



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE MÓDULO PARA ADQUISICIÓN DE DATOS DE
LA CALIDAD DEL AGUA EN SISTEMAS ACUÍCOLAS UTILIZANDO UN
MULTISENSOR ORIENTADO AL IOT.**

Trabajo de titulación previa a la obtención del título de
INGENIERO ELECTRÓNICO

AUTORES: Ernesto Charles Guevara Zambrano

Javier Alexander Vélez Navia

TUTOR: Ing. Mónica Miranda R.

Guayaquil - Ecuador

2022

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Ernesto Charles Guevara Zambrano con documento de identificación N° 0950165878 y Javier Alexander Vélez Navia con documento de identificación N° 0801605247; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 7 de marzo del año 2022

Atentamente,

Ernesto Charles Guevara Zambrano
C.I. 0950165878

Javier Alexander Vélez Navia
C.I. 0801605247

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN
A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Ernesto Charles Guevara Zambrano con documento de identificación N° 0950165878 y Javier Alexander Vélez Navia con documento de identificación N° 0801605247, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del proyecto técnico: "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE MÓDULO PARA ADQUISICIÓN DE DATOS DE LA CALIDAD DEL AGUA EN SISTEMAS ACUÍCOLAS UTILIZANDO UN MULTISENSOR ORIENTADO AL IOT", el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero electrónico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 7 de marzo del año 2022

Atentamente,

Ernesto Charles Guevara Zambrano
C.I 0950165878

Javier Alexander Vélez Navia
C.I. 0801605247

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Mónica María Miranda Ramos con documento de identificación N° 0917271785, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE MÓDULO PARA ADQUISICIÓN DE DATOS DE LA CALIDAD DEL AGUA EN SISTEMAS ACUÍCOLAS UTILIZANDO UN MULTISENSOR ORIENTADO AL IOT, realizado por Ernesto Charles Guevara Zambrano con documento de identificación N° 0950165878 y por Javier Alexander Vélez Navia con documento de identificación N° 0801605247, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 7 de marzo del año 2022

Atentamente,

Ing. Mónica María Miranda Ramos. MSC.
C.I.: 0917271785

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD.

Nosotros, Ernesto Charles Guevara Zambrano con documento de identificación N° 0950165878 y Javier Alexander Vélez Navia con documento de identificación N° 0801605247, estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana con sede en Guayaquil declaramos que la responsabilidad del contenido de este proyecto de titulación corresponde exclusivamente y es propiedad intelectual de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 7 de marzo del año 2022

Atentamente,

Ernesto Charles Guevara Zambrano
C.I 0950165878

Javier Alexander Vélez Navia
C.I. 080160524

DEDICATORIA

A mi esposa Mercedes Jijón la mujer que Dios puso en mi camino, por su gran paciencia y creyendo siempre en mis capacidades, la cual me impulso a finalizar esta etapa, sobre todo a mi amada y pequeña hija Isabella Mercedes Guevara Jijón que este logro está dedicado para ella quien me llena de ferviente amor, quien es la inspiración que me motiva a seguir cumpliendo metas y mejorando cada día.

Le dedico este logro de igual manera a mis padres los cuales estuvieron siempre persistentes y presentes en mi vida.

Ernesto Charles Guevara Zambrano.

A mis padres y abuelos que desde muy temprana edad me inculcaron que el mejor regalo que me pueden dar es una buena educación, aunque no todos estén presentes físicamente sus enseñanzas siempre están conmigo.

De la misma manera e dedicada a mi pequeña hija Sofía Madeline Vélez Marcillo quien se convirtió en una de las principales fuentes de fortaleza que me han impulsado a seguir cumpliendo mis metas.

Javier Alexander Vélez Navia.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser quien me guio y cuidó durante mis años de estudio mostrando su gran misericordia de la cual estoy eternamente agradecido. Por ser quien me “ha llenado del espíritu en sabiduría, en inteligencia, en conocimiento y en toda clase de arte “.

Le agradezco a mis padres Carlos Guevara P, María Zambrano L y hermanos quienes, con rigor, amor y dedicación me supieron enseñar buenos valores, dándome apoyo incondicional para culminar metas en mi vida personal y profesional.

Agradezco a mi tutora Mónica Miranda, por no ser solo una maestra, por ser una amiga quien nos ha guiado en la obtención del título, compartiendo experiencias y conocimientos en sus cátedras desde nuestros inicios en la vida universitaria.

Reconozco a José Sáenz, Xavier Pérez, María José Gómez, Abraham Pérez, Javier Vélez, Raquel Zambrano, Bruno Batallas, Luis Guzmán, Edison Larrea, Valeria Cifuentes, NS, Henry de la Cruz, Axel Osejo, Yulencia Berru, Juan Guevara y demás amigos quienes estuvieron presentes en mi vida Universitaria, comprometidos a brindar todo su apoyo y conocimientos para finalizar esta etapa.

Ernesto Charles Guevara Zambrano.

A Dios por guiarme durante todo el camino a obtener este logro y cada día de mi vida. Muy agradecido con mis padres Doro Javier Vélez Gutierrez y Soraya Medeline Navia Batioja por el esfuerzo de siempre apoyarme, por enseñarme disciplina y buenos valores los cuales me sirven en vida diaria.

Agradezco a mi esposa Laura Raquel Marcillo Iannuzzelli por su ayuda y palabras de aliento durante toda esta etapa de crecimiento académica y personal. De igual forma agradezco a mis familiares que siempre tuvieron el acierto de brindarme ayuda o consejo cuando fue necesario. A mis amigos los cuales empezamos como compañeros de clases y estuvieron siempre dispuestos ayudar.

Javier Alexander Vélez Navia.

RESUMEN

AÑO	ALUMNOS	DIRECTOR DE PROYECTO	TITULO A OBTENER	TEMA DEL PROYECTO
2022	ERNESTO CHARLES GUEVARA ZAMBRANO. JAVIER ALEXANDER VELEZ NAVIA.	ING. MONICA MIRANDA RAMOS.	INGENIERO ELECTRÓNICO	"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE MÓDULO PARA ADQUISICIÓN DE DATOS DE LA CALIDAD DEL AGUA EN SISTEMAS ACUÍCOLAS UTILIZANDO UN MULTISENSOR ORIENTADO AL IOT"

En la actualidad, Ecuador se encuentra situado como uno de los más importantes productores de camarón lo que ha permitido un crecimiento ascendente pese a la emergencia sanitaria de la Covid-19, pero la producción en muchas partes del país se sigue realizando de manera empírica sin tener datos reales de la calidad del agua corriendo un gran riesgo de perder gran parte de la producción.

Por lo cual este proyecto técnico está dirigido a los productores e investigadores acuícolas permitiendo monitorear parámetros importantes del agua tales como salinidad, temperatura y oxígeno disuelto desde un smartphone en cualquier parte del mundo estando a la vanguardia de la cuarta generación industrial (IoT).

El proyecto técnico cuenta de dos módulos uno fijo y un módulo móvil totalmente autónomo guiado mediante GPS a las coordenadas establecidas previamente, el cual se encarga de recolectar los datos obtenidos de los sensores, enviados a la estación fija esta se encuentra conectada a internet actualizando cada cinco minutos el App y generando un archivo histórico por día. Al visualizar los datos se pueden tomar correctivos al momento de alimentar, oxigenar y bombear agua mejorando la calidad del producto y reduciendo cualquier anomalía en la calidad del agua en donde se está desarrollando el cultivo.

A futuro se puede contemplar un análisis determinístico, probabilísticos y estadísticos de los datos obtenidos en un determinado tiempo.

ABSTRACT

YEAR	STUDENTS	PROJECT TUTOR	TITLE ONE GET	PROJECT THEME
2022	ERNESTO CHARLES GUEVARA ZAMBRANO. JAVIER ALEXANDER VELEZ NAVIA.	ING. MONICA MIRANDA RAMOS	ELECTRONIC ENGINEER	"DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A MODULE FOR ACQUISITION OF WATER QUALITY DATA IN AQUACULTURE SYSTEMS USING AN IOT-ORIENTED MULTISENSOR"

Currently, Ecuador is positioned as one of the most important shrimp producers, which has allowed upward growth despite the Covid-19 health emergency, but production in many parts of the country continues to be carried out empirically without have real data on the quality of the water running a great risk of losing a large part of the production.

Therefore, this technical project is aimed at aquaculture producers and researchers, allowing them to monitor important water parameters such as salinity, temperature and dissolved oxygen from a smartphone anywhere in the world, being at the forefront of the fourth industrial generation (IoT).

The technical project has two modules, one and a fully autonomous mobile module guided by GPS to the previously established coordinates, which is responsible for collecting the data obtained from the sensors, sent to the fixed station, which is connected to the internet, updating every five minutes the App and revealing a historical file per day. By visualizing the data, corrective measures can be taken when feeding, oxygenating and pumping water, improving the quality of the product and reducing any anomaly in the quality of the water where the crop is being developed.

In the future, a deterministic, probabilistic and statistical analysis of the data obtained in a certain time can be contemplated.

INDICE GENERAL

Comentado [REPO1]: Numeración de índice alineada

Comentado [EG2R1]: ok

Comentado [EG3R1]:

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	II
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	III
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	IV
DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	IX
INDICE GENERAL	X
ÍNDICE DE FIGURA	XIV
ÍNDICE DE TABLA	XVIII
INDICE DE ANEXO	XIX
INTRODUCCIÓN	1
1. PROBLEMA	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 DELIMITACIÓN	2
1.2.1 DELIMITACIÓN TEMPORAL	2
1.2.2 DELIMITACIÓN ESPACIAL	2
1.2.3 DELIMITACIÓN ACADÉMICA	2
1.3 OBJETIVO GENERAL	3
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.5 JUSTIFICACION	3

1.6	DESCRIPCION DE LA PROPUESTA	4
1.7	BENEFICIARIOS DE LA PROPUESTA	4
2.	ESTADO DEL ARTE.....	5
2.1	EL AGUA.	5
2.1.1	CALIDAD DEL AGUA.....	5
2.1.2	PARAMETROS DE LA CALIDAD DEL AGUA.....	6
2.1.2.1	TEMPERATURA.....	7
2.1.2.2	OXIGENO	8
2.1.2.3	SALINIDAD	9
2.2	ACUICULTURA.	9
2.3	SISTEMAS DE PRODUCCIÓN.....	11
2.3.1	SISTEMA EXTENSIVO	11
2.3.2	SISTEMA SEMI-INTENSIVO	12
2.3.3	SISTEMA INTENSIVO.....	12
2.4	TOMA DE MUESTRAS DE LA CALIDAD DEL AGUA.....	13
2.4.1	SONDA MULTIPARAMÉTRICA PARA ANALIZAR LA CALIDAD DEL AGUA.....	14
2.4.2	OXÍGENO DISUELTO.	14
2.4.2.1	CICLO DEL OXÍGENO.....	15
2.4.2.2	MEDIR EL OXÍGENO DISUELTO.....	15
2.4.3	TEMPERATURA.....	16
2.4.3.1	MEDIR LA TEMPERATURA DEL AGUA	16
2.4.4	SALINIDAD	16
2.4.4.1	MEDIR LA SALINIDAD DEL AGUA.....	17
2.5	SISTEMA ELECTRÓNICO.....	17
2.5.1	SENSORES.....	17

