnicas del

dispositivo. Su finalidad es proteger y dar seguridad a la instalación eléctrica ante la presencia de alguna falla. (Grupo Navarro, 2018). A continuación, en la figura 3.11 se puede visualizar la composición interna de un breaker magneto térmico.

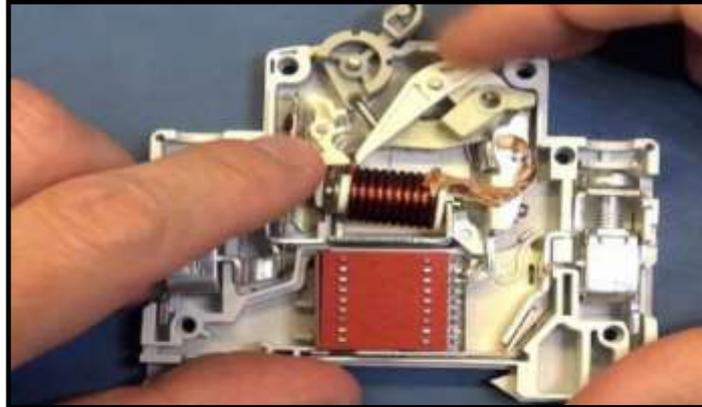


Figura 3. 11. Composición de breaker magneto térmico
Fuente: (Grupo Navarro, 2018)

Estos interruptores automáticos tienen una ventaja respecto a los fusibles: no es necesario cambiarlos cada vez que actúan. Aunque tienen un aspecto bastante parecido a los interruptores diferenciales; no debemos confundirlos el uno con el otro. Ambos cumplen funciones de protección. El termo magnético para las instalaciones eléctricas y el diferencial para las personas. (Grupo Navarro, 2018).

De acuerdo a los análisis realizados se a determinado un conjunto de elementos los cuales son indispensable para el correcto funcionamiento del sistema y su seguridad entre estos elementos encontramos; un relé de 12VDC, un porta fusible de 500V-32Amp y en la segunda zona se encuentra, relé 230VAC. La energía producida de 48V por los paneles solares pasa al regulador de carga de 12V, la cual está conectada a las baterías y mediante el inversor transforma el voltaje de 220V y en corriente alterna.

CAPÍTULO 4

PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO DEL DOSIFICADOR

4.1. Controlador lógico programable PLC S7-1200

El controlador lógico programable S7-1200 es un dispositivo perteneciente a la familia Simatic S7 de la empresa alemana SIEMENS, es un equipo diseñado para el control industrial de procesos de gama media y alta, su flexibilidad y diseño compacto pero robusto lo hace ideal para una gran variedad de aplicaciones. (Sarmiento, 2016). A continuación, en la figura 4.1. se muestran las partes de un Controlador Lógico Programable utilizado comúnmente en la industria para realizar tareas de automatización, es de fácil instalación al funcionar a 120V y tiene las suficientes entradas y salidas para adquirir datos y posteriormente manejarlos para realizar acciones.

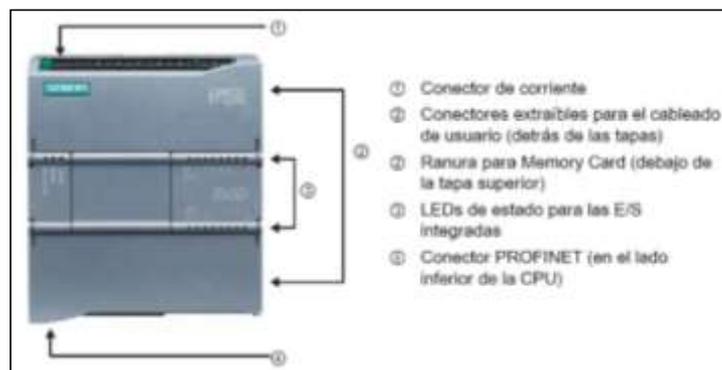


Figura 4. 1. Partes de controlador lógico programable
Fuente: (Siemens, 2016)

En la tabla 4.1. se muestran las características técnicas de las dimensiones físicas, memoria de trabajo, memoria de carga, memoria remanente y las entradas y salidas de las 3 diferentes versiones del PLC S7-1200, el CPU 1211C, 1212C y 1214C, todos diseñados para funciones específicas según los requerimientos del proceso y del lugar de la implementación, para seleccionar el ideal, se necesita hacer un reconocimiento del proceso que se desea automatizar y luego hacer el dimensionamiento con la tabla de características.

Tabla 4. 1. Características técnicas del CPU con sus versiones

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE VERSIONES DE CPU			
FUNCIÓN	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C
Dimensiones físicas (mm)	90x100x755	90x100x755	100x100x75
MEMORIA DE USUARIO			
Memoria de trabajo	25 KB	25 KB	50 KB
Memoria de carga	1 MB	1 MB	2 MB
Memoria remanente	2 KB	2 KB	2 KB
ENTRADAS Y SALIDAS INTEGRADAS LOCALES			
E/S Digitales	6 Entradas/ 4 Salidas	8 Entradas/ 6 Salidas	14 Entradas/ 10 Salidas
E. Análogas	2 Entradas	2 Entradas	2 Entradas
Profinet	1 Puerto de comunicación Ethernet		

Fuente: (Siemens, 2016)

Estas versiones son utilizadas dependiendo que trabajo se realice, su única diferencia es la cantidad de memoria de cada CPU, la rapidez, entradas y salidas. En el caso de un cambio luego del dimensionamiento del CPU existen módulos que expanden las características del PLC seleccionado, aumentando el número de entradas, salidas y memoria, con la facilidad de no cambiar la programación del proceso.

Actualmente en el mundo industrial quieren obtener una mayor eficiencia, calidad y productividad de sus productos, y cada vez ir mejorando y creciendo en todos los ámbitos, es por eso que han ido dejando atrás trabajos de mayor riesgo que tenían que realizar los trabajadores y ha desarrollado proyectos de automatizar sus equipos que antes trabajan de forma manual y gracias a la automatización logran incrementar su productividad y protegen la integridad de los colaboradores en ciertas áreas o tareas con alto riesgo y mejora totalmente su producción. (Ávila & Rodríguez, 2012)

- Usos del PLC

El campo de trabajo de un PLC es muy amplio debido a su fabricación e importantes características de diseño, se los puede utilizar en múltiples aplicaciones en el campo industrial a su vez la evolución es acelerada ya que día a día su hardware y software logran evolucionar y mejorar obteniendo

mayores ventajas y hace posible obtener mayores ventajas como velocidad, seguridad precisión. Es de gran utilidad en líneas de procesos industriales en donde es necesario realizar procesos de maniobra, control, o señalización. Abarca desde procesos industriales de cualquier tipo, transformaciones industriales, hasta control de instalaciones entre muchas otras tareas. (Ávila & Rodríguez, 2012). Entre sus principales ventajas encontramos: su reducidas dimensiones, la cual facilita su instalación de instalación, la posibilidad de almacenar distintos programas para luego ser usados con rapidez y la modificación de estos sin alterar el hardware los hacen de suma importancia en procesos que requieran necesidades como: (Ávila & Rodríguez, 2012)

- Se pueden instalar en espacio limitados o reducidos
- Procesos de producción que presenten constantes cambios
- Chequeo de programación de las partes del proceso
- Instalaciones de procesos complejos y amplios
- Procesos secuenciales
- Maquinaria de procesos variables

Las necesidades observadas en la parte superior son muy importantes tanto en el mundo industrial, como en las empresas pequeñas que quieran automatizar sus trabajos implementando el PLC, ya que se pueden instalar en espacios muy reducidos y también en el mismo controlador lógico programable pueden trabajar varias máquinas dependiendo la capacidad y esto beneficia en la disminución de costos y ahorros primordiales como tiempo, proceso y calidad del trabajo.

Existen varias ventajas al momento de utilizar el PLC S7-1200, las cuales son: ahorro económico al momento de darle mantenimiento, se puede manejar varias máquinas con el mismo PLC, menor tiempo en la colocación de funcionamiento del proceso, ocupan espacios reducidos para su instalación, entre otras. En la siguiente tabla 4.2. se compara las ventajas de los sistemas de cableado y los sistemas de automatización utilizando sistemas programables, por ejemplo, al momento de automatizar los equipos se obtendrá flexibilidad de adaptación al momento de realizar los procesos .

Tabla 4. 2.Comparación de sistema de cableado y autómatas programables

CARACTERÍSTICAS	SISTEMA CABLEADO	AUTÓMATA PROGRAMABLE
Flexibilidad de adaptación al proceso	Baja	Alta
Posibilidad de ampliación	Baja	Alta
Interconexión y cableado exterior	Mucho	Poco
Hardware estándar para diferentes tareas	No	Si
Tiempo de desarrollo del proyecto	Largo	Corto
Posibilidades de modificación	Difícil	Fácil
Herramienta para prueba	No	Si
Mantenimiento	Difícil	Fácil
Stock de mantenimiento	Medios	Bajos
Estructuración en bloques independientes	Difícil	Fácil
Coste para pequeñas series	Alto	Bajo
Modificación sin parar el proceso	No	Si

Fuente: (UniMinuto, 2015)

4.2. Sistema operativo (OS) de PLC

Es un sistema operativo que comprende un programa o conjunto de programas; que, para ser requerido para un determinado proceso de gestión a los diferentes recursos hardware y provee servicios a los programas aplicativos. En el caso de los PLCs, encontramos varias funciones principales en su sistema operativo (OS) como muestra en la tabla 4.3, en la cual se observa las diferentes funciones de los PLC desde el punto de vista de su sistema operativo.

Tabla 4. 3.Principales funciones del sistema operativo de un PLC

PRINCIPALES FUNCIONES DEL SISTEMA OPERATIVO DE PLC
1.Inicialización de los PLC.
2. Escaneo (lectura) de las entradas digitales y actualización de las tablas PII.
3.Escaneo de las entradas y salidas analógicas.
4.Ejecución del programa del usuario.
5.Mantenimiento de los temporizadores, contadores, etc.
6.Actualización de las salidas de control por medio de las tablas PIO
7.Mantenimiento de los programas en caso de que se encienda
8.Auto-diagnóstico del sistema
9. Comunicación en el entorno de red
10.Gestión de las tareas cuando los PLCs se controlan por multitareas del OS.

Fuente: (DIEEC, 2016)

Al momento de diseñar un programa es una larga secuencia de instrucciones que finalizan el proceso con una orden, y de esta manera logran obtener el control al monitor del sistema operativo o el control al operador. En el trayecto del desarrollo del programa se producen ciertos eventos y se los puede ejecutar de manera síncrona o asíncrona, si todas las instrucciones se desarrollan de forma secuencial en el CPU, todo los procesos regresan al punto inicial de una manera correcta, para realizar nuevamente todo el proceso. (Departamento de ingeniería eléctrica, electrónica y de control, 2016)

Los PLC tienen un ciclo operativo que se encuentra compuesto en dos fases: una fase de usuario y otra fase de salida-entrada, se encuentra conectada con el proceso de los datos. El tiempo de permanencia de las dos fases depende de cuantas salidas/entradas, también dependiendo de la extensión del programa y de la rapidez de operación del PLC. Conjuntamente, se concreta por la representación en la que direcciona las salidas y entradas, A continuación, en la figura 4.2. se puede observar cómo es un ciclo típico de un PLC (Departamento de ingeniería eléctrica, electrónica y de control, 2016).

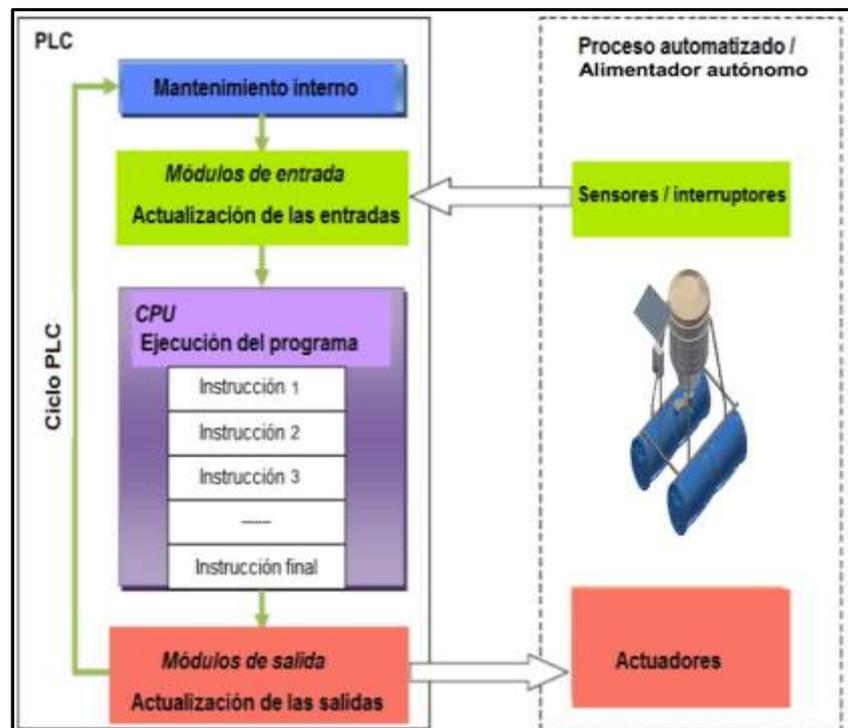


Figura 4. 2. Ciclo de escaneo típico de PLC

Fuente: (DIEEC, 2016)

Existen intervalos de tiempos como se puede observar en la tabla 4.4. al momento de realizarse cada ciclo de la programación, en cada ejecución de un ciclo pueden enfatizar algunos intervalos dependiendo que trabajo se vaya a realizar y dependiendo a que industria se vayan a centrar, porque programa se lo realiza dependiendo las necesidades.

Tabla 4. 4.Intervalos de tiempo de programación

INTERVALOS DE TIEMPO	
NOMBRE	SIGNIFICADO
Tscan	Tiempo de escaneo del programa
Tcycle	Tiempo total de ciclo
Tresponse	Tiempo de respuesta, entre el cambio de una señal de entrada y el de la salida.

Fuente: (DIEEC, 2016)

4.3. Lenguajes de programación

Al crear un proceso se necesita especificar paso a paso las condiciones en las cuales se iniciará, desde cuál entrada se adquirirá información y a qué salidas estará conectado el accionador de salida. Para crear los procesos automáticos en los controladores lógicos programables se usan diferentes tipos de lenguajes de programación enlistados a continuación:

- Diagrama de Funciones Secuenciales (SFC)
- Diagrama de Bloques de Funciones (FBD)
- Diagramas de Tipo Escalera o lenguaje de contactos (LAD)
- Texto Estructurado (ST)
- Lista de instrucciones o Lenguaje booleano (IL o STL)

Siendo los 4 primeros los más comunes en los entornos de programación de Siemens como TIA Portal, éste entorno es el más recomendado por la marca fabricante de los controladores y por lo tanto el más seguro al recibir soporte.

4.3.1. Diagrama de funciones secuenciales (SFC)

Este lenguaje permite programar elementos al usuario como los bloques de funciones del PLC y de esta manera se pueden interconectar al igual que un circuito eléctrico. Habitualmente los bloques de funciones

secuenciales logran representarlos mediante símbolos lógicos. Al momento de representar las salidas lógicas no demandan añadir una bobina de salida, porque se puede representar la salida por una variable determinada del bloque (Ávila & Rodríguez, 2012). A continuación, en la figura 4.3 se puede observar un ejemplo del diagrama de funciones lógicas con las entradas y salidas respectivas para su representación.

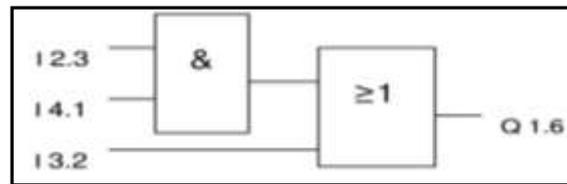


Figura 4. 3. Diagrama de funciones lógicas
Fuente: (Ávila & Rodríguez, 2012)

A continuación, se muestra la tabla 4.5. de acciones en el lenguaje de programación de funciones secuenciales, los comandos y la acción que realiza en el PLC, esta tabla es muy útil porque además de las compuertas lógicas que se usa en este lenguaje, dichas acciones son necesarias para partes muy específicas del proceso.