2.5.2	RASPBERRY.....	18
2.5.3	[15]XBEE.....	18
2.5.4	DRIVER DE MOTOR.....	19
2.5.5	MODULO GPS.....	19
2.5.6	MODULO BRÚJULA DIGITAL.....	20
2.5.7	SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	21
2.5.8	REGULADOR DE VOLTAJE.....	21
2.5.9	BATERÍAS.....	22
2.5.10	TRANSMISION INALÁMBRICA.....	23
2.6	APLICACIÓN.....	23
2.6.1	ANDROID STUDIO.....	23
2.6.2	FIBERBASE.....	24
2.7	MICROCONTROLADOR ATMEGA.....	25
2.8	SENSOR DE CONDUCTIVIDAD.....	26
2.8.1	CARACTERISTICAS PRINCIPALES.....	27
2.9	SENSOR FDO-99E.....	27
2.9.1	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES.....	28
2.10	LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN.....	29
2.10.1	PYTHON.....	29
2.10.1.1	IMPLEMENTACION.....	29
2.10.2	ARDUINO IDE.....	30
3.	MARCO METODOLÓGICO.....	31
3.1	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	31
3.1.1	TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN.....	31
3.1.2	TÉCNICA EXPERIMENTAL.....	31

3.2	PROCEDIMIENTO DEL PROYECTO	32
3.2.1	PRIMERA ETAPA (INVESTIGACIÓN PRELIMINAR).....	33
3.2.2	SEGUNDA ETAPA (ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS).....	34
3.2.3	TERCERA ETAPA (PLANEACIÓN).....	36
3.2.4	CUARTA ETAPA (DISEÑO Y MODELADO).....	36
3.2.4.1	CALCULO DEL SISTEMA ELECTRICO.....	36
3.2.4.2	DESARROLLO DE LOS PROTOTIPO ESTACION MOVIL Y FIJA	41
3.2.4.3	DESARROLLO DEL MODELO EN 3D.....	47
3.2.4.4	DESARROLLO DEL CIRCUITOS ESQUEMATICOS	48
3.2.4.5	CALCULO DE TERMINOS AZIMUT PARA LA ESTACION MOVIL.....	49
3.2.5	QUINTA ETAPA (CONSTRUCCIÓN)	51
3.2.6	SEXTA ETAPA (IMPLEMENTACIÓN).....	53
3.2.6.1	PISCINA LOCAL	53
3.2.6.2	PISCINA DE SISTEMA SEMI-INTENSIVO.....	55
4.	RESULTADOS	60
5.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	61
5.1	PROTOTIPO DE ESTRUCTURAS REALIZADAS	61
5.2	DATOS ADQUIRIDOS	65
5.3	CALIDAD DEL AGUA 26-02-2022	66
5.4	CALIDAD DEL AGUA 28-02-2022	69
	CONCLUSIONES	71
	RECOMENDACIONES.....	72
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	73
	ANEXOS	76

ÍNDICE DE FIGURA

FIGURA 2.1 EL AGUA [2].	5
FIGURA 2.2 TOMA DE MUESTRAS [4]	6
FIGURA 2.3 TOMA DE MUESTRA TEMPERATURA [5].....	7
FIGURA 2.4 AIREACIÓN DEL AGUA [5]	8
FIGURA 2.5 AGUA DE MAR [7].	9
FIGURA 2.6 CAMARÓN [9]	10
FIGURA 2.7 PESCA POLICULTIVOS EN SISTEMAS EXTENSIVOS [5]	11
FIGURA 2.8 PESCA MONOCULTIVO EN SISTEMA SEMI INTENSIVO [5].	12
FIGURA 2.9 SISTEMA INTENSIVO [5].	13
FIGURA 2.10 CONCENTRACIÓN DE OXÍGENO EN LOS CAMARONES [11].	14
FIGURA 2.11 DIFERENTES TIPOS DE SENSORES [13].	18
FIGURA 2.12 RASPBERRY [14].	18
FIGURA 2.13 DRIVER DUAL PARA MOTOR [16].....	19
FIGURA 2.14 CONEXIÓN DEL GPS [18].....	20
FIGURA 2.15 BRÚJULA DIGITAL [20].	20
FIGURA 2.16 PANEL SOLAR [22].....	21
FIGURA 2.17 REGULADOR DE VOLTAJE [20]	22
FIGURA 2.18 COMUNICACIÓN INALÁMBRICA [24].	23
FIGURA 2.19 ENTORNO ANDROID STUDIO [25].	24
FIGURA 2.20 FIRE BASE LOGO [26].	25

FIGURA 2.21 ARDUINO MEGA [20].	26
FIGURA 2.22 KIT DEL SENSOR DE CONDUCTIVIDAD [28].	26
FIGURA 2.23 Sonda OD [29]	28
FIGURA 2.24 ENTORNO DE PROGRAMACIÓN.	30
FIGURA 3.1 ARQUITECTURA BÁSICA DE LA ESTACIÓN MÓVIL.	33
FIGURA 3.2 ARQUITECTURA BÁSICA DE LA ESTACIÓN FIJA.	34
FIGURA 3.3 CRONOGRAMA	36
FIGURA 3.4 PROPELA EN RESINA.	42
FIGURA 3.5 IMPRESIÓN DE PROPELA EN PLA	42
FIGURA 3.6 ESTRUCTURA MÓVIL PROTOTIPO 1.	43
FIGURA 3.7 ESTACIÓN MÓVIL PROTOTIPO 2.	45
FIGURA 3.8 ESTACIÓN MÓVIL CON ESPUMAFLEX PROTOTIPO 3.	45
FIGURA 3.9 PRUEBAS DE MONITOREO DEL GPS.	46
FIGURA 3.10 ESTACIÓN MÓVIL	47
FIGURA 3.11 ESTACIÓN FIJA.	47
FIGURA 3.12 DIAGRAMA CONEXIÓN DE LA ESTACIÓN MÓVIL	48
FIGURA 3.13 DIAGRAMA CONEXIÓN DE LA ESTACIÓN FIJA	48
FIGURA 3.14 BRÚJULA DIGITAL.	49
FIGURA 3.15 PROPELAS REALIZADAS EN RESINA.	51
FIGURA 3.16 TABLERO DE CONTROL ARMADO.	51
FIGURA 3.17 ESTRUCTURA MÓVIL TERMINADA.	52

FIGURA 3.18 VERIFICACIÓN DE CONEXIÓN DE ESTACIÓN FIJA.....	53
FIGURA 3.19 ESTACIÓN FIJA ENSAMBLADA.....	53
FIGURA 3.20 PISCINA UPS VISTA DESDE GOOGLE MAPS.	54
FIGURA 3.21 PRUEBA DE RECORRIDO 1.....	54
FIGURA 3.22 PRUEBA DE RECORRIDO 2.....	54
FIGURA 3.23 APP EN FUNCIONAMIENTO.	55
FIGURA 3.24 MEDICIÓN DE LA SUPERFICIE DE LA PISCINA A REALIZAR EL ANÁLISIS DE CALIDAD.....	56
FIGURA 3.25 MEDICIÓN DEL RECORRIDO TOTAL DE LA ESTACIÓN MÓVIL.....	56
FIGURA 3.26 ESTACIÓN FIJA INSTALADA.	57
FIGURA 3.27 ESTACIÓN MÓVIL INSTALADA.....	57
FIGURA 3.28 ESTACIÓN MÓVIL RECOLECTANDO DATOS.....	58
FIGURA 3.29 PANTALLA LCD DE LA ESTACIÓN FIJA.	58
FIGURA 3.30 APP MOSTRANDO DATOS CAPTURADOS Y EN TIEMPO REAL.....	59
FIGURA 3.31 BASE DE DATOS ALMACENADOS EN LA RASPBERRY	59
FIGURA 5.1 ANÁLISIS DEL PROTOTIPO 1	62
FIGURA 5.2 ANÁLISIS DEL PROTOTIPO 2.....	62
FIGURA 5.3 ANÁLISIS DEL PROTOTIPO 3.....	63
FIGURA 5.4 COMPARACIÓN ESTRUCTURA ESTABLE.....	63
FIGURA 5.5 COMPARACIÓN DE LA FRICCIÓN ENTRE EL CASCO Y EL AGUA... ..	63
FIGURA 5.6 COMPARACIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO.	64
FIGURA 5.7 COMPARACIÓN DE LA ESTRUCTURA.....	64

FIGURA 5.8 COMPARACIÓN DEL PESO.....	64
FIGURA 5.9 COMPARACIÓN DE LA VELOCIDAD.....	65
FIGURA 5.10 OXÍGENO DISUELTO.....	65
FIGURA 5.11 SALINIDAD.....	66
FIGURA 5.12 TEMPERATURA.....	66
FIGURA 5.13 COMPORTAMIENTO DEL OD.....	68
FIGURA 5.14 PROMEDIO DE LOS VALORES CAPTURADOS.....	69
FIGURA 5.15 BOMBEO DE AGUA.....	69
FIGURA 5.16 COMPARACIÓN DE DATOS ALMACENADOS.....	70

ÍNDICE DE TABLA

TABLA 2.1 <i>PARÁMETROS A MEDIR</i> [11].....	13
TABLA 2.2 CONDICIONES DE TEMPERATURA (°C) [11].....	16
TABLA 2.3 SALINIDAD DEL AGUA EN PPM-PPT [11].	17
TABLA 3.1 TABLA DE ELEMENTOS A COMPRAR E IMPORTAR.	35
TABLA 3.2 CONSUMO MODULO MÓVIL.....	37
TABLA 3.3 HORAS SOL PICO.....	38
TABLA 3.4 CALCULO PANELES SOLARES.....	39
TABLA 3.5 CALCULO BATERÍAS.....	39
TABLA 3.6 CONSUMO MODULO FIJO.....	40
TABLA 3.7 CALCULO HORAS SOL PICO.....	40
TABLA 3.8 CALCULO PANEL SOLAR.....	40
TABLA 3.9 CALCULO BATERÍAS.....	41
TABLA 3.10 DISEÑO DE ESTRUCTURA MÓVIL PROTOTIPO 1.....	41
TABLA 3.11 DISEÑO DE ESTRUCTURA PROTOTIPO 2.....	44
TABLA 3.12 ESTACIÓN MÓVIL CON ESPUMAFLEX PROTOTIPO 3.....	46
TABLA 5.1 <i>COMPARACIÓN DE PROTOTIPOS</i>	61
TABLA 5.2 CÁLCULOS DEL PESO, VELOCIDAD Y CONSUMO ENERGÉTICO.	61
TABLA 5.3 DATOS ALMACENADOS.....	67

INDICE DE ANEXO

ANEXO A	77
ANEXO B	79
ANEXO C	83

INTRODUCCIÓN

1. PROBLEMA

1.1 ANTECEDENTES.

En la provincia de Esmeralda cantón Muisne se realizan cultivos para la comercialización de camarones y peces fomentada por una práctica poco sustentable desde el punto de vista ecológico. Provocada por trabajos empíricos, donde la experiencia que han adquirido por el pasar del tiempo indica la necesidad del bombeo de agua continua para mantener en un estado bueno su producción.

Esto aumenta las horas trabajo hombre el cual necesitan pasar un promedio de 14 horas pendientes de las piscinas acuícolas, los nativos que trabajan deben dejar atrás a sus familias creando una problemática social a nivel familiar.

Las inversiones por parte del propietario de las piscinas suelen ser contraproducentes donde estos se aventuran con base de expectativas a garantizar que el producto final será comercializado. En sus presupuestos de inversión no incluye realizar un control de la calidad del agua de los estanques ya que al realizar exámenes fisicoquímicos que muestran las condiciones en el cual se están desarrollando los productos tendría costos adicionales elevados y un tiempo de espera de resultado demasiado prolongado dejando una brecha muy corta de respuesta para mitigar cualquier anomalía que podría causar la pérdida de producción.

La compilación de los parámetros son electrónicas o químicas realizadas de forma manual igual que el almacenamiento de los datos adquiridos, realizar estos procesos es muy importante para la producción que depende de parámetros ambientales, y químicos en el agua.

Hoy en día hay múltiples empresas que prestan sus servicios y productos para el monitoreo del agua dando énfasis a la recolección de datos y almacenamiento de la información, pero los costos van al número de visitas que realizan.

En este trabajo se propone y evalúa el desarrollo de un módulo sostenible que contiene un medidor multiparámetro cuyos datos recolectados se reflejarían en una App. El diseño explota la cuarta revolución industrial, misma que permite incrementar la fiabilidad en la transmisión de datos.

Comentado [REPO4]: Las primeras páginas ok, Esta página es la 1 (pero no va el número)

Comentado [EG5R4]: ok

Comentado [EG6R4]:

Comentado [REPO7]: Esta página es la 2, desde aquí se coloca el número de página.

Adicionalmente, el módulo constara de paneles solares que otorgaría energía amigable y sostenible.

1.2 DELIMITACIÓN.

1.2.1 DELIMITACIÓN TEMPORAL.

El desarrollo del diseño e implementación se iniciará en el periodo correspondiente entre octubre del 2020 y abril del 2021 con una ampliación de tiempo entre mayo 2021 hasta abril del 2022.

Los datos recolectados de nivel de concentración de oxígeno, temperatura y salinidad serán almacenados en una base siendo visibles por medio de una APP.

Las pruebas para la captura de datos serán realizadas en dos escenarios el primero en una piscina local situado en nuestro domicilio y el segundo escenario en la camaronera propiedad de Soraya Navia Batioja bajo medidas de seguridad sanitaria contra el covid-19 y/o cuando termine la emergencia sanitaria.

1.2.2 DELIMITACIÓN ESPACIAL.

La implementación del proyecto técnico se implementará en la piscina ubicada en la provincia de Esmeralda cantón Muisne, coordenadas 0°37'52.8"N 79°57'50.3"W. con una superficie total de 33.421,64m².

1.2.3 DELIMITACIÓN ACADÉMICA.

El proyecto de titulación cumple con las bases establecidas por la Universidad Politécnica Salesiana tanto académicas y a nivel profesional adquiridos durante los años de estudios, los cuales ayudaron en al análisis científico-técnico que se aplicó en el proyecto lo cual tiene como base la investigación para generar conceptos adecuados sustentados en la implementación de un módulo analizador de agua tomando como iniciativa la cuarta revolución industrial.

Comentado [REPO8]: no primera persona

Comentado [EG9R8]: ok

1.3 OBJETIVO GENERAL.

- Implementar módulo autónomo que analice y muestre el estado de la calidad del agua en sistemas acuícolas utilizando tecnología IoT.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Diseñar estructura de exploración autónoma mediante GPS.
- Monitorear datos de calidad del agua en tiempo real utilizando tecnología inalámbrica 2.4Ghz.
- Diseñar App de visualización de nivel y alertas de los parámetros monitoreados

1.5 JUSTIFICACION

Es necesario generar un sistema de alerta de cómo se encuentra la calidad del agua en piscinas acuícolas para ayudar a reducir el gasto excesivo de recursos naturales como el agua, tomando decisiones que contribuirán a una práctica sustentable con el medio ambiente.

El monitoreo en tiempo real ayuda a anticiparse a eventuales enfermedades como el síndrome de Taura y los virus de la mancha blanca y cabeza amarilla, que han ocasionado terribles pérdidas económicas a los productores **ecuatorianos**.

Además, los nativos acuicultores tienen mayor rapidez de respuesta a cualquier inconveniente sin la necesidad de atender con la salud ocupacional y familiar a la cual estaban regidos.

El registro de sucesos en el estado del agua se almacena y genera alertas de las condiciones críticas sirve directamente para evitar estrés lo que puede derivar en pérdida de apetito, crecimiento lento, susceptibilidad a las enfermedades, parásitos lo que incrementa de la mortalidad en camarones y peces.

Según Global Acuicultura Alliance: en Ecuador con el avance de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), se han implementado diversas herramientas para apoyar a la industria. Actualmente, han implementado el monitoreo de varios parámetros de agua; estableciendo sistemas de alerta temprana para la prevención de

Comentado [REPO10]: entre párrafos es doble espacio

Comentado [REPO11]: redactor bien, enlazando ideas

Comentado [JAVN12R11]: corregido

Comentado [EG13R11]: puede ser:

enfermedades; evaluación de la rentabilidad del proyecto de acuerdo con el tamaño de los cultivos y las condiciones del mercado, entre otros.

Tras la necesidad investigativa, se puede supervisar, monitorear, analizar y gestionar acciones correctivas.

Comentado [REPO14]: no primera persona

Comentado [JAVN15R14]: corregido

El proyecto está dirigido bajo el conocimiento adquirido en el área de electrónica y telecomunicaciones por la gran apertura que tiene este en el campo industrial y diversos sectores siendo como principal tema el IOT.

1.6 DESCRIPCION DE LA PROPUESTA

La implementación del proyecto consiste en tomar los estudios realizados a la cuarta revolución industrial IoT (Internet of Things) e implementarlos a un sistema para el análisis del agua, con el objetivo de generar alertas y poderlas visualizar desde un Smartphone o Pc. Las alertas permitirán tomar correctivos para mitigar la pérdida de la producción en los sistemas acuícolas.

Comentado [REPO16]: no primera persona

Comentado [JAVN17R16]: corregido

1.7 BENEFICIARIOS DE LA PROPUESTA

El módulo tendrá como utilidad mejorar el tiempo de respuesta de los acuicultores y aumentar la tasa de supervivencia para obtener un producto idóneo.

El almacenamiento de los parámetros del agua tendrá como principales beneficiarios los sectores públicos/privado al facilitar el control de estándares de calidad. Los datos del desarrollo del proyecto serán de utilidad al estudiantado e investigadores de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil para seguir innovando en mejores tecnologías.

2. ESTADO DEL ARTE.

2.1 EL AGUA.

El agua es un elemento complejo y fascinante que recuerda constantemente una dependencia de ella y la fragilidad de nuestra existencia. Sin agua no hay vida, el agua es fuente de vida, bienestar y placer, pero su presencia también puede ser problemática y amenazante [1].



Figura 2.1 El agua [2].

2.1.1 CALIDAD DEL AGUA.

La calidad de agua son los parámetros que especifican el estado de dicho cuerpo hídrico para los usos que se requiera del mismo. Normalmente, los parámetros físicos, químicos y microbiológicos se posicionan en un rango que se asocia a una biodiversa comunidad biótica que sobrevive a dichas características, al uso como agua potable para localidades cercanas, usos recreativos, aplicaciones agro-ganaderas, entre otras (Vallejo, 2017) [3].

En este trabajo es posible aprender algo más sobre el agua propiamente dicha, y las principales características físicas y químicas que son importantes para la producción de camarones en piscinas de tierra. Una vez que se conoce bien el agua de las piscinas es más fácil comprender cómo controlar su calidad y si es necesario, cómo mejorarla mediante un correcto manejo (Cuéllar - Anjel et al., 2010) [3].

Comentado [REPO18]: no primera persona

Comentado [JAVN19R18]: corregido

Comentado [REPO20]: no primera persona

Comentado [JAVN21R20]: corregido

Comentado [REPO22]: esta imagen no es propia y la fuente??

La calidad del agua de las piscinas es un punto crítico en el proceso de producción y debe ser controlada en los parámetros físicos, químicos y biológicos. Éstos deben ser adecuados y mantenidos dentro de rangos aceptables para el buen desarrollo del camarón. En caso contrario, la población de cultivo podría pasar a tener bajo crecimiento, proliferación de patógenos con brotes de enfermedad, eventuales mortalidades y baja calidad del producto final (Cuéllar - Anjel et al., 2010) [3].

Comentado [REPO23]: doble espacio entre párrafos

Es importante recordar que las piscinas de cultivo de camarón son cuerpos de agua muy dinámicos en los cuales interactúan íntimamente factores fisicoquímicos como pH, salinidad, temperatura y O₂ disuelto. De igual manera participan nutrientes orgánicos e inorgánicos afectando a las poblaciones microbianas propias del estanque. Éstas son susceptibles a cambios dados entre estos factores pudiéndose afectar su número y composición. Algunas variables del ambiente acuático como el pH, la temperatura y la salinidad, poseen rangos ideales para ciertas especies de bacterias. Cambios en estos factores favorece la proliferación de determinadas especies, alterando el equilibrio con la consecuente dominancia de microorganismos patógenos (Cuéllar - Anjel et al., 2010) [3].

2.1.2 PARAMETROS DE LA CALIDAD DEL AGUA.

En la investigación se analizó únicamente los parámetros fisicoquímicos (Temperatura, Oxígeno, Salinidad) que hemos considerado como indicadores básicos de la calidad de agua [3].

Comentado [REPO24]: no primera persona



Figura 2.2 Toma de muestras [4]

Comentado [REPO25]: esta imagen no es propia y la fuente??

2.1.2.1 TEMPERATURA

La temperatura del agua depende de la absorción de la radiación solar en las capas superficiales del líquido y está asociada a la energía cinética de las moléculas de agua. Las variaciones de la temperatura afectan a casi todas las propiedades del agua, incluyendo a:

- La solubilidad de solutos y gases en el agua, incluyendo la concentración del oxígeno;
- La cinética y el equilibrio químico de las reacciones químicas y bioquímicas;
- La tensión superficial; y
- Los procesos metabólicos en la biota acuática, incluyendo a los microorganismos. La solubilidad del oxígeno en el agua se reduce con el incremento de la temperatura.



Figura 2.3 Toma de muestra temperatura [5]

Al mismo tiempo, el aumento de la temperatura del agua determina un incremento de la tasa metabólica y, en consecuencia, del requerimiento de oxígeno de la biota acuática.

Algunos pocos grados de diferencia en la temperatura del agua puede indicar una situación de contaminación térmica del cuerpo de agua, afectando el ecosistema,

Comentado [REPO26]: Doble espacio, la Fuente de la imagen

elevando la demanda de oxígeno por aumento de la tasa metabólica de los organismos, incrementando el crecimiento de las especies algales y plantas, y disminuyendo, al mismo tiempo, la disponibilidad de oxígeno en el medio (Vallejo, 2017) [3]. El parámetro de la temperatura es un valor importante para determinar la calidad del agua.

Comentado [REPO27]: Doble espacio entre párrafos

2.1.2.2 OXIGENO

Es el parámetro físico-químico más importante en el cultivo de especies acuáticas. En estanques donde la fotosíntesis progresa más rápido que la respiración, el consumo de CO_2 es alto, al igual que la liberación de O_2 .

Comentado [REPO28]: subíndice

Comentado [REPO29]: subíndice

Esto se observa principalmente en horas y lugares donde la intensidad de la luz es alta y los organismos verdes son abundantes.

Cuando se da la situación de lo contrario y la respiración excede a la fotosíntesis, proceso que se observa durante la noche, se registran las menores concentración de O_2 disuelto, sobre todo en la madrugada (Barba, 2015).

Comentado [REPO30]: subíndice



Figura 2.4 Aireación del agua [5]

Comentado [REPO31]: de que Fuente saca la imagen

El exceso de oxígeno (mayor a $12 \text{ mg O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$) también perjudica a la larva, en varios casos se ha notado que ciertos transportistas inexpertos abren la válvula de paso de aire con más de $4 \text{ a } 5 \text{ lb/plg}^2$ de presión, siendo lo normal de $1.5 \text{ a } 2.5 \text{ lb/plg}^2$, muchas veces los proveedores para impresionar al empresario sobresaturan los tanques con oxígeno haciendo creer que el movimiento de la larva se debe a su buena vitalidad o

Comentado [REPO32]: subíndices y superíndices

salud. Realmente lo que ocurre es que la larva está desesperada y asfixiándose por la sobresaturación de oxígeno y al momento de sembrarlas en los estanques de cría, el empresario creerá que la baja supervivencia de post-larvas se debe a la mala calidad de estas, siendo la verdadera causa la sobresaturación de oxígeno durante el transporte (Montiel, 2009) [6].