Tabla 4. 5. Lenguaje de funciones secuenciales

LENGUAJE DE FUNCIONES SECUENCIALES		
SIMBOLOGÍA	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
N	Non-stored	La acción permanece activa mientras el peso esté activo
R	Overriding Reset	La acción se desactiva
S	Set (stored)	La acción se activa y permanece así hasta un reset
L	Time Limited	La acción se activa durante un determinado tiempo
D	Time Delayed	La acción se activa al cabo de un determinado tiempo si el paso sigue estando activo
P	Pulse	La acción se ejecuta exactamente una vez cuando se activa el paso
SD	Stored and time Delayed	La acción se activa al cabo de un determinado tiempo y permanece activa hasta un reset
DS	Delayed and Stored	La acción se activa al cabo de un determinado tiempo si el paso sigue estando activo y permanece activa hasta un reset

Fuente: (DIEEC, 2017)

4.2.2. Diagrama de bloques de funciones (FDB)

En este lenguaje de programación para el PLC es de tipo gráfico y accede al usuario programar de una manera mas rápida y eficaz tanto para la lógica booleana como para las expresiones. El lenguaje FBD proviene de un proceso de la señal de campo y su manejo es ventajoso cuando no hay ciclos, pero constan, múltiples ramas en el programa al momento de crearlo. Es un programa de mayor nivel que permite simplificar básicas funciones en los bloques de programación de modo que el usuario solo debe preocuparse por realizar una programación de funcional de rutina, como se muestra en la figura 4.4 (Departamento de ingeniería eléctrica, electrónica y de control, 2016)

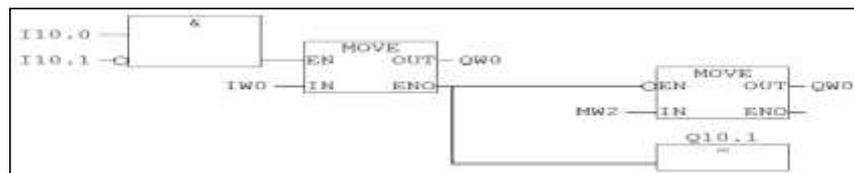


Figura 4.4. Ejemplo de lenguaje diagrama de funciones de bloques
Fuente: (DIEEC, 2016)

De esta manera, este lenguaje de programación es muy sencillo para su utilización y no es necesario que los usuarios tengan muchos conocimientos de programación, ya que una de sus ventajas es que su complejidad es muy baja y fácil de aprenderlo. En la actualidad este lenguaje es muy conocido y común en el desarrollo de las aplicaciones o datos entre los componentes de control. Los bloques funcionales y las funciones apuntan como circuitos integrados (Departamento de ingeniería eléctrica, electrónica y de control, 2016).

4.3.3. Diagrama tipo escalera (LAD)

Este lenguaje LAD también se lo conoce como lenguaje de escalera, se encuentra representado de una manera gráfica y es muy conocido dentro de los Controladores Lógicos Programables (PLC), por el motivo en que se encuentra enlazado en los esquemas eléctricos de control, de esta manera,

con conocimiento básicos que posean de electricidad y programación es muy fácil de poder adaptarse al programa en este tipo de lenguaje tal como se logra observar en la figura 4.5. (Ávila & Rodríguez, 2012)

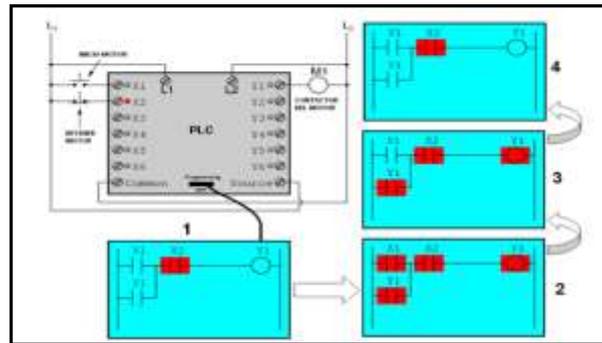


Figura 4. 5. Diagrama tipo escalera
Fuente: (DIEEC, 2015)

Según como se ve en la figura se logra apreciar el encendido y apagado de un motor mediante el diagrama de tipo escalera, pudiendo observar que es un lenguaje muy direccionado a los técnicos eléctricos. Poseen varias características principales que se encuentra los elementos de enlace, el uso de las barras de alimentación y los estados (ej. flujo de energía); la eventualidad de utilizar bloques funcionales, contactos y bobinas. Este es uno de los lenguajes más aplicados en el mundo industrial debido a su sencillez. Su simbología más conocidos se puede observar en la tabla 4.6. (Departamento de ingeniería eléctrica, electrónica y de control, 2016)

Tabla 4. 6. Simbología de diagrama tipo escalera

SÍMBOLO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	Contacto NA	Se activa cuando hay un 1 lógico, el elemento representa una entrada para captar información del proceso a controlar.
	Contacto NC	Se activa cuando hay un 0 lógico, también es un elemento de entrada pero en este caso negada.
	Bobina NA	Se activa cuando la combinación que hay a su entrada (izquierda) da un 1 lógico. Representa elementos de salida.
	Bobina NC	Se activa cuando la combinación que hay a su entrada (izquierda) da un 0 lógico es complemento de la bobina NA.
	Bobina set	Sirve para memorizar bits y usada junto con la bina RESET dan una enorme potencia en la programación.
	Bobina reset	Permite desactivar una bobina set previamente activada.

Fuente: (UniMinuto, 2018)

4.3.4. Texto estructurado (ST)

Este cuarto tipo de lenguaje, ST, está basado, en cambio, en los lenguajes de tipo texto de alto nivel y es muy similar a los ya conocidos PASCAL, BASIC y C. Aunque todavía no es muy popular se le considera como un lenguaje nuevo ya que requiere conocimiento previo de programación (Departamento de ingeniería eléctrica, electrónica y de control, 2016). En la figura 4.6. podemos ver un ejemplo la asignación de entradas, salidas y una condición para encender una salida Q4.0. Este es un tipo de programación parecida a la de los microcontroladores como Arduino o PIC.

```
Q 4.0 := I 0.0 AND I 1.1 OR NOT I 0.1
IF Q 4.0 == 1 THEN GOTO M001
ELSE Q 1.0 = NOT Q 4.0;
END_IF;
M001 MW 2= 1+MW 2;
```

*Figura 4. 6.Extracto de programa tipo estructurado
Fuente: (DIEEC, 2016)*

Las principales ventajas de este lenguaje respecto al basado en el listado de instrucciones o IL es que incluye la formulación de las tareas del programa, una clara construcción de los programas en bloques con reglas (instrucciones) y una potente construcción para el control. (Departamento de ingeniería eléctrica, electrónica y de control, 2016)

4.3.5. Lista de instrucciones

Este lenguaje está compuesto por instrucciones que son transcripción literal de las funciones del algebra booleana, utilizada en muchas áreas de la ingeniería como en circuitos digitales, o sistemas embebidos (Ávila & Rodríguez, 2012) las funciones como muestra la siguiente tabla 4.7, se observa las descripciones que son utilizadas en la lista de programación, es muy importante saber de cada una de ellas para poder realizar cualquier trabajo de automatización:

Tabla 4. 7. Funciones de instrucciones de programación

FUNCIONES DE INSTRUCCIONES DE LISTA DE PROGRAMACIÓN	
SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
OR	Función de suma lógica
AND	Función de producto lógico
LOD	Leer variable inicial
OUT	Enviar resultado a salida
OR LOD	Coloca bloque en paralelo
AND LOD	Coloca bloque en serie
TIM	Definir un temporizador
CNT	Definir un contador
SET	Activar una variable binaria
RST	Desactivar una variable binaria

Fuente: (DIEEC, 2016)

En la figura 4.7. exponemos la comparación de un mismo proceso, el encendido y apagado de un motor (Q0.1), en la parte superior se puede observar la programación en diagrama de funciones del proceso y en la parte inferior la programación en lista de instrucciones. Se puede percibir en la comparación de los dos lenguajes de programación que se utiliza menos recursos al usar la lista de instrucciones, pero es más sencillo usar el diagrama de funciones por su vista gráfica.

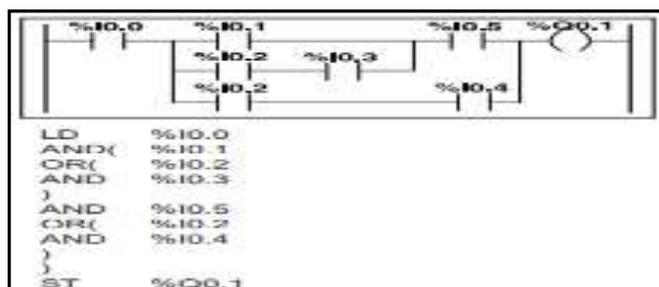


Figura 4. 7. Encendido y apagado de un motor
Fuente: (DIEEC, 2016)

4.4. HMI KTP-600 Basic

Puesto que la visualización se está convirtiendo cada vez más en un componente estándar de la mayoría de las máquinas, los SIMATIC HMI Basic Panels ofrecen dispositivos con pantalla táctil para tareas básicas de control y supervisión. (De la Cruz, 2013). En la figura 4.8. se observa el HMI KTP-600 graficando un proceso automático de mezcla de tanques, en dicho proceso

tiene que estar sincronizado un PLC que se conecte a los accionadores de la planta donde se implementará.



Figura 4. 8.HMI KTP-600 Basic

Fuente: (Instituto aeronáutico, 2017)

4.4.1. Comunicación entre dispositivos HMI y el PLC

La programación de controladores industriales tipo Programmable Logic Controller (PLC) y su interacción con las redes de comunicación digital que los conectan a los componentes de un proceso o máquina, y a los sistemas de operación HMI y gestión de la producción. Actualmente, el 100 % de las industrias en el mundo (eléctrica, manufactura y procesos petroquímicos).

- El puerto PROFINET de la CPU debe configurarse para poder establecer una conexión con el HMI.
- El HMI se debe instalar y configurar.
- La información de configuración del HMI forma parte del proyecto de la CPU y se puede configurar y cargar desde el proyecto.
- Para la comunicación entre dos interlocutores no se requiere un switch Ethernet. Un switch Ethernet se requiere sólo si la red comprende más de dos dispositivos.

En la figura 4.9. se muestra todo el proceso de funcionamiento de un diagrama de conexión de un HMI donde se monitorizará el proceso, un PLC que controlará los accionadores y una computadora dónde se programará el controlador.



Figura 4. 9. Diagrama de conexión de HMI

Fuente: (Instituto aeronáutico, 2017)

4.5. Metodología para la programación del dosificador

De acuerdo con el análisis realizado para la programación del dosificador autónomo para poder realizar la simulación y la programación del proyecto se utiliza un PLC S7-1200 por su eficiencia y fácil instalación al funcionar a 120V y tiene las suficientes entradas y salidas para adquirir datos.

- También es necesario utilizar un CPU 1212C que se encuentra diseñado para funciones específicas según los requerimientos necesarios del proceso y del lugar de implementación, cuenta con una dimensión física de 90x100x755 mm, con memoria de trabajo de 25 KB, memoria de carga 1 MB, memoria remanente 2 KB, con 6 entradas/4salidas digitales, 2 entradas analógicas y un puerto de comunicación ethernet .
- La simulación del alimentador consiste en dos partes, trabajará de forma manual, como de forma automática dependiendo las condiciones en que se encuentre, normalmente el alimentador estará trabajando todo el día con los tiempos programados y necesarios para su alimentación, ya que poseen sensores de temperatura y sensor hidrófono que consiste en registrar y monitorear los niveles de ruido del camarón y de esta manera manda las señales para que automáticamente trabaje lanzando balanceado.

PARTE II APORTACIONES

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA EL EQUIPAMIENTO

5.1. Introducción

Todo tipo de proyecto sin importar el área técnica al que este pertenezca, se requiere el análisis sobre la situación actual en la que se encuentra el lugar donde este se vaya realizar, por esta razón se desarrolló una investigación sobre las técnicas de cultivos extensivos de camarón, para así determinar las exigencias que requiere en el sistema autónomo de alimentación en la camaronera Rosimar ubicada en el cantón Huaquillas, provincia de “El Oro”, cuenta aproximadamente con 22 hectáreas de cultivo de camarón.

5.2. Ubicación y emplazamiento

El siguiente proyecto de diseño de un sistema remoto de monitoreo autónomo de alimentación para camarones se lleva a cabo en el cantón de Huaquillas, Provincia de “El Oro”, específicamente en la isla Los Callejones, la misma que se encuentra en el kilómetro 15 vía al cantón Arenillas como se muestra en la figura 5.1 la vista aérea de la camaronera Rosimar.



Figura 5.1. Ubicación camaronera Rosimar
Fuente: La autora

En la actualidad la camaronera Rosimar no cuenta con energía eléctrica mediante abastecimiento de la red pública, por motivo de que se encuentra en una isla alejada del perfil costanero y por esta razón se procede a la implementación de alimentadores mediante el uso de energía fotovoltaica; en la siguiente figura 5.2. se puede observar a la piscina principal productora de camarón.



Figura 5. 2. Piscina extensiva de camaronera Rosimar
Fuente: La autora

En la actualidad el método de crianza y cultivo del camarón que se emplea es de manera empírica y artesanal, como se puede observar en la figura 5.3. la piscina principal de la camaronera, el pre-criadero y el punto de bodega de alimentos donde tienen acumulado todo el suministro necesario para todo el proceso de pesca.



Figura 5. 3. Bodega de alimentos para camaronera Rosimar
Fuente: La autora

Se observa desde otro punto en la figura 5.4. la bodega de alimentos del camarón y las pequeñas lanchas estacionadas hasta el momento de que los trabajadores la utilicen para alimentar a los camarones, y de igual manera se puede observar las estacas con los comederos que se encuentran en la parte superior, esta es la manera artesanal en la que se alimentan a los camarones.



Figura 5. 4. Punto de alimentación de camaronera
Fuente: La autora

Este tipo de alimentación es la que se desea sustituir por los comederos autónomos, los cuales darán un mayor rendimiento en el aprovechamiento del balanceado, ya que alimentará un mayor número de veces al día en menores cantidades y de esta manera el camarón aprovechará en un gran porcentaje los nutrientes del alimento, disminuyendo los desperdicios que se sedimentan en el fondo de la piscina, los cuales generan gases tóxicos al momento de su descomposición. Estos beneficios contribuirán a un acelerado crecimiento del camarón y tendrá un mayor desarrollo en mejor tiempo.

5.3. Preparaciones previas a la siembra

Al preparar un estanque para la cría de camarón se debe tomar varios criterios en cuenta, tanto para las piscinas de engorde como para los pre-criaderos entre los criterios encontramos.

- Se debe poner a secar el fondo de la piscina al sol a su vez de debe remover o reubicar el exceso de material orgánico en el fondo de la piscina para su nivelación como lo muestra la figura 5.5.
- Tomar parámetro de acidez del suelo para así poder determinar la cantidad de cal que llega a requerir el suelo.
- Fertilizar los tanques con fertilizantes orgánicos entre 7 y 10 días antes a la siembra y una vez sembrados fertilizar cada 3 semanas.
- Se requiere una columna de agua entre 0.6 a 1.5 metros de altura.



Figura 5.5. Ejemplos de arado y secado de piscina
Fuente: (Centro de Recursos y Acuicultura, 2015)

5.4. Tipos de estanques

La camaronera Rosimar cuenta con tres piscinas o estanques, entre las cuales encontramos un pre-criadero de un área aproximada de 0,8 hectáreas y otro de 0,6 hectáreas a su vez la piscina principal de aproximadamente 21 hectáreas, la cual es destinada como piscina de engorde.

5.4.1. Pre-criaderos

En este tipo de estanques la densidad que se coloca varía dependiendo la larva que se vaya a sembrar, con una aprox de 1.4 millones de larva en cada uno de los pre-criaderos y una estadía aproximada de entre 15 a 20 días con un peso de entre 1 y 3 gr. Con estas características el

camarón está listo para pasar a la piscina principal o piscina de engorde. En los pre-criaderos los especímenes cumplen dos ciclos diferentes de alimentación, los cuales van desde el momento que llega la larva hasta el momento que llega a pesar de 1 a 2 gr por espécimen después de este ciclo se les cambia de alimentación hasta que lleguen a un peso aprox de 5 a 6 gr por camarón como se muestra en la tabla 5.1, la cual detalla los diferentes tipos de alimentos según la talla en que se encuentra camarón.

Tabla 5. 1. Alimentación de producción del camarón

ALIMENTACIÓN DEL PRODUCCIÓN DEL CAMARÓN			
PESO DE LARVA	TIPO DE ALIMENTO	% DE PROTEÍNA	MARCA
Hasta los 2 gr por espécimen	KR 1/2	35%	NICOVITA
Entre 2 y 6 gr por espécimen	KR 2	35%	NICOVITA
Entre 6 y 9 gr por espécimen	KR 3	35%	NICOVITA
> a 9 gr hasta la cosecha	KR 4	28%	NICOVITA

Fuente: (NICOVITA S.A, 2017)

5.4.2. Criaderos o estanques de engorde

La piscina de engorde de la camaronera Rosimar cuenta con un aproximado de 21 hectáreas en piscinas de engorde los especímenes son criados hasta obtener la talla deseada para su comercialización dependiendo de las características que exija el mercado al que esté destinado esto varia entres los 14g hasta los 28g como se muestra en la tabla 5.2 a continuación.

Tabla 5. 2. Talla del camarón

Nombres del camarón	Talla de camarón	# de camarones por libra
Colosal	U/8	3
Colosal/Gigante	U/10	5
Gigante	U/12	9
Extra Jumbo	U/15	14
Jumbo	16/20	18
Extra Grande	21/25	23
Grande	26/30	28
Mediano/Grande	31/35	33
Mediano	36/40	38
Mediano/Chico	41/50	45
Chico	51/60	55
Chico/Extra chico	61/70	65
Extra chico	71/90	81
Extra chico	91/110	101

Fuente: (NICOVITA S.A, 2017)

En los estanques se realizan varios trabajos de monitoreo a lo largo de las corridas, entre estos encontramos la aireación, fertilización, medición del CO₂ y la alimentación del camarón, las piscinas cuentan con una densidad aproximada de 20 ejemplares por metro cuadrado para lograr un mayor porcentaje de sobrevivencia al pasar los camarones a esta piscina, ellos entran con un peso promedio de 5 a 6 gramos. A los 90 días de la siembra se realiza una operación de ralea o de aflojamiento la cual consiste en pescar un aproximado de 100 a 120 quintales de camarón los cuales se encuentran entre los 15 a 18 gramos esto para darle un mayor espacio a los ejemplares restante para su desarrollo físico.

La pesca definitiva se realiza a los 120 días de la siembra cuando el camarón llega a un peso aproximado de entre 25 a 26 gramos en este momento se cosecha un total de 500 quintales, la tabla 5.3. muestra el cronograma que se realiza en cada una de las piscinas de engorde.

Tabla 5. 3.Cronograma de la piscina de engorde

CRONOGRAMA DE LA PISCINA DE ENGORDE			
DÍAS	ACTIVIDADES	GRAMOS DEL CAMARÓN	QUINTALES
1 Día	Entra el camarón a la piscina de engorde	5 a 6 Gramos	Toda la siembra
90 Días	14-17 Gramos	14-16 Gramos	100 a 120
120 Días	Pesca final	> 20 Gramos	750

Fuente: La autora

5.5. Cálculos de supervivencia del camarón

Para la determinación de la supervivencia de las larvas en los pre-criaderos y del camarón en las piscinas de engorde se debe realizar pruebas continuas tomando muestras en diferentes lugares de las piscinas y en diferentes periodos de tiempos.

5.5.1. Cálculos de supervivencia en pre-criaderos

En los primeros días de siembra la mortalidad de los camarones es mayor ya que son criaturas muy delicadas y por ende susceptibles a cualquier cambio, a menudo pasa el tiempo esta tasa de mortalidad va disminuyendo

ya que los camarones logran pasar su etapa crítica. Para determinar esta supervivencia, se debe realizar los siguientes cálculos.

$$\begin{aligned} \text{NC(d)} &= \text{Número de camarones al día} \\ \text{NC(O)} &= \text{Número de camarones el día de siembra} \\ \text{Exp} &= \text{Exponencial} \\ \text{LN} &= \text{Logaritmo natural} \\ \text{SVM1} &= \text{Supervivencia 1er mes} \\ \text{NC(d)} &= \text{NC(O)} * \text{Exp} (\text{LN} (\text{SVM1}/100) * \text{d}/30) \end{aligned}$$

Para la estadía de 20 días en los pre-criaderos se debe tomar en consideración una supervivencia de un 80 por ciento en el primer mes de cultivo, con una densidad de 13 larvas/m² lo cual se ve reflejado en una población de 2.800.000 de larvas vivas sembradas.

$$\begin{aligned} \text{El día, sembramos 2.800.000 larvas vivas} \\ (\text{NC (O)} = 2.800.000) \end{aligned}$$

Se calcula un 80% de supervivencia para el día 20 de la siembra

$$\text{NC(20)} = 2.800.000 * \text{exp} (\text{LN} (80/100) * 20/30)$$

$$\text{NC (20)} = 2.800.000 * \text{exp} (-0.14876)$$

$$\text{NC(20)} = 1.987.916 \text{ (Mortalidad de 812,083)}$$

Al transcurrir 20 días la cantidad de larvas que han sobrevivido son
1.987.916

5.5.2. Cálculos de supervivencia del camarón en piscinas de engorde

El alimento es uno de los gastos más elevados en una camaronera, por esta razón se busca la optimización en este recurso, por lo tanto, se debe llevar un censo de densidad o población de cada piscina, para así poder determinar la población semanal de supervivencia que existe en la piscina. Para simplificar este problema, se considera solamente un porcentaje de supervivencia mensual en el primer mes en las piscinas de engorde y un porcentaje de supervivencia diferente para los siguientes dos meses en los

que el camarón ya tiene un peso mayor y se ha vuelto más resistente. Para realizar este tipo de cálculos se requieren los siguientes datos:

Fórmula:

$$NC(s-1) = NC(s-1) * (1 - (1 - (SVM/100)) / 4)$$

NC(s) = Número de camarones en la semana

NC(s-1) = Número de camarones en la semana anterior

SVM = Supervivencia mensual

Por historia y experiencia en el área de camarónicas se ha determinado una supervivencia mensual de un 90 % de la población en el primer mes de cultivo, y para los meses siguientes se determina una supervivencia de un 96% por cada mes que pase el camarón en las piscinas.

$$NC(1) = 1.987.916 * (1 - (1 - (90/100)) / 4)$$

NC(1) = 1.938.218 larvas sobreviven la primera semana

$$NC(2) = 1.938.218 * (1 - (1 - (90/100)) / 4)$$

NC(2) = 1.889.762 larvas sobreviven la segunda semana

$$NC(3) = 1.889.762 * (1 - (1 - (90/100)) / 4)$$

NC(3) = 1.842.517 larvas sobreviven la tercera semana

$$NC(4) = 1.842.517 * (1 - (1 - (90/100)) / 4)$$

NC(4) = 1.796.454 larvas sobreviven el primer mes

$$NC(8) = 1.796.454 * (1 - (1 - (96/100)))$$

NC(8) = 1.724.595 larvas sobreviven el segundo mes

$$NC(12) = 1.724.595 * (1 - (1 - (96/100)))$$

NC(12) = 1.655.611 larvas sobreviven el tercer mes

$$NC(16) = 1.655.611 * (1 - (1 - (96/100)))$$

NC(16) = 1.589.386 larvas sobreviven el cuarto mes

Como se muestra en la figura 5.6. en la que se puede observar la línea de tiempo de una corrida desde el día número 1 hasta el día número 138 en

la piscina principal 1 de producción de camarón a lo largo de las 16 semanas que toma el engorde aproximadamente. La tasa de mortalidad va descendiendo a menudo transcurre el tiempo, ya que los camarones se desarrollan y son mas fuertes contra los diferentes elementos a los que se enfrentan día a día. La mortalidad mas alta se encuentra en el primer mes donde de 2,800,000 de larva solo logran sobrevivir 1,987,916 larvas aproximadamente es un 45% de mortalidad desde el primer día de la siembra.



Figura 5. 6.Larvas sobrevivientes de la siembra

Fuente: La autora

Al final de la corrida se logra una aproximado de 1.589.386 larvas que sobrevivieron todo el ciclo de crianza y engorde, en este punto de la pesca el camarón se encuentra en un aproximado de 24 a 26 gramos cada uno. Esto quiere decir que se obtiene una supervivencia total de un 56,76 % desde el momento que la larva fue sembrada hasta el momento en que se cosecha el camarón, lo cual duro aproximadamente 4 meses con un peso aproximado de 874.17 quintales de camarón.

$$1.589.386 \text{ Larvas} \times 25 \frac{\text{gr}}{\text{larva}} = 39.734.650 \text{ gr}$$

$$39.734.650 \text{ gr} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ gr}} \times \frac{1 \text{ qq}}{45.454 \text{ kg}} = 874.17 \text{ qq}$$

Al concluir la corrida de camarón se logra una pesca aproximada de 874 quintales, ya que teóricamente sobrevivieron 1,589,386 larvas de aproximadamente 25 gramos cada una, por lo que se logra un peso total de

39,734,650 gramos o lo que es igual a 39,735 kilogramos o 874 quintales de camarón.

5.6. Resultados de las condiciones técnicas del alimentador

- La camaronera "*Rosimar*" ubicada en el cantón Huaquillas, provincia de "*El Oro*", isla "*Los Callejones*", cuenta aproximadamente con 22 hectáreas de cultivo de camarón.
- La camaronera Rosimar cuenta con 3 piscinas, entre las cuales encontramos un pre-criadero de un área aprox de 0,8 hectáreas y otro de 0,6 hectáreas a su vez la piscina principal de aproximadamente 21 hectáreas, la cual es destinada como piscina de engorde, al altura de las piscinas es aproximadamente de 1 m a 1.2 m de profundidad.
- En la actualidad la camaronera Rosimar no cuenta con energía eléctrica mediante abastecimiento de la red pública, por motivo de que se encuentra en una isla alejada del perfil costanero y por esta razón se procede a la implementación de alimentadores con energía fotovoltaica.
- En este tipo de estanques la densidad que se coloca varía dependiendo la larva que se vaya a sembrar, con un aprox de 1.4 millones de larva en cada uno de los pre-criaderos y una estadía aprox de entre 15 a 20 días desde el momento que llega la larva hasta obtener un peso de 2 gr para poder pasarla a la piscina 1 principal.
- A los 90 días de la siembra se realiza una operación de ralea o de aflojamiento la cual consiste en pescar un aproximado de 100 a 120 quintales de camarón los cuales se encuentran entre los 15 a 18 gramos esto para darle un mayor espacio a los ejemplares restante para su desarrollo físico.
- La pesca definitiva se realiza a los 120 días de la siembra cuando el camarón llega a un peso aproximado de entre 25 a 26 gramos en este momento se cosecha un total de 750 quintales aproximadamente, con una sobrevivencia aproximada de un 57% de especímenes desde el momento de la siembra hasta la finalización de la corrida.

CAPÍTULO 6

DISEÑO DEL SISTEMA DEL DOSIFICADOR AUTÓNOMO

6.1. Diseño estructural del alimentador

El alimentador autónomo está diseñado con una estructura de acero galvanizado para soportar la tolva donde irá el alimento para camarón, utilizan este material para su construcción porque se encuentra en la intemperie considerando que tienen que resistir los rayos solares, lluvias y salinidad. El diseño estructural tiene varias características físicas como se puede observar en la tabla 6.1, las dimensiones, el peso y la capacidad que puede abastecer la tolva con el alimento de balanceado de la estructura. La capacidad de la tolva puede variar dependiendo el diseño de alimentador y lo que desean abastecer.

Tabla 6. 1. Características físicas de la estructura

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA ESTRUCTURA METÁLICA	
Dimensiones	Largo 300 cm
	Ancho 200cm
	Altura 165cm
Peso	49 Kg
Capacidad	375 Kg

Fuente: La autora

La parte estructural del alimentador se encuentra conformado por diferentes elementos como: soporte de flotadores donde estarán colocados los flotadores de PVC para que mantenga una estabilidad, también se necesita de tubos de sección cuadrada, tubos de sección circular, platinas de soporte del alimentador y cono de protección donde estará colocado al final de la tolva para poder proteger al motor y al dispersor de alimento, la capacidad de tolva es de 375 kg de balanceado para poder colocar el alimento y realizado con material de PVC para su resistibilidad a la intemperie .

A continuación, en la tabla 6.2. se puede observar las partes necesarias del equipo para la construcción con sus respectivas medidas y las

cantidades necesarias, es indispensable la utilización de materiales de buena calidad, ya que la salinidad del agua de mar puede afectar.

Tabla 6. 2. Partes del equipo para la estructura metálica

PARTES DEL EQUIPO PARA LA ESTRUCTURA METÁLICA	
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
2	Soporte para flotadores
2	Tubos de sección cuadrada de 38.1 mm (1 1/2")
4	Tubos de sección circular de 38.1 mm (1 1/2")
4	Platinas de soporte del alimentador
1	Cono de protección

Fuente: La autora

A continuación, en la figura 6.1. se puede observar el diseño final en formato 3D de la estructura metálica y la tolva de PVC que son los principales componentes del alimentador, antes de la instalación de los flotadores y equipos eléctricos entre otros.

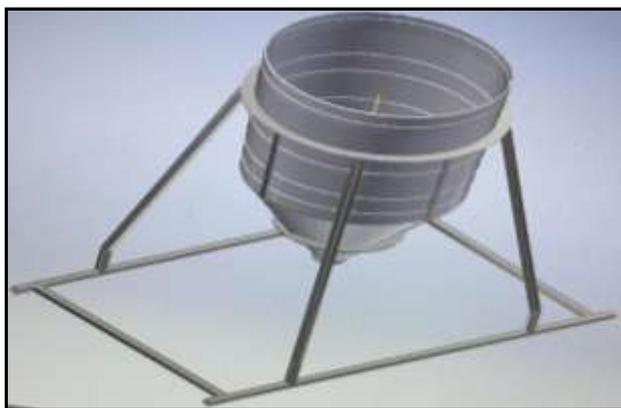


Figura 6. 1. Estructura metálica del alimentador

Fuente: La autora

6.2. Diseño estructural del panel fotovoltaico

Debido a que la camaronera "Rosimar" no cuenta con energía eléctrica de la red pública porque se encuentra en una isla, se ha tomado la iniciativa de utilizar los paneles fotovoltaicos que trabajará con el alimentador de camarón, esta conformado por células fotovoltaicas que logran producir electricidad que inciden sobre ellos los rayos solares mediante el efecto fotoeléctrico. Los paneles fotovoltaicos se encuentran formados por celdas

hechas a base de silicio puro con adición de impurezas de ciertos elementos químicos. Por el diseño de cada alimentador automático se necesita 1 panel solar de 165 W, y la energía producida del panel es de 48V y pasa a un regulador de carga de 12V , que se encuentra conectada a las baterías y mediante el inversor transforma el voltaje de 220V en corriente alterna.

El panel fotovoltaico está diseñado con una estructura de acero galvanizado para soporte de paneles solares y caja de motores, utilizan este material para su construcción porque se encuentra en la intemperie considerando que tienen que resistir los rayos solares, lluvias y salinidad. El diseño estructural tiene varias características físicas como se puede observar en la tabla 6.3, las dimensiones, el peso y la capacidad de la estructura del panel fotovoltaico y caja de motor.