Comentado [REPO33]: doble espacio

2.1.2.3 SALINIDAD

La salinidad es la concentración total de los iones disueltos. La salinidad depende básicamente de siete iones los cuales son: Sodio, Magnesio, Calcio, Potasio, Cloruro, Sulfato, Bicarbonato. La salinidad promedio del agua de mar es 34.5 partes por mil (ppm) (Palácios, 2015). Hay una serie de efectos en el comportamiento post-larval producto de los cambios en los parámetros físico-químicos del agua en el proceso de aclimatación, siendo uno de los principales la regulación osmótica. La regulación osmótica de fluidos del cuerpo puede ser definida como la regulación de la concentración total de partículas iónicas del medio externo respecto de los fluidos del medio interno del organismo.



Figura 2.5 Agua de mar [7].

Comentado [REPO34]: Fuente de la imagen

2.2 ACUICULTURA.

La acuicultura es el cultivo de organismos acuáticos tanto en zonas costeras como del interior, que implica intervenciones en el proceso de cría para aumentar los rendimientos. Es, probablemente, el sector de producción de alimentos de más rápido crecimiento y representa casi el 50 % del pescado destinado a la alimentación a nivel mundial (APROMAR, 2004) [8].

Comentado [REPO35]: Doble espacio entre párrafos

La producción acuícola se ha convertido en una importante industria generadora de empleo e ingresos en los países, tanto desarrollados como en vías de desarrollo. Es realizada por grandes empresas a niveles industriales con tecnologías sofisticadas; además, por acuicultores de pequeñas y medianas empresas, a niveles semi-intensivos con tecnologías medias y por diversas comunidades pesqueras, campesinas y nativas a niveles de subsistencia o de recursos limitados con fines de seguridad alimentaria (Mendoza, 2011). La acuicultura se desarrolla con diversas especies donde se emplean diferentes tipos de sistemas sencillos y de bajo costo hasta sistemas modernos y tecnificados. Este es el caso de las empresas con sistemas de recirculación, de fotoperíodo, jaulas flotantes industriales y con un fuerte componente de innovación y tecnología para la producción de semillas. Además, cuentan con un proceso de crecimiento y engorde, prevención y tratamiento de enfermedades, trazabilidad y buenas prácticas acuícolas con un enfoque ecosistémico para este tipo de actividad (FAO, 2014).



Figura 2.6 Camarón [9]

Comentado [REPO36]: Fuente de la imagen

Dentro de la acuicultura, el cultivo de camarón contribuye en un 55 % a la producción mundial, del cual se cosechan alrededor de 3 millones de toneladas métricas (FAO, 2014). Aproximadamente el 85 % del total es producido en China y en el sudeste asiático, principalmente Tailandia y Vietnam. Otro 10 % es producido en la India y Bangladesh y el 5 % restante en el hemisferio occidental. Este crecimiento fenomenal ha estado acompañado de un cambio de paradigma importante en relación con las especies cultivadas y la manera en que se manejan. Durante muchos años, el camarón tigre negro *Penaeus monodon* dominó la producción mundial. Aunque esta especie tuvo un crecimiento temprano a mediados de la década de 1980, la expansión de la industria

no llenó las expectativas iniciales. Esto se debió principalmente, a las dificultades en el suministro de reproductores y su domesticación, a devastadoras enfermedades virales, al aumento de la competencia en el mercado de otros peneidos y a restricciones de comercio internacional (Jerry, 2016). Por tales razones, en el cambio de siglo, la industria trasladó sus producciones a las del camarón blanco del Pacífico *Litopenaeus vannamei* [8].

2.3 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Los Sistemas de cultivo pueden ser de diferentes tipos, atendiendo a la densidad de siembra, o sea cantidad de peces por superficie y el alimento a utilizar, determinando el tamaño del lugar de destino [10].

La Acuicultura posee 3 sistemas tecnológicos principales los que describiremos el sistema en el cual estará nuestro proyecto técnico implementado posteriormente: Sistema extensivo, sistemas semi – intensivo y sistema intensivo [10].

2.3.1 SISTEMA EXTENSIVO

Se caracteriza por un bajo costo operacional y el empleo de bajas densidades de siembra. La alimentación que utilizan los animales es natural, es decir, la existente en el cuerpo de agua que generalmente es abundante, son organismos vivos de origen animal o vegetal (plancton en la columna de agua y bentos en el fondo). Sus rendimientos son bajos y su manejo técnico sencillo [10].



Figura 2.7 Pesca policultivos en sistemas extensivos [5].

2.3.2 SISTEMA SEMI-INTENSIVO

Con este tipo de cultivo se incrementa la densidad de siembra, utiliza fertilizantes, el manejo es sistemático y se pueden emplear alimentos de forma complementaria. Generalmente se opta por el policultivo y se garantiza un uso adecuado de la cadena alimentaria presente en el agua, incrementada por la acción de los fertilizantes [10].



Figura 2.8 Pesca monocultivo en sistema semi intensivo [5].

2.3.3 SISTEMA INTENSIVO

Tiene como objetivo desarrollar una alta productividad y eficiencia económica, con especies de alto valor mercantil para la venta en frontera, y para la exportación y evaluar la alternativa de cultivos en jaulas flotantes y raceways (canales de corriente rápida). Se utilizan altas densidades, fuerte circulación de agua, alimento artificial de calidad y equipos de aireación cuando las condiciones del cultivo lo requieren [10].

Cada Sistema empleado, en dependencia del lugar y la especie tiene sus particularidades y manera de realizar el manejo y puede ser en mayor o medida intensificada, es decir introducir características de un sistema más sencillo a uno superior [10].

De esta manera, aplicando sistemas y técnicas acuícolas, la producción se convierte en renglón importante para la producción final de alimento proteico para la población, satisfaciendo sus necesidades actuales en constante crecimiento [10].



Figura 2.9 Sistema intensivo [5].

2.4 TOMA DE MUESTRAS DE LA CALIDAD DEL AGUA.

La calidad del agua es de suma importancia en el cultivo de peces y camarones y otras especies. Independientemente del sistema acuícola en concreto que se utilice, mantener niveles equilibrados de los parámetros es fundamental tanto para la salud como para el crecimiento de las especies acuáticas de cultivo [11].

Aquí se explican los parámetros de calidad del agua que más importan, así como las mejores prácticas para monitorear y ajustar estos niveles. La siguiente imagen presenta un resumen de los parámetros clave de calidad del agua por importancia, junto con valores estándar, frecuencia de medición recomendada [11].

Comentado [REPO37]: No primera persona

Parámetro	Valores estándar	Frecuencia de medición
Oxígeno disuelto	>4.0 mg/l	>Dos veces al día
Temperatura	Depende de la especie	>Dos veces al día
Salinidad	Agua dulce: <0.5 ppt Agua salobre: 0.5 – 30 ppt Agua salada: 30 – 40 ppt Óptimo: 15 – 25 ppt	Diariamente

Tabla 2-1 Parámetros a medir [11].

2.4.1 SONDA MULTIPARAMÉTRICA PARA ANALIZAR LA CALIDAD DEL AGUA

Los especialistas y productores acuícolas necesitan equipamiento especial para garantizar la buena calidad del agua en sus sistemas. Además de las tiras reactivas básicas, un medidor o sonda multiparamétrica para calidad del agua es una forma rápida y fácil de obtener datos confiables sobre la calidad del agua. Funciona simplemente sumergiendo el sensor en el agua del estanque [11].

2.4.2 OXÍGENO DISUELTO.

Comentado [REPO38]: Doble espacio entre párrafos

El oxígeno disuelto (OD) es uno de los parámetros más importantes de la acuicultura. Mantener buenos niveles de OD en el agua es fundamental para una producción exitosa, ya que el oxígeno tiene una influencia directa en el consumo de alimento, la resistencia a las enfermedades y el metabolismo [11].

Un nivel subóptimo de oxígeno disuelto causa mucho estrés en los peces y camarones. Los niveles más bajos, p. ej. 3 ppm de oxígeno disuelto, conducen a un crecimiento más lento y una disminución de la respuesta inmunitaria, mientras que los niveles inferiores a 1 ppm pueden ser letales. Por lo tanto, es importante mantener los niveles de oxígeno disuelto de los sistemas acuícolas por encima de 4 partes por millón (ppm) [11].

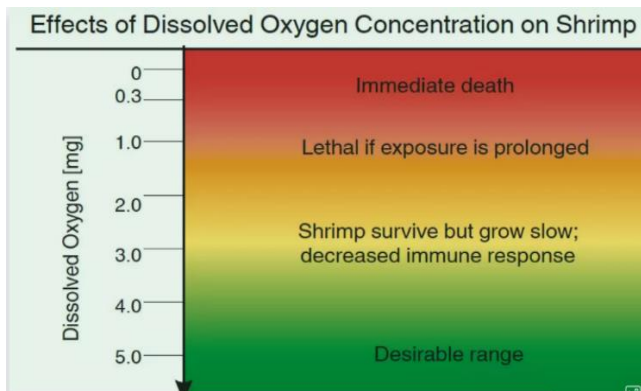


Figura 2.10 Concentración de oxígeno en los camarones [11].

2.4.2.1 CICLO DEL OXÍGENO.

El ciclo dinámico del oxígeno en los estanques fluctúa a lo largo del día debido a la fotosíntesis y la respiración del fitoplancton. Manejar el equilibrio de la fotosíntesis y la respiración – así como el crecimiento de las algas – es una tarea importante en el trabajo diario de un productor [11].

El máximo OD ocurrirá al final de la tarde debido a la acumulación de oxígeno (O_2) durante el día a través de la fotosíntesis. Como el fitoplancton (algas microscópicas) suele consumir la mayor parte del O_2 y dado que la fotosíntesis no ocurre durante la noche, los niveles de OD disminuyen [11].

El OD críticamente bajo ocurre en los estanques específicamente cuando las floraciones de algas mueren súbitamente. La posterior descomposición bacteriana de las células de algas muertas demanda grandes cantidades de oxígeno. Es importante señalar que la concentración de OD en el agua aumenta a medida que la temperatura baja, y disminuye cuando la salinidad aumenta [11].

Cuando se alimenta a los peces y camarones, la demanda de oxígeno es mayor debido al aumento del gasto energético (también conocido como acción dinámica específica). Para hacer frente a esta mayor demanda de oxígeno, se pueden adoptar varias medidas [11].

2.4.2.2 MEDIR EL OXÍGENO DISUELTO

En estanques de cultivo intensivo se recomienda utilizar una sonda para evaluar el oxígeno disuelto al menos dos veces al día. Los resultados se presentan en mg por litro (mg/L) o en partes por millón (ppm). 0 ppm hace referencia al agotamiento total del oxígeno y 15 ppm a la concentración máxima o saturada [11].

Para obtener los niveles máximo y mínimo, las mediciones deben realizarse una hora antes del amanecer (± 30 min) y dos horas antes del atardecer (± 30 min). Cuando un estanque está en “equilibrio” el nivel de OD no cambiará drásticamente. La frecuencia de monitoreo se debe aumentar cuando el OD cae por debajo de 4.0 mg/L [11].

2.4.3 TEMPERATURA

La temperatura del agua puede afectar el metabolismo de peces y camarones, las tasas de alimentación y el grado de toxicidad del amoníaco. La temperatura también tiene un impacto directo en las tasas de respiración (consumo de O₂) de la biota e influye en la solubilidad del O₂ (el agua más caliente retiene menos O₂ que el agua más fría) [11].