Tabla 6. 3. Características físicas de panel fotovoltaico y caja de motores

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE PANEL FOTOVOLTAICO Y CAJA DE MOTORES	
Dimensiones	Largo 148.8 cm
	Ancho 75.9cm
	Altura 220 cm
Peso	12.11 Kg
Capacidad	1 Panel de 165 W/equipo y la energía producida del panel es de 48V, luego pasa por un regulador de carga de 12V que se encuentra conectada a las baterías y mediante el inversor transforma el voltaje en 220V en corriente alterna

Fuente: La autora

La parte estructural del panel fotovoltaico y caja de motores se encuentra conformado por diferentes partes como: poste- tubo de sección cuadrada, marco para caja de motores, marco superior para panel fotovoltaico, placa para antena. A continuación, en la tabla 6.4. se puede observar las partes necesarias del equipo para la construcción con sus respectivas medidas y cuantas cantidades se necesita.

Tabla 6. 4. Partes del equipo para estructura de panel solar

PARTES PARA LA ESTRUCTURA DEL PANEL FOTOVOLTAICO Y CAJA DE MOTORES	
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	Poste- tubo de sección cuadrada de 38.1 mm (1 1/2")
1	Marco para caja de motores
1	Marco superior para panel fotovoltaico
1	Placa para antena

Fuente: La autora

A continuación, en la figura 6.2 se puede observar el diseño final de la estructura de acero galvanizado para soporte de panel fotovoltaico y caja de motores, los cuales son una parte indispensable en el sistema de alimentadores para su autonomía energética a un 100%.



Figura 6. 2. Estructura metálica de panel fotovoltaico y caja
Fuente: La autora

6.3. Diseño eléctrico del alimentador

El alimentador autónomo está constituido por una caja eléctrica con una estructura de acero galvanizado y utilizan este material para su construcción porque se encuentra en la intemperie considerando que tienen que resistir los rayos solares, lluvias y salinidad. El diseño estructural tiene varias características físicas como se puede observar en la tabla 6.5, las dimensiones, el peso y la capacidad de la estructura.

Tabla 6. 5. Características físicas de caja eléctrica

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE CAJA ELÉCTRICA	
Dimensiones	Largo 30 cm
	Ancho 20 cm
	Altura 40 cm
Peso	5 Kg
Capacidad	300 W

Fuente: La autora

La parte estructural de la caja eléctrica se encuentra conformado por diferentes partes como: gabinete plástico, broche de seguridad; en la zona máster se encuentra, breakers Schneider electric, relé Schneider electric

12VDC, porta fusible Camsco 500V-32Amp y en la segunda zona se encuentra, breakers Schneider electric, relé Schneider electric 230VAC. A continuación, en la tabla 6.6. se puede observar las partes necesarias del equipo para la construcción con sus respectivas medidas y cuantas cantidades se necesita.

Tabla 6. 6.Partes del equipo para caja eléctrica

PARTES DEL EQUIPO PARA CAJA ELÉCTRICA	
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	Gabinete plástico
2	Broche de seguridad
ZONA MÁSTER	
2	Breakers Schneider electric
2	Relé Schneider electric 12 VDC
1	Porta fusible Camsco 500V - 32Amp
SEGUNDA ZONA	
4	Breakers Schneider electric
4	Relé Schneider electric 230 VAC

Fuente: La autora

La caja eléctrica de motores está conectada fuente de alimentación eléctrica para poder suministrar energía a 220 V-AC. Los dos relés ubicados en la zona máster son activados por el PLC S7-1200 para encender los motores dosificadores de alimento, mientras que los breakers son activados manualmente, dependiendo de la cantidad de motores requeridos que se desean en funcionamiento. A continuación, en la figura 6.3 se puede observar la estructura de la caja eléctrica y también se podrá observar los elementos mencionados en la tabla anterior con los que se encuentra constituidos.

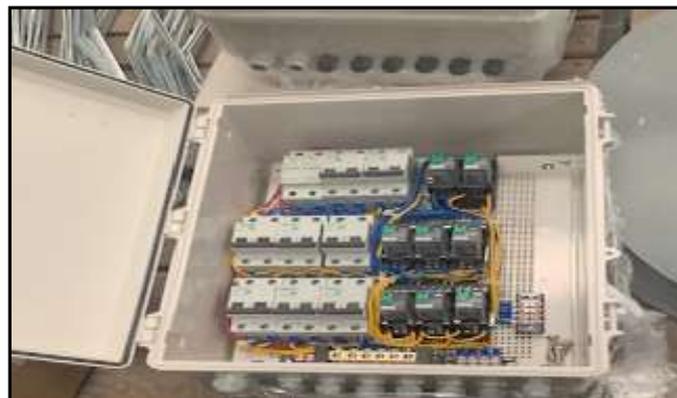


Figura 6. 3.Caja eléctrica para alimentador autónomo

Fuente: La autora

6.3.1. Diseño del banco de baterías

El diseño del banco de baterías está conformado con una estructura de acero galvanizado, utilizan este material para su construcción porque se encuentra en la intemperie considerando que tienen que resistir los rayos solares, lluvias y salinidad. El diseño estructural tiene varias características físicas como se puede observar en la tabla 6.7, las dimensiones, el peso y la capacidad de la estructura del panel fotovoltaico y caja de motor.

Tabla 6. 7. Características físicas del banco de batería

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL BANCO DE BATERÍAS	
Dimensiones	Largo 80 cm
	Ancho 72 cm
	Altura 90 cm
Peso	67 Kg
Capacidad	600 W

Fuente: La autora

La parte estructural del banco de baterías o también conocido como UTAE que es la unidad de transformación y almacenamiento eléctrico, se encuentra conformado por diferentes partes como: porta fusible Camsco, breakers Schneider Electric, batería de 12V, inversor Latronic, tristar Morningstar, cables de conexión. A continuación, en la tabla 6.8. se puede observar las partes necesarias del equipo para la construcción con sus respectivas medidas y cuantas cantidades se necesita para la elaboración del banco de baterías.

Tabla 6. 8. Partes del equipo para la estructura del banco de baterías

PARTES DEL EQUIPO PARA EL BANCO DE BATERÍAS	
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
2	Porta fusible Camsco 500V - 63Amp
1	Breakers Schneider electric
4	Baterías 12V - 100Amp
1	Tristar Morningstar 45Amp
2	Inversor Latronic de 600W
20 m	Cables de conexión

Fuente: La autora

El banco de baterías también conocido como UTAE que es la unidad de transformación y almacenamiento eléctrico; es el sistema de

almacenamiento de energía que es necesario para proveer a los alimentadores mientras no existe energía solar. La energía producida de 48V en los paneles solares pasa al regulador de carga de 12V, la cual está conectada a las baterías y mediante el inversor transforma el voltaje de 220V y en corriente alterna, es indispensable tener un banco de baterías, ya que la camaronera Rosimar no cuenta con abastecimiento de energía eléctrica y este método facilita al funcionamiento de los equipos.

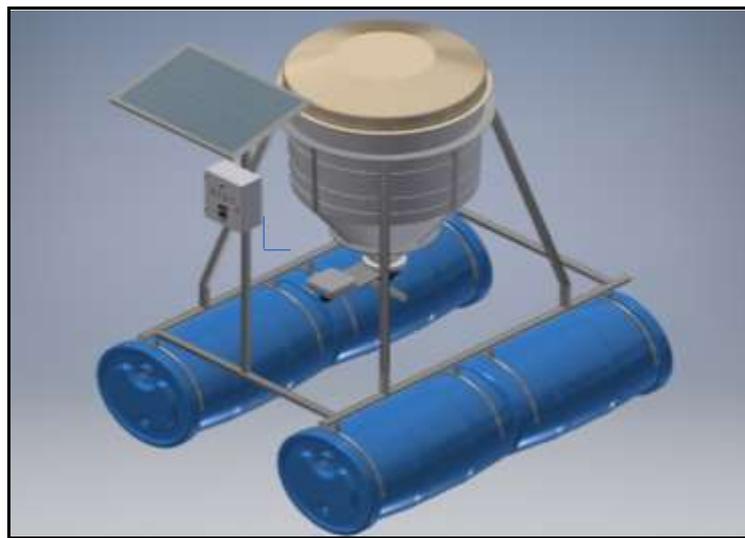


Figura 6. 4. Diseño del alimentador autónomo para camarón
Fuente: La autora

A continuación, se pueden observar en la figura 6.4 el diseño final del alimentador autónomo de camarón en 3D con todos sus equipos ensamblados como son: la estructura metálica, la tolva para poder colocar el balanceado, los flotadores para darle la estabilidad exacta al alimentador, el motor, el panel fotovoltaico, el inversor, la caja eléctrica y el dispensador del alimento.

6.4. Cobertura de zona de voleo de alimentación

Al momento de tener el diseño del alimentador se tiene que tener en cuenta la ubicación de cada uno de ellos en la piscina de producción y a que distancia se deben encontrar para que pueda brindar buenos resultados, como la piscina 1 de engorde Rosimar cuenta aproximadamente con 22 hectáreas se colocará 1 alimentador cada 2 hectáreas de camarón, porque

debido a su profundidad de la piscina que es de 1 m en las orillas y en el punto central del estanque puede llegar hasta 1.2 m de profundidad.

Los alimentadores deben estar colocados donde haya mas profundidad de agua y es recomendable nunca ponerlos en las orillas ya que no es un lugar estratégico para alimentar a los camarones, deben estar separados; alimentaran de forma circular formando un diámetro de 30 metros (15 metros de radio) y su diámetro aumenta en el fondo con 40 metros (20 metros de radio) como se muestra en la figura 6.5 una representacion de la cobertura de voleo de alimentación en forma circular.

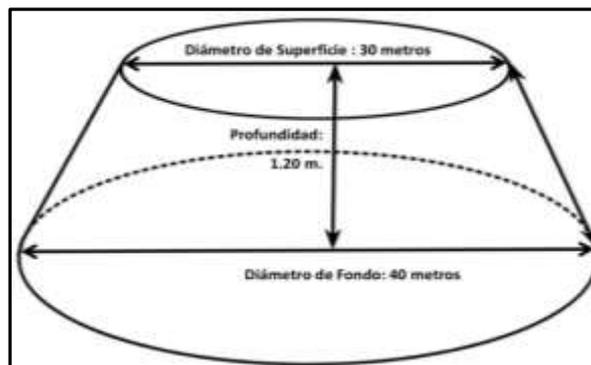


Figura 6. 5.Zona de voleo de alimentación
Fuente: (NICOVITA S.A, 2017)

Al momento de colocar los alimentadores autónomos en la piscina se encontraran entre 1 a 1.2 metros sobre el agua y como el radio de voleo del alimentador es de 15 metros, la distancia mínima que se los deben colocar es a 40 metros y de esta manera los animales tiene la manera de alimentarse correctamente, como se puede observar en la figura 6.6.

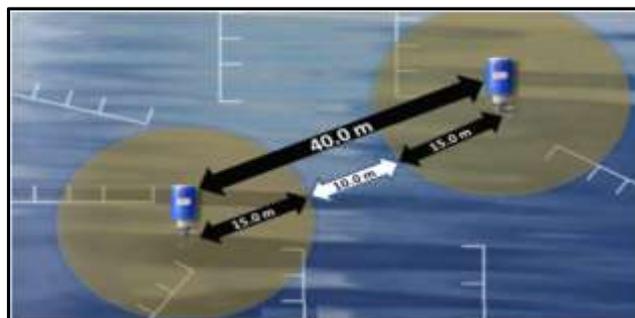


Figura 6. 6.Distancia entre los alimentadores
Fuente: (NICOVITA S.A, 2017)

Cada alimentador contiene su tolva y tiene una capacidad de 375 kg, que daría un total de 825 libras de balanceado, como cada saco de alimento es de 25kg en la tolva se colocaría 15 sacos cada dos días para volver a llenar nuevamente de alimento. A continuación, en la figura 6.7 se puede observar de la manera práctica cual es el proceso de forma circular que se volea el balanceado.



Figura 6.7. Voleo de alimentación
Fuente: (NICOVITA S.A, 2017)

6.5. Análisis esquemático del alimentador

De acuerdo con el análisis realizado del alimentador autónomo, se da a conocer cuales son los elementos que se utilizan para poder armar cada uno de ellos, y también cuál es su funcionamiento al momento de la alimentación del camarón. Es muy eficiente la implementación de este alimentador en la camaronera, ya que con los estudios realizados se beneficia en la parte de producción, como en la parte económica, ayuda a que los animales se alimenten de la forma adecuada sin desperdicios de balanceado, reduce un 70% la contaminación que se producía por el desperdicio del alimento.

- El alimentador autónomo se encuentra diseñado con una estructura de acero para poder soportar a la tolva que se encuentra diseñada para la capacidad de 375 kg de balanceado que equivale a 15 sacos.
- También la parte estructural del alimentador se encuentra conformado por los soportes para los 2 flotadores donde estarán colocados los flotadores de material PVC para que tenga la estabilidad y mayor durabilidad del alimentador.

- Las partes del equipo para estructura metálica se encuentra conformada por: 2 soportes para flotadores, 2 tubos de sección cuadrada de 38.1 mm (1 ½”), 4 tubos de sección circular de 38.1 mm (1 ½”), 4 platinas de soporte del alimentador y 1 cono de protección.
- El panel solar esta diseñado con una estructura de acero galvanizado para soporte de paneles solares y caja de motores, esta conformado por células fotovoltaicas que logran producir electricidad que inciden sobre ellos los rayos solares mediante el efecto fotoeléctrico.
- Los paneles solares se encuentran formados por celdas de base de silicio puro con adicción de impurezas de ciertos elementos químicos. Por el diseño de cada alimentador automático se necesita 1 panel solar de 165W y la energía producida del panel es de 48V y pasa a un regulador de carga de 12V, que se encuentra conectada a las baterías y mediante el inversor transforma el V de 220V en corriente alterna.
- La parte estructural de la caja eléctrica se encuentra conformado por diferentes partes como: 1 gabinete de plástico, 2 broche de seguridad, 2 breakers Schneider electric, 2 relé Schneider electric 12 VDC, 1 porta fusible Camsco 500V-32 Amp, 4 breakers Schneider electric y 4 relé Schneider 230 VAC.
- El alimentador automático trabajará de forma inalámbrica por wifi que estará colocado en la parte posterior de la piscina, junto con la caja de botoneras que estará la parte manual y automática de alimentación.
- La caja eléctrica de motores esta conectada por una fuente de alimentación eléctrica para poder suministrar energía a 220V-AC. Los relés ubicados en la zona máster son activados por el PLC S7-1200 para encender los motores de 2 HP para los dosificadores de alimento, mientras que los breakers son activados manualmente.
- El banco de baterías también conocido como UTAE que es la unidad de transformación y almacenamiento eléctrico, se encuentra conformado por 2 porta fusibles Camsco 500V – 63 Amp, 1 breakers Schneider electric, 4 baterías de 12V – 100Amp, 1 tristar Morningstar de 45 Amp, 2 inversores Latronic de 600 W y 20 metros de cable de conexión dependiendo a que distancia se encuentre.

A continuación, en la figura 6.8. se puede observar el diseño completo del dosificador de balanceado de camarón con su conexión de red inalámbrica mediante wifi y la caja de botonera donde se encontraran en un punto específico de la camaronera para que pueda abastecer a todos los alimentadores en su punto.

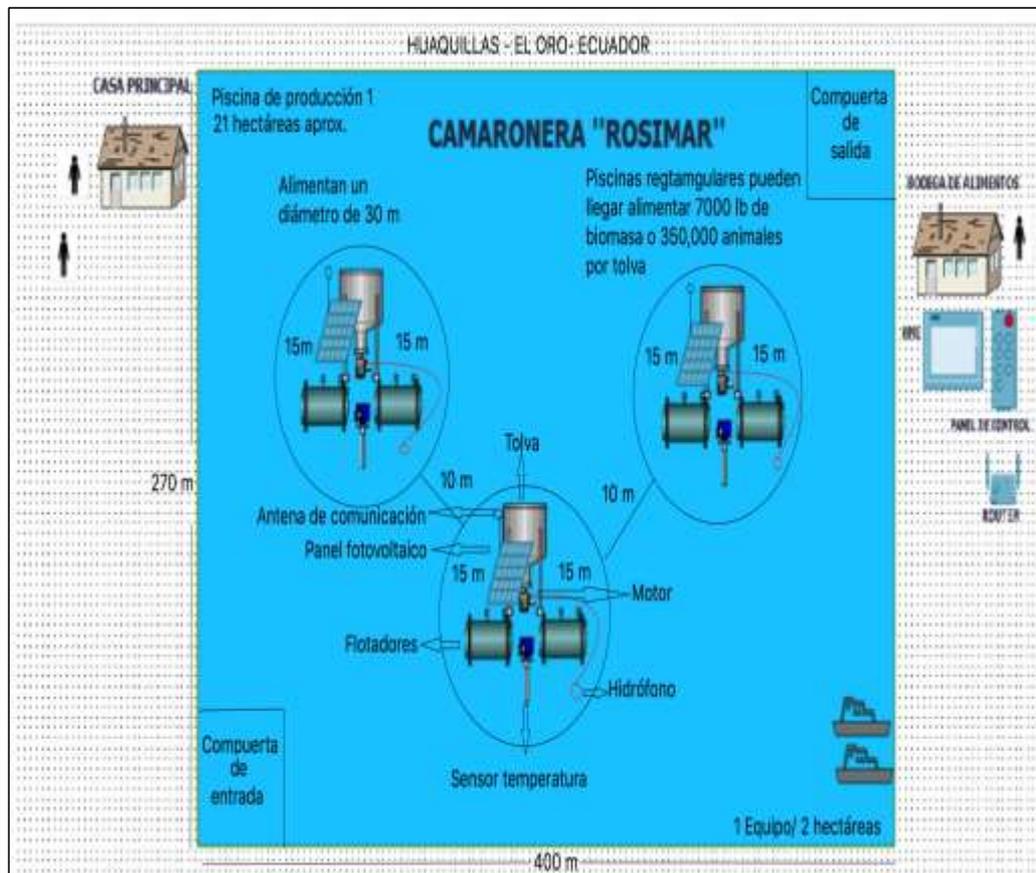


Figura 6.8. Representación de camaronera "Rosimar"

Fuente: La autora

En esta representación se observa la piscina principal de engorde 1 de la camaronera "Rosimar" que cuenta aproximadamente con 22 hectáreas de producción de camarón, la cual se encuentran colocados 3 alimentadores y junto a la bodega de alimentos se encuentra el panel de control donde estarán las botoneras de los segmentos programados como posteriormente está en la tabla 7.1, de la misma manera se encuentra el router que estará mandando señales mediante wifi a los alimentadores para que pueda trabajar correctamente y el HMI del PLC donde se podrá observar los parámetros de temperatura del agua de la piscina y los segmentos programados.

CAPÍTULO 7

SIMULACIÓN Y PROGRAMACIÓN PLC PARA EL DOSIFICADOR

7.1. Introducción a la programación del alimentador

En el presente proyecto para poder realizar la programación y simulación del alimentador autónomo para camarón se utiliza el PLC S7-1200 con un CPU 1212C como se muestra anteriormente en la tabla 4.1. con dimensiones físicas de 90x100x755mm, con memoria de trabajo de 25 KB, memoria de carga de 1MB, memoria remanente de 2KB, con 6 entradas/4 salidas digitales, 2 entradas analógicas y 1 puerto de comunicación ethernet.

La programación del alimentador autónomo esta dividido en dos partes, trabajará de forma manual en caso de que existan lluvias y tambien funciona de forma automática con dos sensores, un sensr de temperatura y el otro sensor es de sonido que se llama hidrófono que manda señales para que automáticamente lance balanceado a piscina; también trabajará con una red inalámbrica mediante wifi para poder mandar las señales a los dosificadores y se encontrara instalada en un lugar estratégico fuera de piscina junto a la caja de botoneras.

7.2. Desarrollo de simulación en el PLC S7-1200 de modo manual

La simulación del alimentador consiste en dos parte, trabajará tanto de forma manual, como de forma automática dependiendo las condiciones en que se encuentre como se muestra en la tabla 7.1; normalmente el alimentador estará trabajando todo el día con los tiempos programados y necesarios para su alimentación, ya que posee sensores de temperatura y sensores hidrófonos que consiste en registrar y monitorear los niveles de ruido del camarón, y de esta forma manda las señales para que automáticamente trabaje lanzando balanceado a la piscina, en cambio, cuando existen lluvias este sensor se desactiva, ya que los niveles del ruido de las gotas de agua se confunden los niveles de sonidos del camarón y

trabajará de manera manual, donde el trabajador deberá acercarse al tablero de control y ponerlo de forma manual para que comience a dar de alimentar.

Tabla 7. 1.Ciclos de alimentación por segmentos

CICLOS ÓPTIMOS PARA LA ALIMENTACIÓN AUTOMÁTICA Y MANUAL DEL DOSIFICADOR			
Segmentos	Tiempo de voleo (Seg)	Interv. entre voleo (Min)	Horas de trabajo día/horas
1	10 Segundos	30 Minutos	No determinado
2	5 Segundos	3 Minutos	12 Horas
3	8 Segundos	5 Minutos	15 Horas
4	25 Segundos	8 Minutos	18 Horas
5	40 Segundos	12 Minutos	20 Horas

Fuente: La autora

Al momento de ejecutar la simulación de modo manual se tiene que tener en cuenta que solo trabajará cuando existan lluvias porque los sensores hidrófonos dejarán de funcionar ya que se llega a confundir los niveles de sonidos, entonces se realiza un control del dispensador en modo manual con un intervalo que cada 30 minutos pueda lanzar 10 segundos de voleo de balanceado, mediante una compuerta normalmente abierta M0.0 y dos temporizadores, TONR y TON, que accionan el switch para el dispensador como se muestra en la figura 7.1. Este método dejará de trabajar cuando la lluvia pare, lo cual tambien existe la simulación de modo automática que trabajará el resto del tiempo normalmente sin interrupciones.

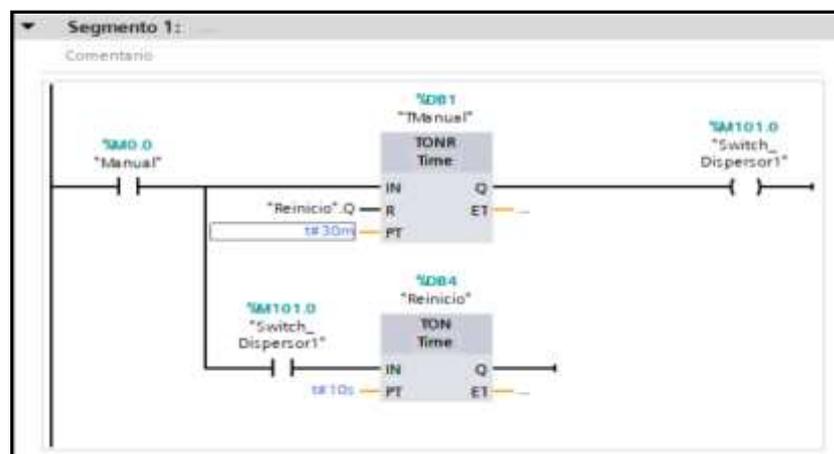


Figura 7. 1. Simulación de modo manual

Fuente: La autora

7.3. Desarrollo de simulación en el PLC S7-1200 de modo automático

Al momento de realizar la simulación de modo automático se debe tener en cuenta que esté abordando todos los tiempos e intervalos de alimentación para el camarón, ya que el alimentador autónomo permanecerá prendido todos los días casi las 24 horas dependiendo en que peso se encuentre el animal, en la tabla 7.2. se podrá observar los ciclos óptimos para la alimentación automática que se utilizará en la simulación para la camaronera Rosimar basada en la experiencia de producción, depende de que tamaño se encuentre el camarón, ejemplo cuando el camarón se encuentra de 2 a 4.9 gramos el intervalo de voleo será cada 3 minutos lanzará 5 segundos de balanceado y trabajará durante 12 horas con un aproximado de 235 ciclos al día, cuando el camarón se encuentra entre los 5 a 7.9 gramos el intervalo de voleo será cada 5 minutos lanzará 8 segundos de balanceado y trabajará durante 15 horas con un aproximado de 180 ciclos al día, en la siguiente etapa cuando el camarón se encuentra entre 8 a 13.9 gramos el intervalo de voleo será cada 8 minutos lanzará 25 segundos de balanceado y trabajará durante 18 horas con un aproximado de 135 ciclos al día y finalmente cuando el camarón se encuentra mayor a 14 gramos el intervalo de voleo será cada 12 minutos lanzará 40 segundos de balanceado y trabajará durante 20 horas con un aproximado de 100 ciclos al día.

Tabla 7. 2. Ciclos óptimos para la alimentación automática

CICLOS ÓPTIMOS PARA LA ALIMENTACIÓN AUTOMÁTICA				
PESO DE CAMARÓN (Gramos)	TIEMPO DE VOLEO (Seg)	INTERVALOS ENTRE VOLEOS (Min)	HORAS DE TRABAJO/ DÍA	NÚMERO DE CICLOS DÍA
2.0 - 4.9 Gramos	5 Segundos	3 Minutos	12 Horas	235 Aprox
5.0 - 7.9 Gramos	8 Segundos	5 Minutos	15 Horas	180 Aprox
8.0 - 13.9 Gramos	25 Segundos	8 Minutos	18 Horas	135 Aprox
> a 14 Gramos	40 Segundos	12 Minutos	20 Horas	100 Aprox

Fuente: La autora

Después de conocer todos los ciclos óptimos para la alimentación automática se realizará las simulaciones adecuadas para cada sección dependiendo el peso de cada camarón, se lo divide en 5 segmentos: el primer

segmento es en el modo manual como se encuentra en la figura anterior 7.1, el segundo segmento es cuando se encuentra entre 2.0 – 4.9 gramos con un intervalo de voleo que cada 3 minutos lance 5 segundos de balanceado a la piscina y así sucesivamente entre 12 horas, como se puede observar en la figura 7.2.

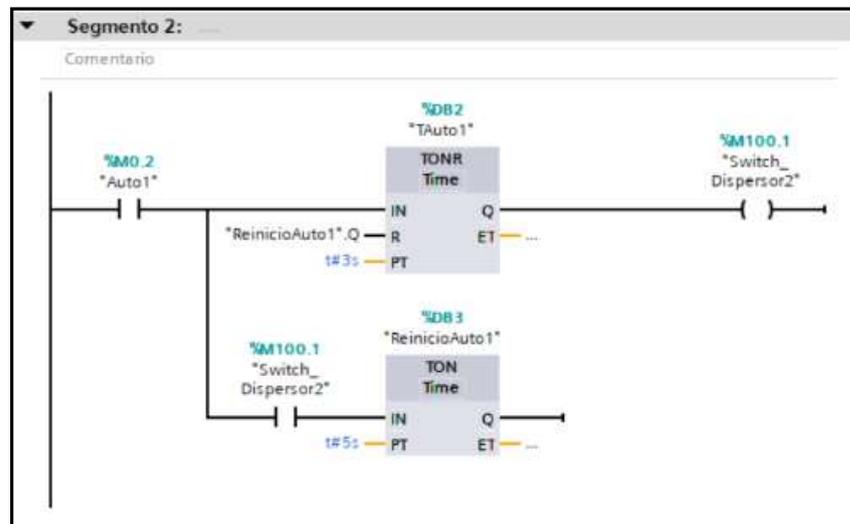


Figura 7.2. Segmento 2 de modo automático
Fuente: La autora

A continuación, en la figura 7.3. se observa la simulación del segmento 3 de la programación de modo automático, que se encuentra en la sección de peso entre 5.0 – 7.9 gramos con un intervalo de voleo que cada 5 minutos lance 8 segundos de balanceado a la piscina y así sucesivamente se repita este proceso durante 15 horas.

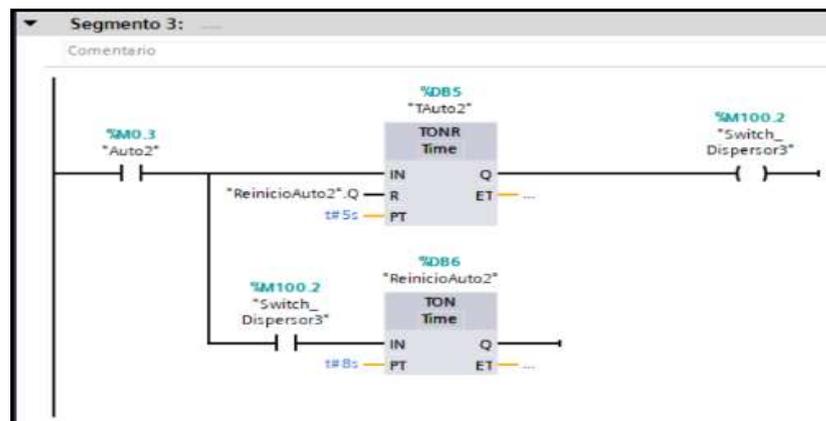


Figura 7.3. Segmento 3 de modo automático
Fuente: La autora

A continuación, en la figura 7.4. se observa la simulación del segmento 4 de la programación de modo automático, que se encuentra en la sección de peso entre 8.0 – 13.9 gramos con un intervalo de voleo que cada 8 minutos lance 25 segundos de balanceado a la piscina y así sucesivamente se repita este proceso durante 18 horas.

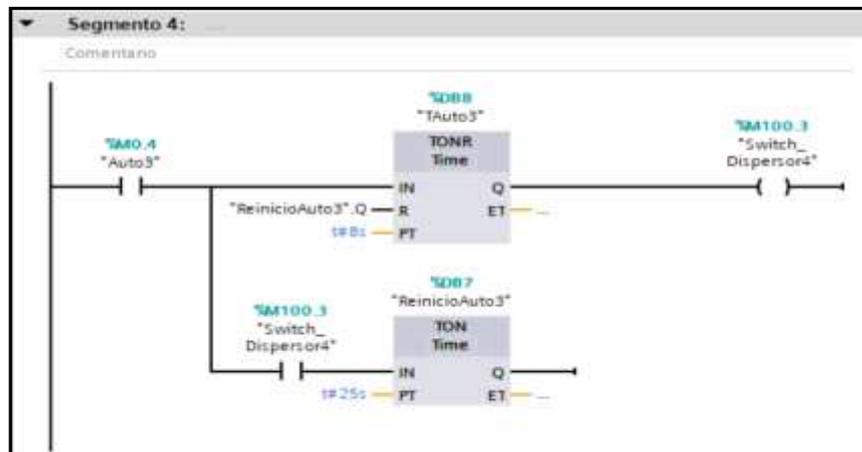


Figura 7.4. Segmento 4 de modo automático

Fuente: La autora

A continuación, en la figura 7.5. se observa la simulación del segmento 5 de la programación de modo automático, que se encuentra en la sección de peso mayor a los 14 gramos hasta que los productores desean realizar la cosecha con un intervalo de voleo que cada 12 minutos lance 40 segundos de balanceado a la piscina y así sucesivamente se repita este proceso durante 20 horas.

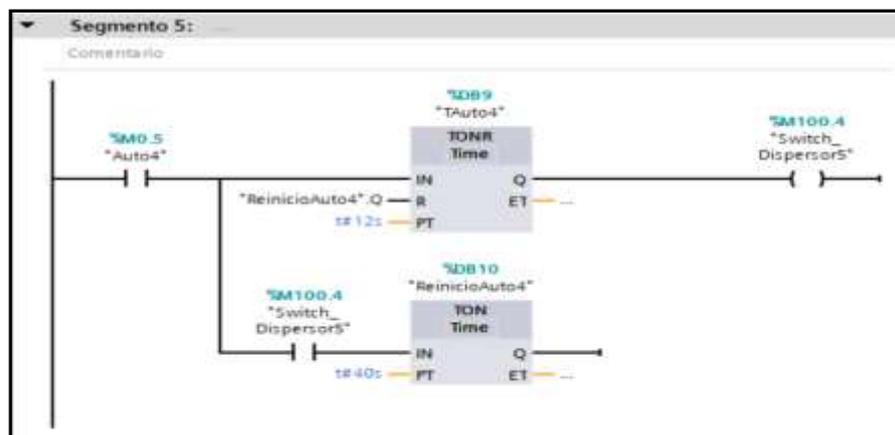


Figura 7.5. Segmento 5 de modo automático

Fuente: La autora

Al finalizar los 5 segmentos de programación de todos los modos, tanto manual como automático deben ser unidos en paralelo. A continuación, en la figura 7.6. podemos observar el último segmento de la programación con todos los Switch en paralelo para poder encender el motor y mande las señales de los comandos programados con los intervalos correctos y pueda dispersar el balanceado en las piscinas con un correcto funcionamiento.