Obviamente, la temperatura de un estanque no se puede controlar. Los animales acuáticos modifican su temperatura corporal con el ambiente y son sensibles a las variaciones rápidas de temperatura. Para cada especie, existe un rango de condiciones de temperatura [11].

Tabla 2-2 Condiciones de temperatura (°C) [11]

Especie	T. letal inferior	T. Preferida	T. letal superior
Trucha arcoíris	0	13-17	24-27
Tilapia del Nilo	8-12	31-36	42
Camarón tigre	14	25-30	36
Camarón blanco	14	>20	40

2.4.3.1 MEDIR LA TEMPERATURA DEL AGUA

La temperatura debe medirse en el sitio dos veces al día, generalmente entre las 5 y las 7 horas y entre las 13 y las 15 horas utilizando un termómetro o una sonda. Las diferencias de temperatura no deberían ser significativas, ya que la temperatura tiene un efecto directo en el crecimiento, la demanda de O₂, las necesidades alimentarias y la eficiencia de conversión alimenticia [11].

2.4.4 SALINIDAD

La salinidad representa la concentración total de iones inorgánicos disueltos, o sales, en agua. Desempeña un papel importante en el crecimiento de los organismos

cultivados mediante la osmorregulación de los minerales corporales a partir de los del agua circundante.

Para una mejor supervivencia y crecimiento, se debe mantener un rango óptimo de salinidad en el agua del estanque. Si la salinidad es demasiado alta, los peces y camarones comenzarán a perder agua hacia el ambiente. Los camarones más jóvenes parecen tolerar una mayor fluctuación de salinidad que los adultos. Los cambios drásticos en la salinidad también pueden alterar la fauna del fitoplancton y sus densidades de población y llevar a la inestabilidad del ecosistema.

2.4.4.1 MEDIR LA SALINIDAD DEL AGUA

Se recomienda monitorear la salinidad diariamente. Las mediciones de salinidad se pueden realizar con el conductímetro y se expresan en mg/l o ppm.

Tabla 2-3 Salinidad del agua en ppm-ppt [11].

Tipo de agua	Valor en partes por millar
Agua dulce	<0.5
Agua salobre	0.5 – 30
Agua salada	30 – 40
Óptimo	15 – 2

2.5 SISTEMA ELECTRÓNICO

2.5.1 SENSORES

Los sensores se clasifican dependiendo de sus funciones de datos de salidas como analógica y digital, se pueden desarrollar con una interfaz de sistema robótico interfaces físicos. Un sensor es un dispositivo que puede medir una o más magnitudes físicas o químicas (señal de entrada) y convierte las magnitudes en medidas en una señal que podría ser reconocida y leída por instrumentos electrónicos como un microcontrolador [12].



Figura 2.11 Diferentes tipos de sensores [13].

2.5.2 RASPBERRY

La Raspberry Pi es la placa de un ordenador simple compuesto por un SoC, CPU, memoria RAM, puertos de entrada y salida de audio y vídeo, conectividad de red, ranura SD para almacenamiento, reloj, una toma para la alimentación, conexiones para periféricos de bajo nivel, prácticamente las mismas partes de un ordenador, porque la Raspberry es un ordenador miniatura [14].

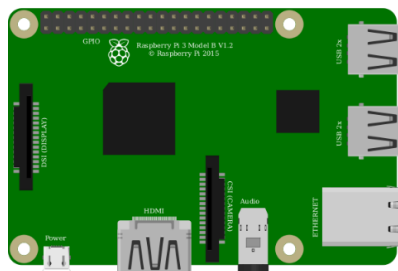


Figura 2.12 Raspberry [14].

Comentado [REPO39]: Fuente ??

2.5.3 [15]XBEE

Los módulos XBee son soluciones integradas que brindan un medio inalámbrico para la interconexión y comunicación entre dispositivos. Estos módulos utilizan el protocolo de red llamado IEEE 802.15.4 para crear redes POINT-TO-MULTIPOINT (punto a multipunto); o para redes PEER-TO-PEER (punto a punto). Fueron diseñados para aplicaciones que requieren de un alto tráfico de datos, baja latencia y una sincronización de comunicación predecible. Por lo que básicamente XBee es una implementación de Digi basada en el protocolo Zigbee. En términos simples, los XBee son módulos inalámbricos fáciles de usar.

Zigbee, Es una alianza y un estándar para redes MESH eficientes en el consumo de energía y costos. XBee utiliza el estándar Zigbee, lo modifica y lo pone en un pequeño empaque elegante [15].

2.5.4 DRIVER DE MOTOR

Un controlador (Driver) de motor es un pequeño amplificador de corriente; la función de los Drivers de motor es tomar una señal de control de baja corriente y luego convertirla en una señal de corriente más alta que pueda conducir un motor.

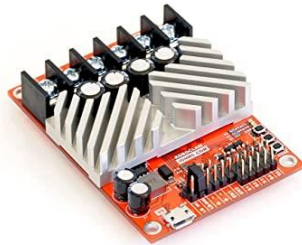


Figura 2.13 Driver dual para motor [16].

Comentado [REPO40]: Fuente de imagen

Los motores de corriente continua (Motor DC) se utilizan ampliamente en sistemas de velocidad variable y sistemas de control de posición en los que se requiere una buena respuesta transitoria y un buen rendimiento en estado estable. Los ejemplos se encuentran en unidades robóticas, impresoras, máquinas-herramientas, laminadoras de procesos, industrias del papel y textiles, y muchos otros [17].

2.5.5 MODULO GPS

El módulo GPS en su modelo GY-GPS6MV2 viene con un módulo de serie U-Blox NEO 6M equipado en el PCB, una EEPROM con configuración de fábrica, una pila de botón para mantener los datos de configuración en la memoria EEPROM, un indicador LED y una antena cerámica. También posee los pines o conectores Vcc, Rx, Tx y Gnd por el que se puede conectar a algún microcontrolador mediante una interfaz serial. Para que nuestro módulo GPS funcione a la perfección se recomienda hacer las pruebas en un ambiente abierto o cercano a la ventana para una correcta recepción de la señal [18].

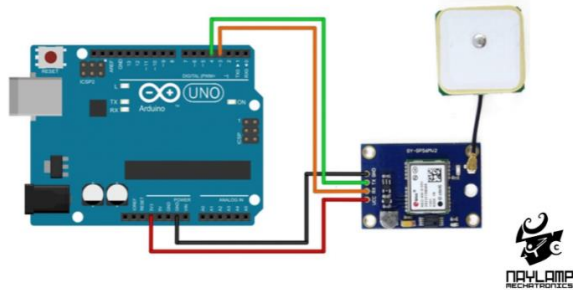


Figura 2.14 Conexión del GPS [18].

2.5.6 MODULO BRÚJULA DIGITAL

La brújula digital es un sensor de campos magnéticos que una vez calibrado ofrece una precisión de 3-4 grados y una resolución de décimas. Tiene dos interfaces, mediante pulsos temporizados (modulación en anchura), o bien por medio de un bus I2C, lo que facilita su comunicación con una amplia gama de microcontroladores, incluyendo los Basic Stamp, Basic X, OOPIC y otros lenguajes compilados. Este sensor magnético está específicamente diseñado como sistema de navegación para robots. La brújula está basada en los sensores KMZ51 de Philips que son lo suficientemente sensibles como para captar el campo magnético de la tierra. Usando dos de estos sensores colocados en ángulo de 90 grados, permite al microprocesador calcular la dirección de la componente horizontal del campo magnético natural [19].



Figura 2.15 Brújula digital [20].

Comentado [REPO41]: Fuente de imagen

2.5.7 SISTEMA FOTOVOLTAICO

Un panel solar es una estructura de aluminio formada por células solares compuestas de silicio, en las cuales, mediante el efecto fotovoltaico, se convierte la radiación recibida del sol en energía eléctrica.

El efecto fotovoltaico se produce cuando incide la radiación solar sobre un electrón de un átomo de la célula. Con esta nueva energía, el electrón es capaz de escapar de su posición normal asociada a un átomo, para formar parte de una corriente en un circuito eléctrico [21].



Figura 2.16 Panel Solar [22].

Comentado [REPO42]: Fuente de imagen

2.5.8 REGULADOR DE VOLTAJE

La familia de reguladores de voltaje D24V22Fx genera voltajes de salida más bajos a partir de voltajes de entrada de hasta 36V. Son reguladores de conmutación síncrona (también llamados fuentes de alimentación conmutadas (SMPS) o convertidores de DC a DC) con eficiencias típicas de 85% a 95%, que es mucho más eficiente que los reguladores de voltaje lineales, especialmente cuando la diferencia entre el voltaje de entrada y de salida es grande. Estos reguladores pueden soportar corrientes de salida continuas de más de 2A, aunque la corriente de salida real disponible es una función de la tensión de entrada y la eficiencia (consulte la sección Eficiencia típica y corriente de salida a continuación). En general, la corriente de salida disponible es un poco más alta

para las versiones de bajo voltaje que para las versiones de alto voltaje, y disminuye a medida que aumenta el voltaje de entrada.

Estos reguladores tienen un drenaje de corriente quiescente (sin carga) típico de alrededor de 1 mA, y un pin de habilitación puede usarse para colocar las placas en un estado de baja energía que reduce la corriente de reposo a aproximadamente 5 μ A a 10 μ A por voltio en VIN.

Los módulos tienen protección incorporada de voltaje inverso, protección contra cortocircuitos, función de apagado térmico que ayuda a prevenir daños por sobrecalentamiento y una función de arranque suave que reduce la corriente de entrada [23].



Figura 2.17 Regulador de voltaje [20]

Comentado [REPO43]: Fuente de imagen

2.5.9 BATERÍAS

Las baterías solares se utilizan en las instalaciones solares aisladas, es decir, las instalaciones no conectadas a la red. En una instalación solar se pueden utilizar diferentes tipos de baterías: AGM, Gel y de tipo Estacionaria: OPzS. El punto en común en estos tipos de baterías y que se diferencian de las baterías convencionales como las de los automóviles, reside en su capacidad para ser cargadas y descargadas repetidamente, por lo que se denominan baterías de ciclo profundo. De este modo tienen una vida útil muy superior a las baterías convencionales, las cuales, aunque más económicas, tienen una vida mucho más reducida lo que al final las convierte en una mala inversión.

2.5.10 TRANSMISION INALÁMBRICA.

Wireless Fidelity estas dos palabras en inglés significan en español fidelidad inalámbrica es un medio de comunicación inalámbrica que permite trabajar o intercomunicarse sin necesidad de cables entre personas en un entorno con acceso de wifi en comparación a un teléfono con cables los cuales no pueden ser llamados inalámbricas, la tecnología ha superado cada vez más la calidad, capacidad, eficiencia, beneficios, la forma de comunicarse es inmediata.



Figura 2.18 Comunicación inalámbrica [24].

Comentado [REPO44]: Fuente?

Comentado [EG45R44]:

2.6 APLICACIÓN.

La creación de una aplicación puede ser muy fácil o compleja dependiendo del trabajo que se quiera implementar y diseñar en dicha aplicación es útil y fácil desarrollarla por medio de un sistema android que una apple ya que el sistema es menos complejo para ejecutarlo, aunque están divididos en dos partes el primero es el diseño y el segundo es la programación que para esto se debe escoger un programa adecuado.

2.6.1 ANDROID STUDIO.

Android Studio es un software totalmente gratuito que se utiliza para desarrollar aplicaciones de Android, en lenguaje Kotlin (el preferido por Google), Java o C++. Se trata de un entorno de desarrollo integrado que contiene todo lo necesario para crear

apps y testearlas: herramientas de depuración, un emulador de móviles, librerías, tutoriales, códigos de demostración... ¡y mucho más!