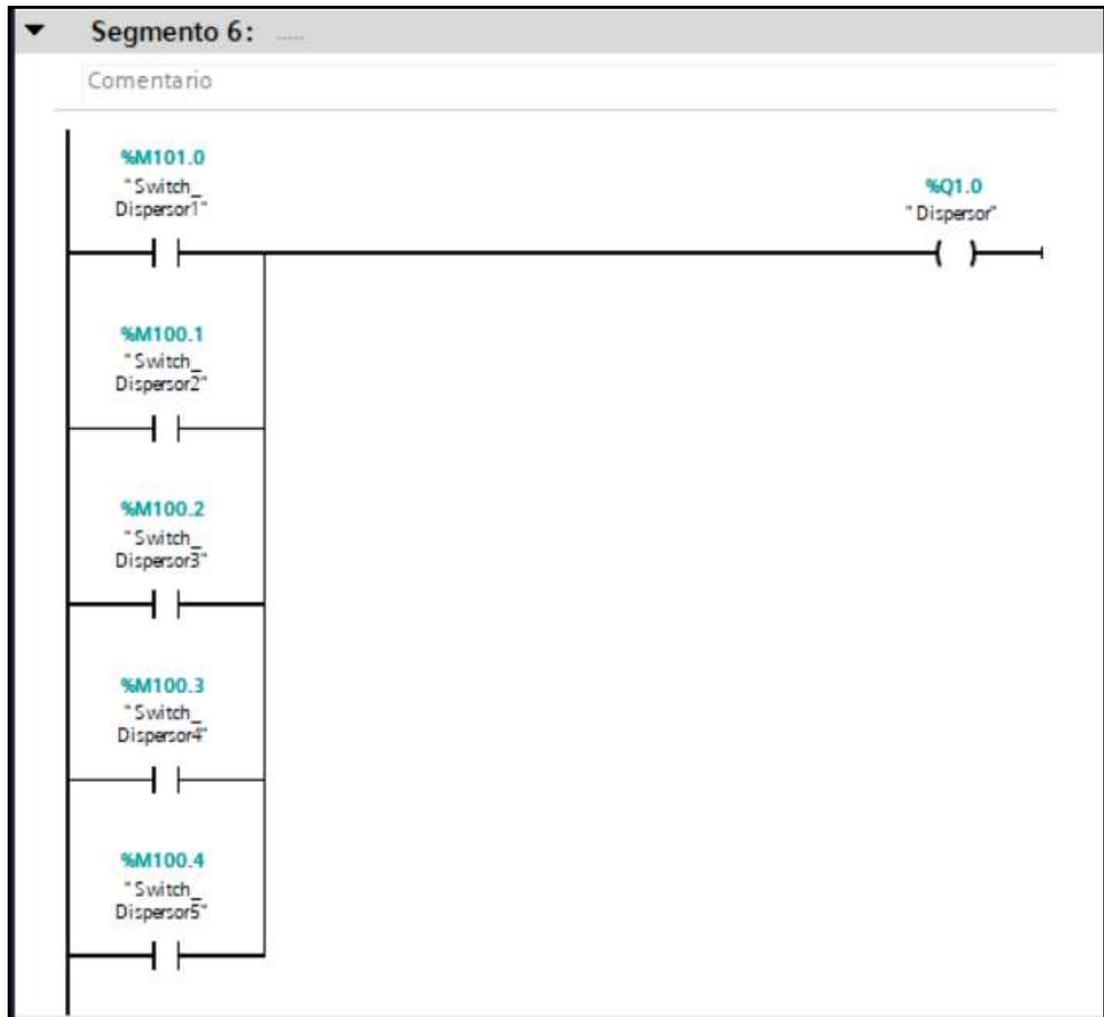


Figura 7. 6. Unión de los segmentos en paralelo

Fuente: La autora

7.4. Desarrollo de interfaz HMI

Al finalizar todas las programaciones en los diferentes segmentos tanto manual como automático, con los intervalos y tiempos correspondientes dependiendo en que peso se encuentre el camatón, en la figura 7.7. se

encuentra la simulación de la máquina según los ciclos programados, en un HMI Simatic KTP-600, se observa una vista de las 4 clasificaciones de peso de los camarones para definir el ciclo de funcionamiento de la máquina y por lo consecuencia la alimentación.

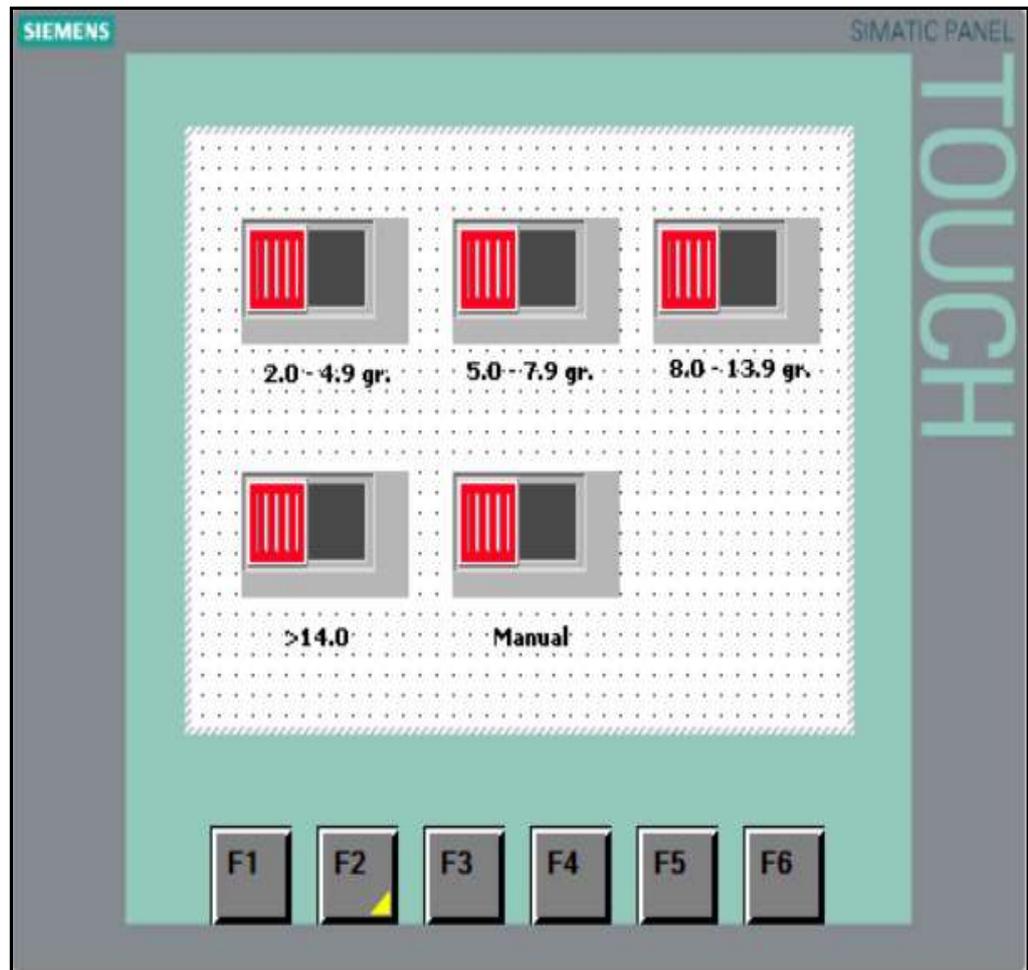


Figura 7. 7. Simulación de botonera de tiempos programados

Fuente: La autora

A continuación, en la figura 7.8 se encuentra la simulación de la máquina según los ciclos programados, se puede observar el tanque, el motor y los flotadores. Siendo el tanque y el motor objetos interactivos que se sincronizan con las botoneras del módulo PLC y los sensores tanto de temperatura como el sensor hidrófono que manda las señales de sonidos cuando el camarón esta cerca para que automáticamente pueda lanzar balanceado, este alimentador estará trabajando con un router mediante wifi para que pueda funcionar desde un punto estratégico.

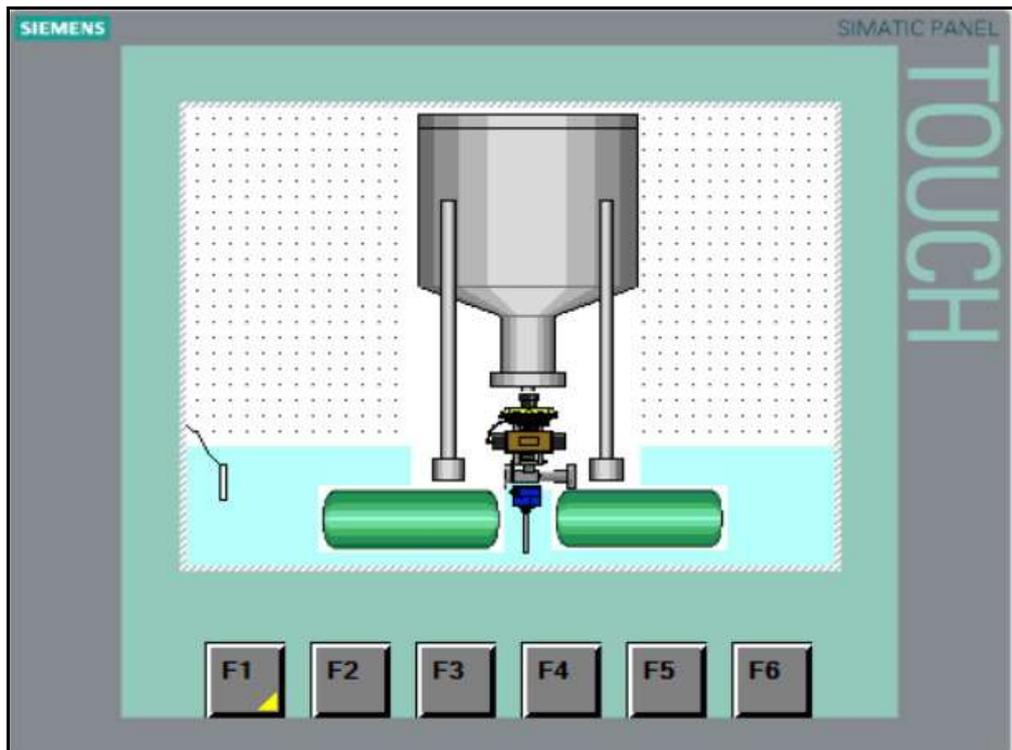


Figura 7. 8. Simulación de alimentador autónomo
Fuente: La autora

Como se puede observar en la figura 7.7. se encuentra la botonera de cómo va a trabajar el alimentado en los ciclos óptimos programados para la alimentación automática como se encuentra en la tabla 7.1; la botonera con los intervalos del peso de 2.0 a 4.9 gramos se encuentra programado con un intervalo de tiempo de voleo de 5 segundos cada 3 minutos y trabajara durante 12 horas al día, en cambio la botonera 2 con los intervalos del peso de 5.9 a 7.9 gramos se encuentra programado con un intervalo de tiempo de voleo de 8 segundos cada 5 minutos y trabajara durante 15 horas al día, la botonera 3 con los intervalos de peso de 8.0 a 13.9 gramos se encuentra programado con un intervalo de tiempo de voleo de 25 segundos cada 8 minutos y trabajara durante 18 horas al día, la botonera 4 con los intervalos de peso de 14 gramos en adelante se encuentra programado con un intervalo de voleo de 40 segundos cada 12 minutos y trabajara durante 20 horas al día y finalmente la botonera 5 esta trabajara de manera manual al momento que comienza a llover los sensores de sonido se desconectaran automáticamente y se tiene que activar el botón manual para que pueda trabajar y se encuentra programado con un intervalo de voleo de 10 segundos cada 30 minutos .

CAPÍTULO 8

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. Conclusiones

En el actual trabajo de titulación se enfatiza el diseño de un sistema remoto de monitoreo autónomo de alimentación de camarones ubicada en el cantón de Huaquillas en la provincia de “El Oro”, isla Los Callejones, el cual se orienta en la automatización de la producción de camarones al eliminar la técnica empírica o manual que se utiliza en la actualidad, ya que es un limitante para el crecimiento en el método de crianza y con el actual proyecto se puede obtener mejores resultados con mayor capacidad de alimentación y producción.

Se puede concluir que con el uso de los alimentadores se obtiene grandes ventajas, entre estas se encuentra: la disminución de la tasa de mortalidad por una mala alimentación que causa estrés en el camarón, y a su vez la disminución en el consumo de alimentos, ya que con este nuevo sistema autónomo los desperdicios se reducen en un gran porcentaje mediante el uso de los alimentadores.

El uso de los alimentadores en épocas de lluvias debe ser usados sin la ayuda del hidrófono, ya que este equipo confunde la frecuencia de sonido que realiza el camarón con la frecuencia de sonido causan las gotas de agua al caer en la piscina, por esta razón el alimentador cuenta con una función automática, pero también funciona mediante estándares establecidos de horas de trabajo en el día.

Para lograr un correcto funcionamiento en los sistemas eléctricos del alimentador se requiere un balanceado de buena calidad con bajo nivel de humedad, ya que si el alimento posee un alto porcentaje de humedad esto podría causar atoramientos en el sistema, provocando fallas y desperfectos en el equipo; a su vez se debe comprobar que la tolva herméticamente sellada para así poder evitar filtraciones de agua y deterioro del alimento.

8.2. Recomendaciones

Para un correcto funcionamiento del alimentador autónomo se recomienda realizar los mantenimientos preventivos del panel solar como: la limpieza periódica del panel (mensualmente), la inspección visual de posibles degradaciones, control de temperatura del panel; de este modo realizando el mantenimiento preventivo se logra evitar los daños del equipo.

Se recomienda que el llenado de los alimentadores con balanceado sea en muelles o en los muros de las piscinas, ya que al ser llenados dentro de la piscina corren el riesgo de perder estabilidad y causar daño en el equipo y pérdida de balanceado.

En épocas de lluvias se recomienda cambiar los mandos del alimentador a modo manual, ya que el sonido que causa las gotas de aguas pueden ser confundidos por el hidrófono, este cambio se lo debe realizar en el panel principal de control.

Se recomienda realizar mantenimientos preventivos a todo el alimentador después de cada corrida de producción, tanto como al motor, tablero de control y sensores para así poder garantizar una mayor durabilidad del equipo.