- Intuitivo y estructurado: cada proyecto incluye módulos con archivos de código fuente por un lado y archivos de recursos por el otro. Entre los tipos de módulos se incluyen módulos de apps, de biblioteca y de Google App Engine.
- Avanzado editor de código: incluye funciones como la refactorización, que facilita enormemente la labor de programador.
- Emulador de dispositivos Android: permite probar la aplicación de manera virtual como si de un móvil real se tratase, e incluso simular diferentes configuraciones.
- Plantillas de código, que facilitan la creación de determinados elementos comunes en Android.
- Vista previa: el editor de diseño nos permite ir viendo en directo el aspecto de la interfaz en la que estemos trabajando, mientras seguimos aplicando cambios en ella [25].

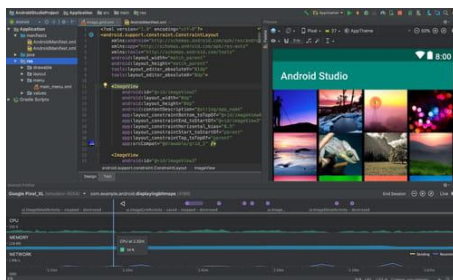


Figura 2.19 Entorno Android Studio [25].

2.6.2 FIBERBASE

Almacena y sincroniza datos con nuestra base de datos NoSQL alojada en la nube. Los datos se sincronizan con todos los clientes en tiempo real y se mantienen disponibles cuando la app no tiene conexión.

Firestore Realtime Database es una base de datos alojada en la nube. Los datos se almacenan en formato JSON y se sincronizan en tiempo real con cada cliente conectado. Cuando compilas apps multiplataforma con nuestros SDK de plataformas de Apple, Android y JavaScript, todos tus clientes comparten una instancia de

Realtime Database y reciben actualizaciones automáticamente con los datos más recientes.

En lugar de solicitudes HTTP típicas, Firebase Realtime Database usa la sincronización de datos (cada vez que cambian los datos, los dispositivos conectados reciben esa actualización en milisegundos). Proporciona experiencias colaborativas y envolventes sin pensar en el código de red.

Las apps de Firebase continúan respondiendo, incluso sin conexión, dado que el SDK de Firebase Realtime Database hace que tus datos persistan en el disco. Cuando se restablece la conexión, el dispositivo cliente recibe los cambios que faltaban y los sincroniza con el estado actual del servidor [26].



Figura 2.20 Fire Base LOGO [26].

Comentado [REPO46]: fuente

2.7 MICROCONTROLADOR ATMEGA

El Microcontrolador ATMEGA328P cuenta con 8 bits de alto desempeño combina memoria flash ISP de 32 kB con capacidades de lectura mientras realiza escritura, RAM de 2 kB, 23 líneas de E/S, con convertidor A/D de 6 canales y 10 bits, temporizador de vigilancia (watchdog) programable con oscilador interno y cinco modos de ahorro de energía seleccionables por software. Un remplazo alternativo común al ATmega328 es el ATmega328P.

Familia: AVR ATmega

CPU: 8-bit AVR

Formato DIP

Voltaje de alimentación: 1.8V a 5.5V

Máxima frecuencia de funcionamiento: 20 Mhz

Comunicación: I2C, SPI, UART
Temperatura: -40°C ~ 85°C. [27]



Figura 2.21 Arduino [mega] [20].

Comentado [REPO47]: Fuente?

2.8 SENSOR DE CONDUCTIVIDAD

Una sonda de conductividad es un dispositivo muy simple. Son solo dos conductores con un área de superficie fija a una distancia fija entre sí. Esta distancia y área de superficie se conoce como la celda de conductividad. La distancia de las celdas y el área de superficie se cuantifican como las celdas de conductividad K constante.

El Atlas Scientific Conductivity Sensor K 1.0 Kit es un circuito de conductividad eléctrica integrado de 6ª generación. El circuito de conductividad eléctrica EC-EZO puede funcionar con cualquier sonda de conductividad de dos conductores lista para usar de K 0.1 a K 10. Esto incluye cualquier valor entre K 0.1 y K 10, como K 0.66 o K 4.78 [28].



Figura 2.22 Kit del sensor de conductividad [28].

2.8.1 CARACTERISTICAS PRINCIPALES

- Gravedad específica del agua de mar
- Precisión +/- 2%
- Rango completo de E.C. de 0,07 $\mu\text{s/cm}$ a 500.000+ $\mu\text{s/cm}$
- Dependiente de la temperatura o temperatura
- lecturas independientes
- El protocolo de calibración flexible admite un solo punto
- calibración de doble punto
- Calibrar a cualquier valor de E.C.
- Calibración requerida solo una vez al año
- El formato de datos es ASCII
- Dos protocolos de datos
- Conectividad serie asincrónica UART
- (Oscilación de voltaje RX /TX 0-VCC)
- I2C (dirección I2C predeterminada 0x64)
- Voltaje de funcionamiento: 3.3V a 5V [28]

2.9 SENSOR FDO-99E

Método de fluorescencia Oxígeno disuelto El analizador se basa en el "enfriamiento" principio de ciertas sustancias para reactivar fluorescente en la física, que detecta la concentración de oxígeno disuelto o parcial presión de oxígeno en el agua. Date cuenta la derecha es el principio de medición del sensor diagrama: El sensor de medición frontal consta de dos LED (que emiten rayos rojos y blue-ray por separado), detector fotoeléctrico y la gorra fluorescente.

El material fluorescente que se encuentra en la parte frontal de la tapa fluorescente es un tipo especial de metal rutenio.

compuestos. Las sustancias fluorescentes se recubren debajo de la lámina de poliéster que permite el paso de las moléculas de gas. La superficie de la lámina de poliéster está recubierta con una capa de materiales aislantes de rayos negros, para evitar interferencia de los rayos del sol u otros rayos en el agua. Cuando el sensor funciona, el material fluorescente fue estimulado para producir un rayo rojo cuando el rayo azul

modulado está llegando. Debido al efecto de "extinción" de las moléculas de oxígeno, la intensidad de la fluorescencia excitada está relacionada con el tiempo y la concentración de oxígeno.



Figura 2.23 Sonda OD [29]

Cuanto mayor sea la concentración de oxígeno, menor será la intensidad de la fluorescencia excitada y menor será el tiempo. El sensor fotoeléctrico detecta el rayo rojo de estimulación, que se compara con la señal de luz de referencia, luego calcula la diferencia de fase y la compara con el valor de calibración interno, luego el oxígeno La concentración se calcula, a través de la linealización y compensación de temperatura, las salidas de oxígeno densidad al final [29].

2.9.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

1. Measurement range: DO: 0-20 mg / l or 0-20ppm,
2. Air saturation: 0-120% 2.
3. Resolution: 0.01mg / l 3.
4. Measurement Accuracy: ± 0.2 mg/l or 1% F.S 4.
5. Response time: T90
6. Operating temperature: 0 - 50°C 7.
7. Storage temperature: -40 - 80°C 8.
8. Installation depth: 0 - 10 m 9.
9. Calibration: no need to calibrate, as factory has made three-point calibration.
10. Chemical adaptability: safe for using methanol and ethanol, avoid other organic solvents.
11. Measurement foil: Polyester embedded ruthenium metal fluorescence powder.
12. Light insulation coating: Teflon.
13. Foil service life: 5 years (10 seconds measured interval).

14. Sensor shell: 316L stainless steel
15. Size: $\Phi 41 \times 140$ mm
16. Weight: 600g
17. Power supply: DC5V or DC9V, power supplied by transmitter
18. Sensor cable: standard 10 meter [29]

2.10 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN.

Un lenguaje de programación está constituido por una sintaxis, que establece e indica las reglas de escritura, y por la semántica de los tipos de datos, instrucciones, definiciones, y todos los otros elementos que constituyen un programa.

2.10.1 PYTHON.

El software libre se ha convertido en uno de los movimientos tecnológicos de mayor auge en el siglo XXI. Para su desarrollo ha sido necesario contar con un grupo de herramientas que hagan óptima su utilización y sean fáciles de aprender. Python es un lenguaje de programación que cumple con lo planteado y se viene perfilando como una opción recomendada para el desarrollo de software libre [30].

2.10.1.1 IMPLEMENTACION.

Al igual que Java, que cuenta con distintas máquinas virtuales como IceTea, Sun JDK, OpenJDK, etc.; Python posee varias implementaciones. La más importante, y que es la que se mantiene oficialmente, es CPython, elaborada completamente en lenguaje C y se considera como la más estable de todas. Después de esta existen otras importantes, como IronPython escrita en C# y diseñada para la plataforma .NET, Jython implementada en Java y compila para el bytecode de esta plataforma, PyPy realizada con el propio Python y destinada para correr en diversas plataformas, y tinypy una implementación minimalista que fue diseñada para caber en 64 Kb de memoria, muy útil para sistemas embebidos [30].

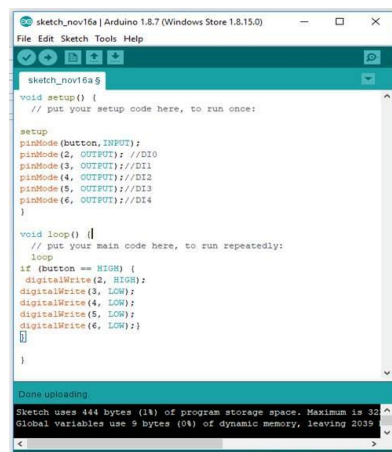
2.10.2 ARDUINO IDE.

El software arduino (IDE) de código abierto facilita la escritura de código y su carga en la placa.

El lenguaje de programación de Arduino está basado en C++. Siendo el lenguaje del Arduino una versión reducida y mucho más sencilla de manejar que el lenguaje C. El objetivo de este lenguaje es que puedas programar de una manera intuitiva concentrándote en lo que quieres hacer más que en la manera de hacerlo.

Arduino fue desarrollado originalmente en el Interactive Design Institute en Ivrea (Italia) donde los estudiantes estaban familiarizados con un lenguaje llamado Processing. Este lenguaje estaba orientado a estudiantes de arte y diseño y utilizaba un entorno de desarrollo visual e intuitivo en el cual se basó el entorno de desarrollo del Arduino y su lenguaje de programación.

Trabajar con un Arduino consiste fundamentalmente en interactuar con los diferentes puertos de entrada y salida del Arduino. A fin de evitar al programador el engorro y la complejidad de programar estos puertos (ya sean analógicos, digitales o de cualquier otro tipo) el lenguaje de Arduino usa una serie de librerías (de las que no te tienes que preocupar ya que forman parte del lenguaje, ya las iremos viendo con detenimiento más.



```
sketch_nov16a | Arduino 1.8.7 (Windows Store 1.8.15.0)
File Edit Sketch Tools Help
sketch_nov16a$
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:

  setup
  pinMode(button, INPUT);
  pinMode(2, OUTPUT); //D10
  pinMode(3, OUTPUT); //D11
  pinMode(4, OUTPUT); //D12
  pinMode(5, OUTPUT); //D13
  pinMode(6, OUTPUT); //D14
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  loop
  if (button == HIGH) {
    digitalWrite(2, HIGH);
    digitalWrite(3, LOW);
    digitalWrite(4, LOW);
    digitalWrite(5, LOW);
    digitalWrite(6, LOW);
  }
}

Downloadings
Sketch uses 144 bytes (1%) of program storage space. Maximum is 32256 bytes.
Global variables use 9 bytes (0%) of dynamic memory, leaving 2039 bytes free.
```

Figura 2.24 Entorno de programación.