Se recomienda no exceder el peso de 375 Kg en la tolva, para evitar que exista un desequilibrio en el alimentador y afecte en su funcionamiento, realizar inspecciones de las condiciones de la tolva, estructura metálica y flotadores que se encuentren en buen estado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amado, G., Lora, J., Rosales, M., & Bicenty, P. (28 de febrero de 2008). *Camarones*. Obtenido de <http://camaronesexpo.blogspot.com/2008/02/produccion-de-camarones.html>
- Autosolar. (2015). *paneles solares*. Obtenido de <https://autosolar.es/blog/aspectos-tecnicos/que-es-un-panel-solar>
- Ávila, W., & Rodríguez, J. (2012). *Implementación de un PLC didáctico para prácticas de laboratorio*. Obtenido de https://repository.uniminuto.edu/bitstream/handle/10656/2375/TTE_AvilaZambranoWilson_2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Calderón, J. (8 de Diciembre de 1993). *LA NUTRICION Y ALIMENTACION EN LA ACUICULTURA DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE*. Obtenido de Centra National de Acuicultura e Investigaciones Marinas: fao.org/3/ab487s/AB487S08.htm
- Cavasassi, J. L. (2017). *Cavadevices.com*. Obtenido de <http://www.cavadevices.com/archivos/FOLLETOS/BATERIAS%20CICLO%20PROFUNDO.pdf>
- Chanratchakool, P. (mayo de 2002). *NICOVITA CAMARÓN DE MAR*. Obtenido de http://www.nicovita.com/extranet/Boletines/jun_2002.pdf
- Chen, S., Flegel, T., & Walker, P. (11 de enero de 2018). *Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura*. Obtenido de http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Penaeus_vannamei/es
- COMERCIO, E. (15 de agosto de 2014). *El camarón ecuatoriano es el mejor del mundo*. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/camaron-ecuadoriano-mundo.html>
- De la Cruz, M. (2013). *“Implementación de un HMI utilizando un Touch Panel KTP 600 PN y el PLC S7-1200 para el monitoreo y control de temperatura”*. Obtenido de file:///C:/Users/PERSONAL/Downloads/T-ESPE-ITSA-000082.pdf

- Departamento de ingeniería eléctrica, electrónica y de control. (2016). *Controladores lógicos programables (PLCs)*. Obtenido de http://www.ieec.uned.es/investigacion/Dipseil/PAC/archivos/Informacion_de_referencia_ISE6_1_2.pdf
- Fenucci, J., & Analia, F. (19 de noviembre de 2004). *Departamento de ciencias marinas, facultad de ciencias exactas y naturales, universidad nacional de mar del plata*. Obtenido de Acción de las Vitaminas en la Dieta de Camarones Penaeoideos: https://www.uanl.mx/utillerias/nutricion_acuicola/VII/archivos/6JorgeFenucci.pdf
- Grupo Navarro. (11 de 07 de 2018). *El Interruptor Termomagnético, Que Es y Como Funciona*. Obtenido de <https://gruponavarro.pe/electricidad-domiciliaria/interruptor-termomagnetico/>
- Instituto de pesca. (agosto de 2015). *Ministerio de agricultura, ganadería, acuacultura y pesca*. Obtenido de <http://institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2017/07/Informe-Polivalente-2016.pdf>
- Ministerio de acuacultura y pesca. (17 de Abril de 2017). *Ministerio de acuacultura y pesca*. Obtenido de <http://acuaculturaypesca.gob.ec/subpesca3703-el-camaron-se-convierte-en-el-primer-producto-de-exportacion-superando-al-banano.html>
- Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. (2011). Obtenido de <http://www.fao.org/3/AB466S/AB466S04.htm>
- Organización del sector pesquero y acuícola del istmo centroamericano. (6 de septiembre de 2018). *OSPESCA*. Obtenido de <https://climapesca.org/2018/09/06/litopenaeus-stylirostris/>
- Organización para las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. (Febrero de 2013). *TÉCNICAS DE CAMARÓN Y CULTURA DE CICLO CERRADO LA CRIA DE PROGENITORES EN CAUTIVERIO*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/ac392s/AC392S02.htm>
- Romero, J., Eugenio, A., Manzano, M., Salinas, C., & García, A. (julio de 2003). *Ciencias marinas*. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-38802004000400008

Sarmiento, D. (2016). *Universidad del Azuay, facultad de ciencia y tecnología*. Obtenido de <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/5479/1/11820.pdf>

Suaréz Gómez, S. C. (11 de marzo de 2017). *Estructura poblacional de Protrachypene Precipua (CAMARON POMADA)*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/29650>

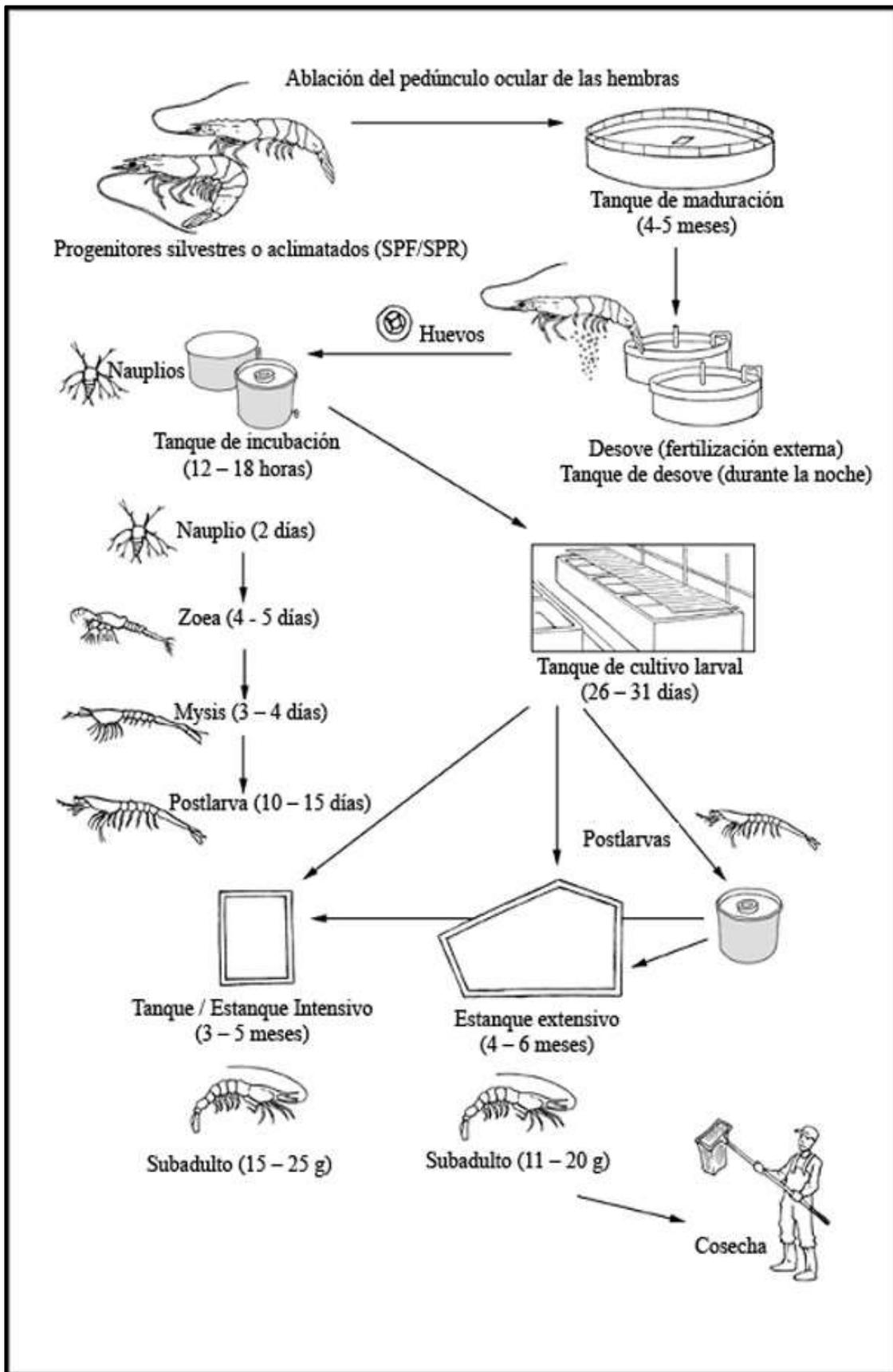
Teroson, L. (2017). *Tipos de motores eléctricos*.

Zambritisa empacadora S.A. (2013). *Zambritisa S.A.* Obtenido de <http://www.zambritisa.com/preguntas.html>

ANEXOS

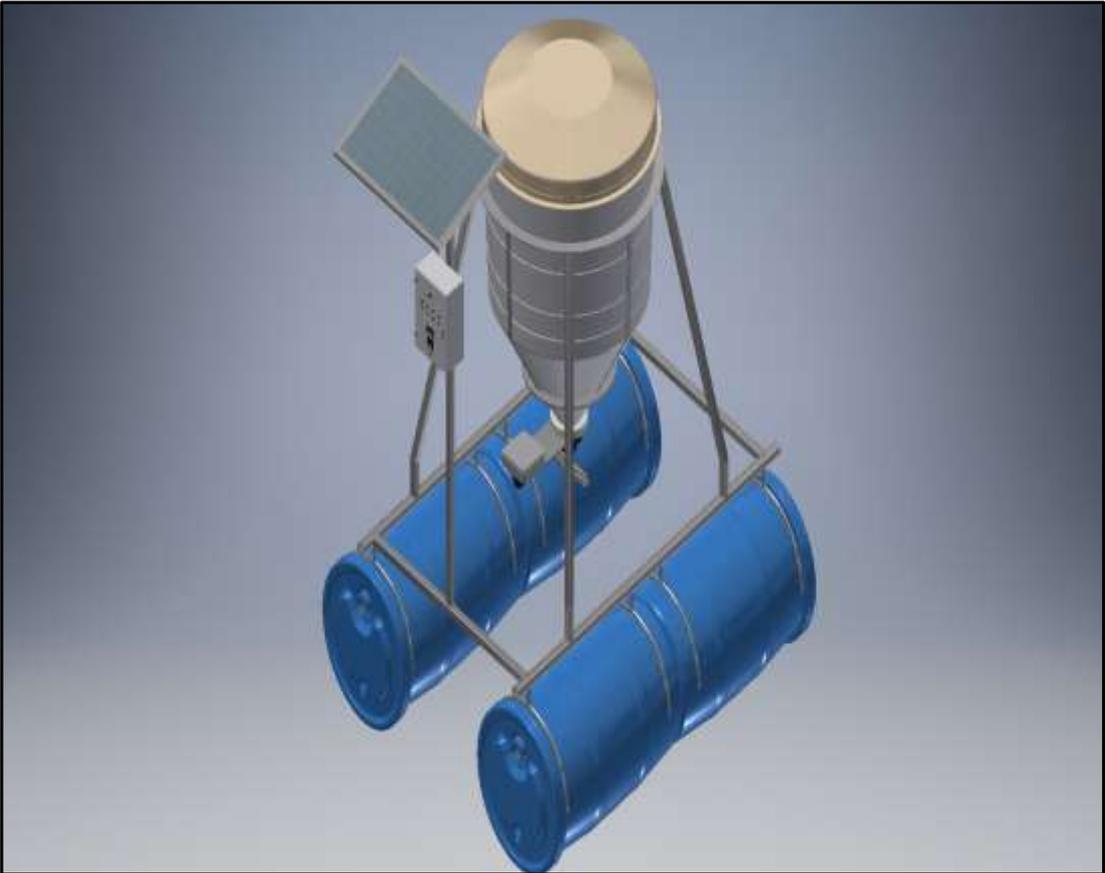
ANEXO 1. Parámetros técnicos de producción de camarón

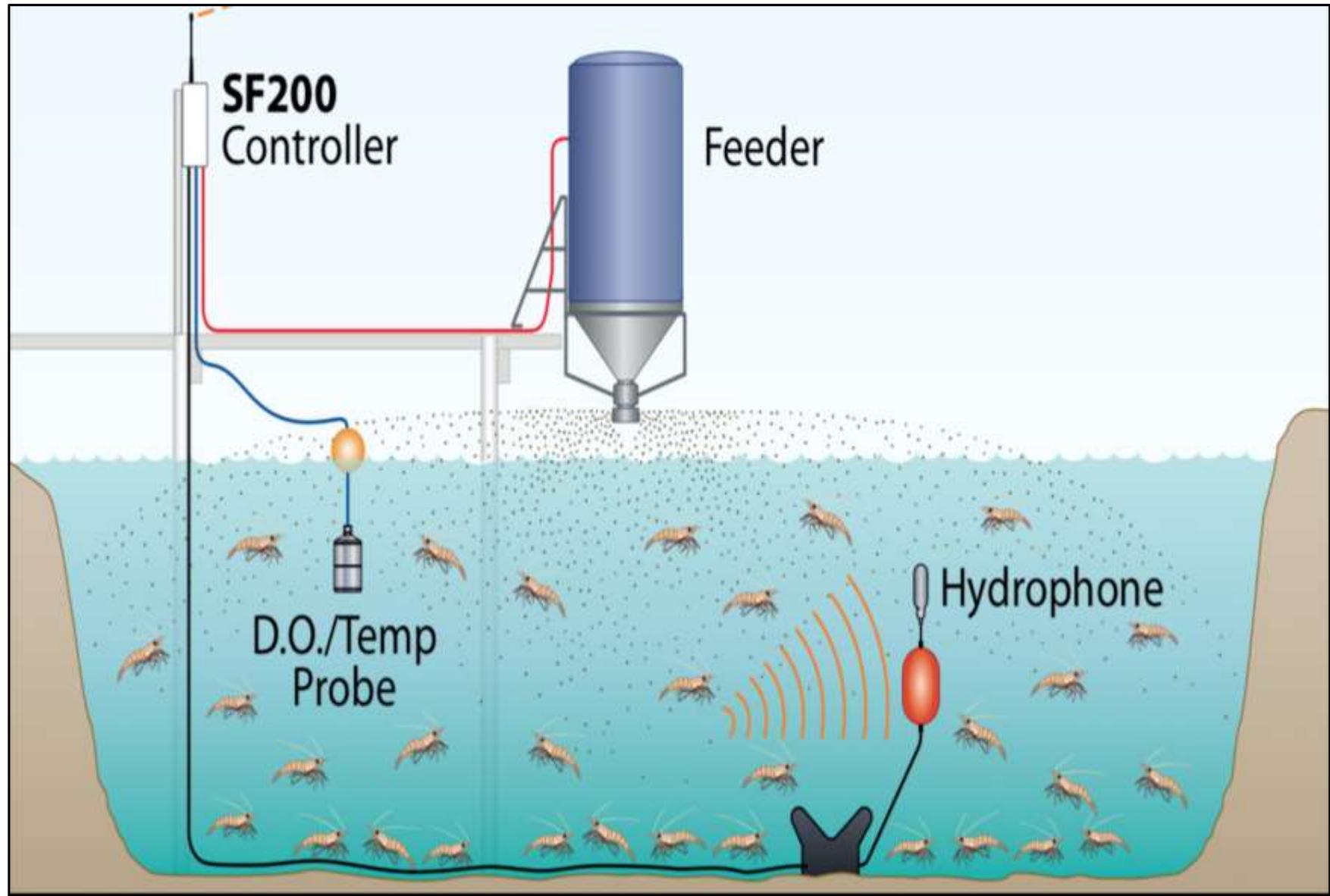
Mes	Luna nueva 	Cuarto creciente 	Luna llena 	Cuarto menguante 	Perigeo	Aguajes
ENERO	9	16	23	2, 31	14	10, 11, 12, 13, 24, 25, 26
FEBRERO	8	16	22		10	9, 10, 11, 12 22, 23, 24
MARZO	8	15	23	1, 31	10	9, 10, 11, 12 24, 25, 26
ABRIL	7	13	22	29	7	8, 9, 10, 11 23, 24, 25
MAYO	6	13	21	29	5	7, 8, 9, 10 22, 23, 24
JUNIO	4	12	20	27	3	5, 6, 7, 8 21, 22, 23
JULIO	4	11	19	26	1, 27	5, 6, 7, 8, 20, 21, 22
AGOSTO	2	10	18	24	21	3, 4, 5, 6, 19, 20, 21
SEPTIEMBRE	1, 30	9	16	23	18	2, 3, 4, 5 17, 18, 19, 20
OCTUBRE	30	8	15	22	16	1, 2, 3, 31 16, 17, 18, 19
NOVIEMBRE	29	7	14	21	14	1, 2, 3, 30 15, 16, 17
DICIEMBRE	29	7	13	20	12	1, 2, 3, 30, 31 14, 15, 16



SOBREVIVENCIA DE CAMARÓN SEMANAL		
EDAD (SEMANAS)	PESO VIVO (GRAMOS)	% SOBREVIVENCIA
1	0,80 gr	100%
2	1,20 gr	95%
3	1,80 gr	90%
4	3,80 gr	86%
5	5,80 gr	82%
6	7,80 gr	80%
7	9,80 gr	78%
8	11,80 gr	76%
9	13,80 gr	74%
10	15,80 gr	72%
11	17,80 gr	70%
12	19,80 gr	68%
13	21,80 gr	66%
14	23,80 gr	64%
15	25,80 gr	62%
16	27,80 gr	60%