3. MARCO METODOLÓGICO.

3.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

Metodología de la investigación es la etapa específica de un trabajo o proyecto que parte de una teoría y conduce a una selección de técnicas concretas (o métodos) acerca del procedimiento destinado a la realización de tareas vinculadas.

La investigación, según Sampieri, "es un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno".

La importancia de la investigación tecnológica radica en que los desarrollos tecnológicos pueden convertirse en innovaciones, que se aplican directamente a las empresas haciéndolas más productivas y competitivas, necesarias para el desarrollo de un país. A mayor productividad en las empresas, mayor recaudación tendrá [31].

La implementación del módulo de adquisición de datos que realizará el análisis del estado de la calidad del agua utilizadas en sistemas acuícolas, tendrá como objetivo principal ayudar al personal encargado de la camaronera a tomar una respuesta rápida a cualquier anomalía que pueda ocurrir con la producción evitando pérdidas para esto se utilizará el multisensor y en paralelo un sensor de salinidad conectado a una placa de transmisión donde se enviará la información a una estación encargada de subir toda la información a una base de datos creada. El desarrollo de una app ayudará a la visualización e interpretación de los valores adquiridos

3.1.1 TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN.

Las técnicas son procedimientos o recursos fundamentales de recolección de información, de los que se vale el investigador para acercarse a los hechos.

3.1.2 TÉCNICA EXPERIMENTAL.

Se desarrolló un estudio para la fabricación de diferentes prototipos realizando lluvias de ideas en las cuales se tomó como referencia modelos ya construidos. La importancia de esta técnica es el proceso que se lleva a cabo en la primera se ha tomado como una investigación descriptiva del modelo a seguir y la segunda como una investigación

cuantitativa de los valores obtenidos eligiendo como principal método de investigación la metodología aplicada.

3.2 PROCEDIMIENTO DEL PROYECTO.

➤ Investigación preliminar.

Indica los beneficios y factibilidad que tendrá un analizador de la calidad del agua para diversos sectores acuícolas.

➤ Análisis de requerimientos.

Se considerará las eventualidades de mayor necesidad para el productor como poder visualizar parámetros en tiempo real considerando los componentes electrónicos los cuales ayudaran a la comunicación entre dispositivos.

➤ Planeación.

Se estimará tiempo de inicio y tiempo de finalización para la fabricación del módulo, así mismo se plantea tiempos para visualizar cambios en el sector productivo.

➤ Diseño y modelado.

Se procederá con el diseño de la estructura la cual alberga la parte electrónica del módulo.

➤ Construcción.

Se realizará el ensamble del módulo analizador de la calidad del agua.

➤ Implementación.

Será implementado en piscinas locales y después trasladado a piscinas acuícolas para la verificación del correcto funcionamiento.

3.2.1 PRIMERA ETAPA (INVESTIGACIÓN PRELIMINAR).

Se realizó un estudio de los diferentes prototipos ya existentes para monitorear el agua no solo en estanques acuícolas si no también en sistemas hídricos los cuales nos ayuden a tener una mejor visión del prototipo. al recolectar datos e información procedimos a realizar un listado breve de los componentes esenciales previstos para ensamblar el prototipo y luego de realizar pruebas con este, a continuación, se indica los diagramas en bloques de la estructura del sistema móvil y fijo.

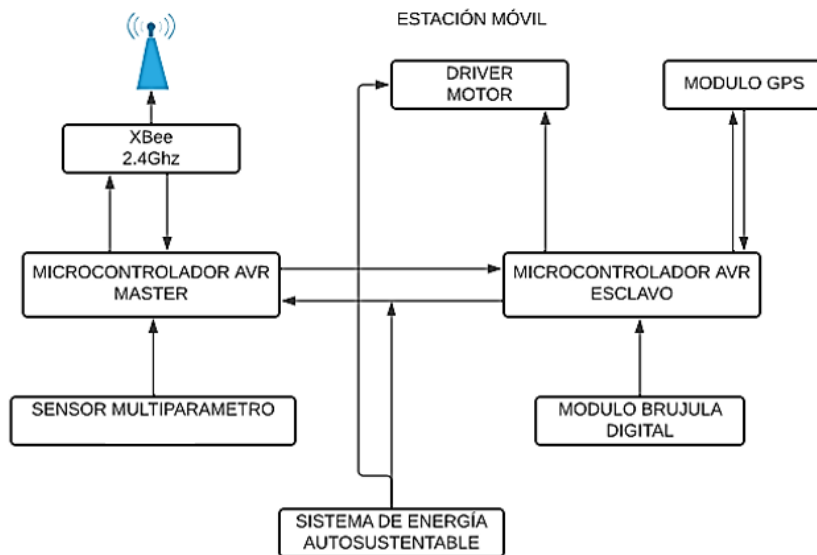


Figura 3.1 Arquitectura básica de la estación móvil.

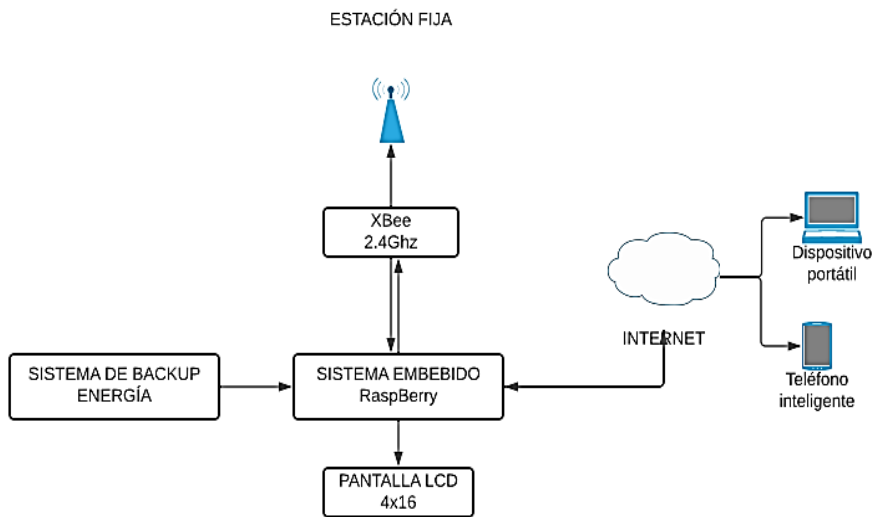


Figura 3.2Arquitectura básica de la estación fija.

3.2.2 SEGUNDA ETAPA (ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS).

Durante la investigación y los respectivos cálculos para poder determinar datos como voltajes de operación, sistemas de cargas, sistema de almacenamiento se tomó la decisión de tener dos listas de materiales las cuales comprendían sensores, módulos de cargas, baterías, drivers entre otros. la primera lista contenía materiales los cuales fueron seleccionados para importar al país ya que localmente no se encontraban disponibles y la segunda lista contiene materiales que encontramos en nuestra región, a continuación, detallo los elementos importados.

Comentado [REPO48]: No primera persona

Tabla 3-1 Tabla de elementos a comprar e [importar]

Comentado [REPO49]: La table no puede estar cortada en dos páginas

Detalle		sin IVA	Total	Importar
GPS	1	\$16,07	\$18,00	SI
GIROSCOPIO hmc5883L, mma845x	1	\$18,08	\$20,25	SI
MODULO REGULADOR DE VOLTAJE	1	\$7,72	\$8,65	SI
Arduino mini mega pro, 2 bluetooth HC-05, USB - RS485, TTL- RS485	1	33,75	\$37,80	SI
Raspberrys zero, y memorias 4Gb	2	71,43	\$160,00	SI
Platinas y tubo 17mm	1	13,04	\$14,60	NO
tubo pvc 4",10 tapas hembra, calipega y silicon gel	1	33,79	\$37,84	NO
Panel solar, xbee x2 y GPS	1	102,68	\$115,00	NO
tornillos, baquelas, espadines y taxi	1	10,14	\$11,36	NO
3 Cajas PVC Y 4 TAPONES 2"	1	34,37	\$38,49	NO
uniones pvc 4" y reductor 4 - 2 pvc	1	3,35	\$3,75	NO
Impresión 3D hélice	4	39,27	\$43,99	NO
6 tapones hembra 2" y 4 reductores 4-2	1	6,3	\$7,06	NO
Tornillos y ramaches	1	12,95	\$14,50	NO
LCD I2C, LUCES PILOTO	2	16,07	\$36,00	NO
Controlador de carga solar 10A	1	12,5	\$14,00	SI
Controlador de carga solar 30A	1	22,32	\$25,00	SI
Batería 12V 9Ah	1	27,68	\$31,00	SI
Batería lipo 3S 2200mA 40-50C	2	81,24	\$90,99	NO
Modulos de carga lipo 3s 40A y 20A	2	36,16	\$40,50	SI
Pernos 5x35 inoxidables anillos tuercas y brocas	1	11,88	\$13,31	NO
Step donw, capacitores 2200uf, diodos rectificadores, Espadines hembra y portafusiles	1	14,02	\$15,70	NO
Terminales redondos cable #18	20	2,68	\$60,03	NO
Espuma flex 1x1 m	1	13,39	\$15,00	NO
Adaptación ejes largos motores RS 540	2	13,39	\$29,99	NO
cable flexible #10 8m	8	6,43	\$57,61	NO
Relay 30A y relay 10A	2	4,3	\$9,63	NO
Pulsador doble	2	0,4	\$0,90	NO
Panel Solar 100W	1	65	\$72,80	NO
Arduino mini mega pro, conectores Xt 60, modulo Reloj	2	12	\$26,88	NO
15m cable UTP, 8m cable eléctrico #14, 2m cable #14 concéntrico	1	35	\$39,20	NO
2 Switch selector, 2 pulsadores y terminales	1	69	\$77,28	NO
2 baterías lipo 3S 2200 mA 75C y porta baterías	1	120	\$134,40	SI
Pernos inoxidables m6	35	0,2	\$7,84	NO
Sensor OD/T	1	475	\$532,00	SI
Sensor de salinidad atlas	1	180	\$201,60	SI
Roboclaw 2*60A	1	240	\$268,80	SI
Motores	2	15	\$33,60	SI

3.2.3 TERCERA ETAPA (PLANEACIÓN).

Se establece el procedimiento y donde se ejecutarán las pruebas controladas. tiempo que llevaría la importación de material y los recursos que tendríamos al alcance para avanzar con el proyecto. en el primer análisis se estableció plazos de tiempos de trabajo, así como un cronograma que es referido como guía.

Actividad	Cronograma																												
	Primer mes				segundo mes				tercer mes				Cuarto mes				Quinto mes				Sexto mes				Septimo mes				
	S01	S02	S03	S04	S05	S06	S07	S08	S09	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	
Investigación Preliminar	■	■	■																										
Requerimientos Tecnológicos					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■													
Capacitación de tecnologías																													
diseño y modelado																													
pruebas del diseño																													
construcción																	■	■	■	■									
implementación																													
pruebas simuladas																													
pruebas de campo																													
análisis de datos																													

Figura 3.3 Cronograma

3.2.4 CUARTA ETAPA (DISEÑO Y MODELADO).

3.2.4.1 CALCULO DEL SISTEMA ELECTRICO

Primero se procedió a calcular el consumo estimado de ambos módulos, realizando una lista de los componentes que se utilizaran, utilizando la siguiente ecuación para calcular la potencia de los equipos.

$P=$ Potencia

$V=$ Voltaje

$I=$ Corriente

$$P = V * I = \frac{V^2}{R} = I^2 * R$$

Ya obtenido las potencias de los equipos se calcula la potencia que consumiría al día. Por ejemplo, se calculará la potencia que consumiría los motores durante su periodo de trabajo.