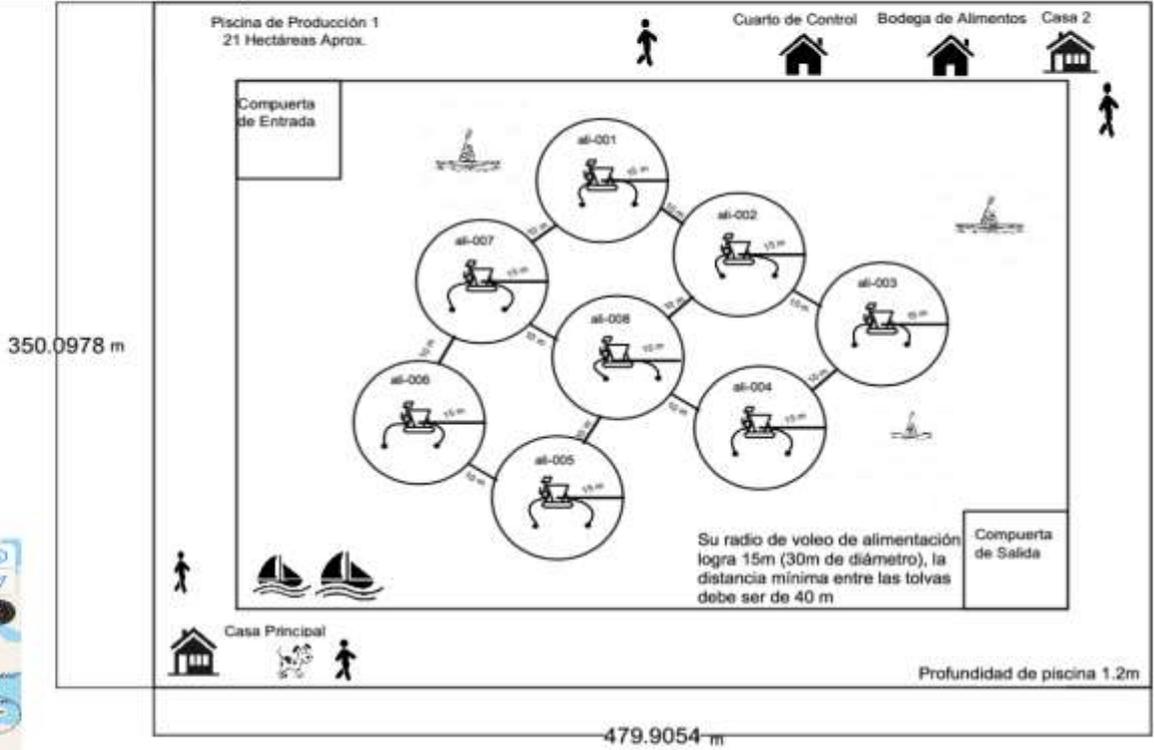
ANEXO 2. Diseño de alimentador autónomo





CICLOS OPTIMOS PARA LA ALIMENTACIÓN AUTOMÁTICA Y MANUAL DEL DOSIFICADOR					
Segmento	Peso de camarón (gr)	Tiempo de voleo (Seg)	Interv. entre voleo (Min)	Horas de trabajo día/horas	Programación
1	No determinado	10 Segundos	30 Minutos	No determinado	Manual
2	2.0 - 4.9 Gramos	5 Segundos	3 Minutos	12 Horas	Automática
3	5.0 - 7.9 Gramos	8 Segundos	4 Minutos	15 Horas	Automática
4	8.0 - 13.9 Gramos	25 Segundos	8 Minutos	18 Horas	Automática
5	> a 14 Gramos	40 Segundos	12 Minutos	20 Horas	Automática

**Piscina Representativa Simulación
Camaronera "Rosimar"
Huaquillas-El Oro**



Latitud -3,3958
Longitud -80,2369

Cuarto de Control	
Simbología	
	Tablero de Control
	Router
	HMI

CRITERIOS DE FUNCIONAMIENTO

La tolva tiene una capacidad de 375 kg de balanceado

Volea 100 kg en 12 horas aprox

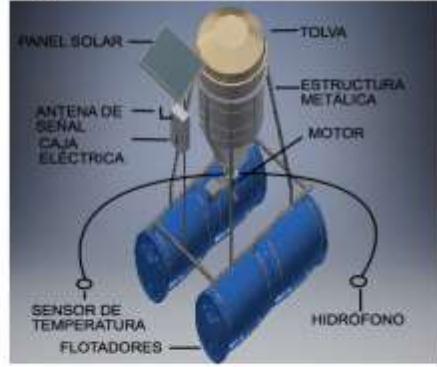
Los equipos logran alimentar 7000 lb de biomasa o 200,000 camarones por tolva

Se recomienda utilizar 1 equipo cada 2 hectáreas

Mediante este tipo de alimentación todos los camarones logran alimentarse adecuadamente

Se encuentra programado mediante 5 segmentos, 1 de forma manual y 4 de forma automática dependiendo el peso en el que se encuentra el camarón como se observa en la tabla

El alimentador funciona mediante una red inalámbrica que se conecta con el router que se encuentra en el cuarto de control



NOMBRE: ROSA GABRIELA POMA OCHOA

UBICACIÓN: HUAQUILLAS - EL ORO

TEMA: DISEÑO DE ALIMENTADORES AUTÓNOMOS PARA CAMARONERA ROSIMAR

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTIAGO GUAYAQUIL

FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

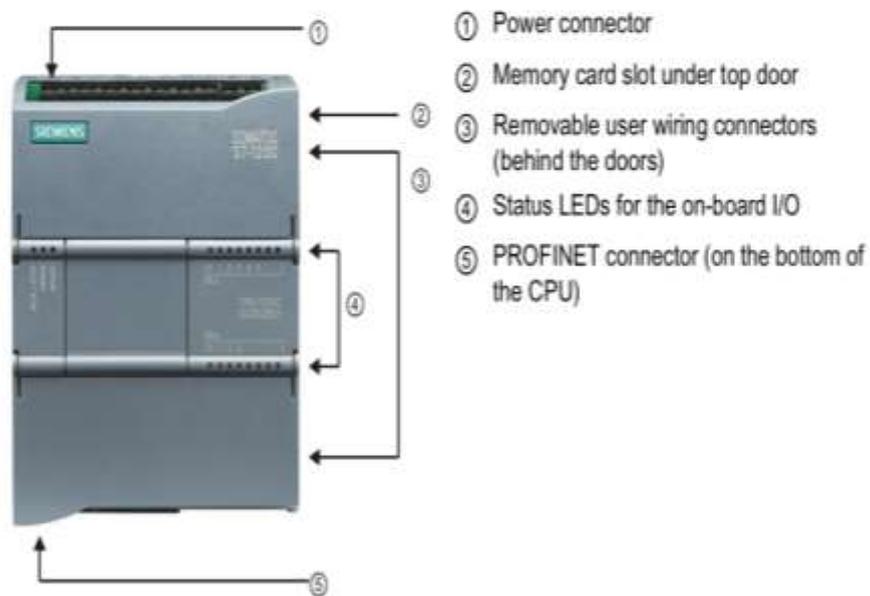
ANEXO 3. Datasheet PLC S7-1200

1.1 Introducing the S7-1200 PLC

The S7-1200 controller provides the flexibility and power to control a wide variety of devices in support of your automation needs. The compact design, flexible configuration, and powerful instruction set combine to make the S7-1200 a perfect solution for controlling a wide variety of applications.

The CPU combines a microprocessor, an integrated power supply, input and output circuits, built-in PROFINET, high-speed motion control I/O, and on-board analog inputs in a compact housing to create a powerful controller. After you download your program, the CPU contains the logic required to monitor and control the devices in your application. The CPU monitors the inputs and changes the outputs according to the logic of your user program, which can include Boolean logic, counting, timing, complex math operations, and communications with other intelligent devices.

The CPU provides a PROFINET port for communication over a PROFINET network. Additional modules are available for communicating over PROFIBUS, GPRS, RS485 or RS232 networks.



Several security features help protect access to both the CPU and the control program:

- Every CPU provides [password protection](#) (Page 164) that allows you to configure access to the CPU functions.
- You can use ["know-how protection"](#) (Page 165) to hide the code within a specific block.
- You can use [copy protection](#) (Page 166) to bind your program to a specific memory card or CPU.

Product overview

1.1 Introducing the S7-1200 PLC

Table 1- 1 Comparing the CPU models

Feature		CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C	CPU 1215C
Physical size (mm)		90 x 100 x 75	90 x 100 x 75	110 x 100 x 75	130 x 100 x 75
User memory	Work	30 Kbytes	50 Kbytes	75 Kbytes	100 Kbytes
	Load	1 Mbyte	1 Mbyte	4 Mbytes	4 Mbytes
	Retentive	10 Kbytes	10 Kbytes	10 Kbytes	10 Kbytes
Local on-board I/O	Digital	6 inputs/4 outputs	8 inputs/6 outputs	14 inputs/10 outputs	14 inputs/10 outputs
	Analog	2 inputs	2 inputs	2 inputs	2 inputs / 2 outputs
Process image size	Inputs (I)	1024 bytes	1024 bytes	1024 bytes	1024 bytes
	Outputs (Q)	1024 bytes	1024 bytes	1024 bytes	1024 bytes
Bit memory (M)		4096 bytes	4096 bytes	8192 bytes	8192 bytes
Signal module (SM) expansion		None	2	8	8
Signal board (SB), Battery board (BB), or communication board (CB)		1	1	1	1
Communication module (CM) (left-side expansion)		3	3	3	3
High-speed counters	Total	3 built-in I/O, 5 with SB	4 built-in I/O, 6 with SB	6	6
	Single phase	3 at 100 kHz	3 at 100 kHz	3 at 100 kHz	3 at 100 kHz
		SB: 2 at 30 kHz	1 at 30 kHz	3 at 30 kHz	3 at 30 kHz
Quadrature phase	3 at 80 kHz	3 at 80 kHz	3 at 80 kHz	3 at 80 kHz	
	SB: 2 at 20 kHz	1 at 20 kHz	3 at 20 kHz	3 at 20 kHz	
		SB: 2 at 20 kHz			
Pulse outputs ¹		4	4	4	4
Memory card		SIMATIC Memory card (optional)			
Real time clock retention time		20 days, typ. / 12 day min. at 40 degrees C (maintenance-free Super Capacitor)			
PROFINET		1 Ethernet communication port			2 Ethernet communication ports
Real math execution speed		2.3 µs/instruction			
Boolean execution speed		0.08 µs/instruction			

¹ For CPU models with relay outputs, you must install a digital signal board (SB) to use the pulse outputs.

Each CPU provides dedicated HMI connections to support up to 3 HMI devices. The total number of HMI is affected by the types of HMI panels in your configuration. For example, you could have up to three SIMATIC Basic panels connected to your CPU, or you could have up to two SIMATIC Comfort panels with one additional Basic panel.

The different CPU models provide a diversity of features and capabilities that help you create effective solutions for your varied applications. For detailed information about a specific CPU, see the [technical specifications](#) (Page 699).

Table 1-2 Blocks, timers and counters supported by S7-1200

Element		Description
Blocks	Type	OB, FB, FC, DB
	Size	30 Kbytes (CPU 1211C) 50 Kbytes (CPU 1212C) 64 Kbytes (CPU 1214C and CPU 1215C)
	Quantity	Up to 1024 blocks total (OBs + FBs + FCs + DBs)
	Address range for FBs, FCs, and DBs	1 to 65535 (such as FB 1 to FB 65535)
	Nesting depth	16 from the program cycle or start up OB; 4 from the time delay interrupt, time-of-day interrupt, cyclic interrupt, hardware interrupt, time error interrupt, or diagnostic error interrupt OB
	Monitoring	Status of 2 code blocks can be monitored simultaneously
	OBs	Program cycle
Startup		Multiple: OB 100, OB 200 to OB 65535
Time-delay interrupts and cyclic interrupts		4 ¹ (1 per event): OB 200 to OB 65535
Hardware interrupts (edges and HSC)		50 (1 per event): OB 200 to OB 65535
Time error interrupts		1: OB 80
Diagnostic error interrupts		1: OB 82
Timers		Type
	Quantity	Limited only by memory size
	Storage	Structure in DB, 16 bytes per timer
Counters	Type	IEC
	Quantity	Limited only by memory size
	Storage	Structure in DB, size dependent upon count type <ul style="list-style-type: none"> • SInt, USInt: 3 bytes • Int, UInt: 6 bytes • DInt, UDInt: 12 bytes

¹ Time-delay and cyclic interrupts use the same resources in the CPU. You can have only a total of 4 of these interrupts (time-delay plus cyclic interrupts). You cannot have 4 time-delay interrupts and 4 cyclic interrupts.

GLOSARIO

LITOPENAEUS: Es un género de crustáceos de la familia Penaeidae, conformado por especies anteriormente incluidas en el género Penaeus.

AUTÓNOMO: Significa que trabaja por su propia cuenta, no es dependiente.

DEMERSALES: Es un adjetivo que define aquellos peces que viven cerca del fondo del mar o lagos.

EPIBIONTES: Son plantas que crecen sobre la superficie de otras plantas, por ejemplo: musgos, algas y hongos que crecen sobre los escarabajos curculiónidos *Gymnopholus*, o los briozoos, que viven sobre otros animales.

PLC: Es un controlador lógico programable, más conocido por sus siglas en inglés PLC (programmable logic controller) o por autómata programable, es una computadora utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje o atracciones mecánicas.

CPU: Sigla de la expresión inglesa central processing unit, 'unidad central de proceso', que es la parte de una computadora en la que se encuentran los elementos que sirven para procesar datos.

CABLE ETHERNET: El elemento más importante de cualquier red, sea de kilómetros de distancia como de una simple red en la oficina o el hogar, es el cable Ethernet, y es el tipo de cable utilizado habitualmente para interconectar todos los dispositivos que conforman una LAN, incluyendo impresoras, discos externos, routers, escáneo.



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Rosa Gabriela Poma Ochoa**, con C.C: # 0705128452 autor/a del trabajo de titulación de: **Diseño de un sistema remoto de monitoreo autónomo de alimentación de camarones en la isla los Callejones del cantón de Huaquillas, provincia El Oro**, previo a la obtención del título de **Ingeniería en Eléctrico Mecánica**, en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 03 de marzo del 2020

f. _____

Nombre: Rosa Gabriela Poma Ochoa
C.C: 0705128452



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Diseño de un sistema remoto de monitoreo autónomo de alimentación de camarones en la isla los Callejones del cantón de Huaquillas, provincia El Oro.		
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):	POMA OCHOA ROSA GABRIELA		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres):	VALLEJO SAMANIEGO, LUIS VALLEJO		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ing. Eléctrico - Mecánica		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero Eléctrico-Mecánica con mención en gestión empresarial		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	3 de marzo 2020	No. DE PÁGINAS:	120
ÁREAS TEMÁTICAS:	Automatización, acuicultura y eléctrica		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	DISEÑO, MONITOREO, AUTÓNOMO, EFICIENCIA, APROVECHAMIENTO, EMPÍRICA, PROGRAMACIÓN.		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):	<p>El presente trabajo académico consiste en el diseño de un sistema de alimentación automatizado para camaronera mediante el abastecimiento eléctrico con energías renovables usando paneles solares, este proyecto tiene como base principal el diseño de un sistema automatizado para lograr el monitoreo y control de la dosificación de alimentos en las diferentes piscinas de camarón. Este prototipo consta de tecnología inalámbrica para la dosificación de alimento mediante el uso de un sistema PLC que permite el monitoreo de consumo de alimentos en tiempo real, ubicado en la provincia "El Oro", en el cantón de Huaquillas, Isla Los Callejones, que actualmente cuenta con un sistema de alimentación manual y falta de abastecimiento eléctrico. La forma de alimentación actual presenta varias desventajas en la eficiencia de producción, entre las más relevantes se encuentran: la excesiva mano de obra que se requiere tanto para la siembra, alimentación, cuidado y cosecha del camarón; falta de precisión al momento de alimentar, lo cual causa el desperdicio de balanceado; otra de las principales desventajas que cuenta las camaroneras en islas es la falta de abastecimiento eléctrico mediante el uso de las redes de distribución. Por esas razones se recomienda un sistema automático y autosustentable para la alimentación de los camarones, ya que mejoraría la producción.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0984784585	E-mail: gabrielita_rpo@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Ing. Philco Asqui, Luis Orlando		
	Teléfono: 0980960875		
	E-mail: Luis.philco@cu.ucsg.edu.ec / ute@cu.ucsg.edu.ec		

SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA	
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):	
Nº. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):	