$T=$ tiempo = 3 horas

V = voltaje de operación = 12V

U = cantidad de elementos requeridos = 2 unidades

I = Corriente = 4,5 amp

$$P = V * I * T * U$$

$$P(\text{motor 1 dia}) = 12V * 4.5\text{amp} * 3h * 2 = 324Wh$$

A continuación, se muestra la tabla de consumo estimado.

Tabla 3-2 Consumo modulo móvil.

DEMANDA DEL CONSUMO ESTIMADO					
MODULO MOVIL					
DETALLE	CANT	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (Amp)	POTENCIA (Watt)	Ciclo en Horas (Horas/Dia)
MOTOR	2	12	4,5	108	3
ARDUINO	2	5	0,015	0,15	24
XBEE	1	3,3	0,045	0,1485	24
MODULO GPS	1	3,3	0,03	0,099	24
MODULO SENSOR	2	5	0,015	0,15	24
DRIVER MOTOR	1	5	0,03	0,15	24
SENSOR	2	5	0,3	3	24
VOLTAJE DE TRABAJO		12 VDC			
POTENCIA TOTAL		111,698 Watt			
TOTAL CONSUMO		412,74 WH/DIA		2889,18 WH/Semana	
TOTAL CONSUMO		34,395 AH/DIA		240,765 AH/Semana	

Para abastecer el sistema se requiere un total de 34,395amp*h/Dia – 412,74W*h/Dia. Para calcular las dimensiones de nuestro panel solar primero calcularemos la radiación solar disponible tomando como dato la radiación solar incidente del sector de esmeralda donde va a estar ubicado el módulo, se utiliza tablas con estimaciones ya existentes.

Comentado [REPO50]: No primera persona

Se dimensiona los cálculos con el valor estándar para no tener problemas en las condiciones más desfavorables de insolación, y así nos aseguramos de que cubriremos la demanda el mayor tiempo disponible.

HSP= horas sol pico.

RTS= radiación solar tablas.

DDA= Días de autonomía = 1 Día.

$$HSP = \frac{RST}{1kW/m^2}$$

$$HSP = \frac{4kWH/m^2}{1kW/m^2} = 4$$

Tabla 3-3 Horas sol pico

RADIACION SOLAR DISPONIBLE	
ESMERALDAS	3,2 KWH/M2
ESTANDAR G.	4 KWH/M2
HORA SOL PICO(HSP)	4 HSP
CARGA POR AUTONOMIA SIN SOL	
AUTONOMIA	0,8 DIAS
CARGA	412,14 Watt
CORRIENTE	34,345 AMP

HSP es el número de horas equivalente que tendría que brillar el sol a una intensidad de 1000 W /m² para obtener la insolación total de un día. En Ecuador se estima que las horas con mayor radiación solar esta entre las 10:00am y las 16:00pm, a continuación, se muestra la tabla con los valores obtenidos.

Comentado [REPO51]: Mayúscula

Mediante calculo se establece el número de paneles solares en función de las condiciones de radiación más desfavorables. Para este cálculo se elige un panel de 100w cuyo valor es tomado de las características de los paneles que actualmente existe en el mercador local.

Comentado [REPO52]: No primera persona

EN= energía necesaria.

RDT= rendimiento de trabajo; indica pérdidas producidas por el posible ensuciamiento o deterioro de los paneles. Valores estándares desde 0.7 – 0.9.

PDM=potencia pico del módulo.

NDM= número de módulos.

$$\text{Numero de modulos} = \frac{EN}{HSP \times RDT \times PDM}$$

$$\text{Numero de modulos} = \frac{111,67w}{4 \times 0,3 \times 100} = 1,289 \text{ paneles}$$

Tabla 3-4 Calculo paneles solares

PANELES SOLARES		
ENERGIA NECESARIA	111,67	W
RENDIMIENTO DE TRABAJO	0,3	
POTENCIA PICO MODELO	100	W
NUMERO DE MODULOS	1,289	1 Panel

Se recomienda 1 panel de 100W para la estación móvil, si se estimara un panel de 60w se encontraría dentro de los parámetros, pero se está sobredimensionando los cálculos para futuras adecuaciones.

Para calcular que baterías serian idóneas para nuestros sistemas, primero se establecería la autonomía deseada considerando días sin sol donde se consumirá la acumulación de carga.

Se elige una batería con profundidad de descarga de 60C

PDB= profundidad de descarga de la batería; Se elige la profundidad de descarga dependiendo del fabricante de cada batería estos valores oscilan entre 0,5 a 0,8. Para nuestro modelo se elige el 60% = 0.6

$$\text{Capacidad de la bateria} = \frac{EN \times DDA}{V_{int} \times PDB}$$

$$\text{Capacidad de la bateria} = \frac{111,673 \times 0.8}{12v \times 0.6} = 3.816AH$$

Tabla 3-5 Calculo baterías.

CAPACIDAD DE BATERIAS		
PROFUNDIDAD DE DESCARGA	0,6	3 S

CAPACIDAD

3,816 AH 4000 mA
60 C

Se elige una batería de 4AH de 3S y 60C. El valor 60c indica que la capacidad de la batería será la suministrada por ciclos de carga de 60 h, se consideró que las baterías necesitan una mínima intensidad de carga para asegurar que carguen correctamente y evitar que tengan una vida útil corta.

A continuación, se detalla los cálculos para la estación fija.

Tabla 3-6 Consumo modulo fijo.

DEMANDA DEL CONSUMO ESTIMADO					
MODULO FIJO					
DETALLE	CANTIDAD	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (Amp)	POTENCIA (Watt)	Ciclo en Horas (Horas/Dia)
RASPBERRY	1	12	0,35	4,2	3
PANTALLA LCD	1	5	0,35	1,75	24
XBEE	1	3,3	0,045	0,1485	24
LED INDICADORES	3	5	0,2	3	24

VOLTAJE DE TRABAJO 12 VDC
 POTENCIA TOTAL 9,0985 Watt
 TOTAL CONSUMO 130,164 WH/DIA 911,148 WH/Semana
 TOTAL CONSUMO 10,847 AH/DIA 75,929 AH/Semana

Tabla 3-7 Calculo horas sol pico.

RADIACION SOLAR DISPONIBLE		CARGA POR AUTONOMIA SIN SOL	
ESMERALDAS	3,2 KWH/M2	AUTONOMIA	1 DIAS
ESTANDAR G.	4 KWH/M2	CARGA	130,164 Watt
HORA SOL PISCO(HSP)	4 HSP	CORRIENTE	10,847 AMP

Tabla 3-8 Calculo panel solar.

PANELES SOLARES	
ENERGIA NECESARIA	9,0985 W
RENDIMIENTO DE TRABAJO	0,3
POTENCIA PICO MODELO	60 W
NUMERO DE MODULOS	0,50547222 1

Tabla 3-9 Calculo baterías.

CAPACIDAD DE BATERIAS			
PROFUNDIDAD DE			
DESCARGA	0,6		3 S
CAPACIDAD	1,507	AH	2000 mA
			60 C

3.2.4.2 DESARROLLO DE LOS PROTOTIPO ESTACION MOVIL Y FIJA

Se analiza el tipo de prototipo que vamos a utilizar para nuestra estación móvil donde se considera dimensiones tanto de altura, ancho y peso de la estructura que albergara los componentes.

Al considerar el peso de la estructura móvil nos ayuda a determinar la fuerza que requerirá el motor y la velocidad que tendrá nuestra estructura para poder transportar el módulo de un punto a otro punto. La estación fija solo constará de un panel de control que albergará los componentes electrónicos

Tabla 3-10 Diseño de estructura móvil prototipo 1.

ESTACION MOVIL			
DESCRIPCIÓN	EQUIPOS	DIMENSIONES cm	PESO kg
Genera voltaje para alimentar los circuitos electrónicos y para el almacenamiento de carga	Panel solar	103x70x3	3,2
Proporciona la movilidad del modulo	Motores	10x10	2
Contiene sistema de carga y tarjetas PCB	Tablero de control	25x30x15	8
Analiza la calidad del agua	Sensor	300x10x25	5
Estructura		105x70x36	18,2
ESTACION FIJA			
DESCRIPCIÓN	EQUIPOS	DIMENSIONES cm	PESO kg
Genera voltaje para alimentar los circuitos electrónicos y para el almacenamiento de carga	Panel solar	70X50X3	2,8
Contiene sistema de carga y tarjetas PCB	Tablero de control	25x30x15	6
Estructura		105x70x36	8,8

En conjunto se procede con el módulo y fabricación del primer prototipo de propelas donde se revisa la consistencia del material y la fuerza de empuje de la misma.



Figura 3.4 Propela en [resina].

Comentado [REPO53]: Fuente??

Comentado [JAVN54R53]: propia

En las pruebas preliminares se pudo constatar que las propelas deberían ser más robustas y aumentar el tamaño de las hélices cambiando el material de fabricación de resina al filamento de PLA. Considerando las pruebas y corrigiendo los errores vistos se llega al siguiente modelo dando una respuesta favorable en ambientes controlados (piscinas locales).



Figura 3.5 Impresión de propela en PLA

Una vez ya definida el peso a mover, velocidad y fuerza del motor de la estación móvil procedimos a realizar la implementación y modificación del primer prototipo el cual solo consistía en pares de balsas hechas con tubos pvc totalmente herméticas sostenidas y unidas por un riel.



Figura 3.6 Estructura móvil prototipo 1.

Al realizar las pruebas tanto de flotabilidad como de movimiento se estimó nuevas modificaciones las cuales involucran cambio de nuestro primer prototipo a continuación indicamos los puntos referentes en los cuales nos basamos para realizar las correcciones, rediseño de estructura donde el primer prototipo no otorga la suficiente estabilidad ya que por los vientos puede voltearse y dañar las PCB.

Ventajas prototipo 1

- Peso reducido en la estructura.
- Tamaño reducido de la estructura.

Desventajas prototipo 1

- No tiene estabilidad.

- La ubicación de los tubos produce resistencia.
- Aumento del consumo eléctrico.
- Motores realizan mayor trabajo al momento de romper la inercia.
- Requiere mayor tiempo para cargar las baterías limitando el número de recorrido.

Para corregir los puntos en contra que se obtuvo en el primer prototipo se considera pasar de una estructura de soportes tubulares paralelos tomados por un riel a una estructura de dos tubos conectados en forma de triangular aumentando el peso.

Tabla 3-11 Diseño de estructura Prototipo 2

ESTACION MOVIL			
DESCRIPCIÓN	EQUIPOS	DIMENSIONES cm	PESO kg
Genera voltaje para alimentar los circuitos electrónicos y para el almacenamiento de carga	Panel solar	103x70x3	3,2
Proporciona la movilidad del modulo	Motores	10x10	2
Contiene sistema de carga y tarjetas PCB	Tablero de control	25x30x15	10
Analiza la calidad del agua	Sensor	300x10x25	5
Estructura		105x70x36	20,2

ESTACION FIJA			
DESCRIPCIÓN	EQUIPOS	DIMENSIONES cm	PESO kg
Genera voltaje para alimentar los circuitos electrónicos y para el almacenamiento de carga	Panel solar	70X50X3	2,8
Contiene sistema de carga y tarjetas PCB	Tablero de control	25x30x15	6
Estructura		105x70x36	8,8

Tras las pruebas realizadas por el segundo prototipo dio como resultado las siguientes observaciones.

Ventajas prototipo 2

- Requiere menor tiempo para cargar baterías.
- Motores realizan menor trabajo para romper la inercia.
- La forma triangular de los tubos produce menos resistencia.
- Se mantiene dimensiones de estructura

Desventajas prototipo 2

- No tiene suficiente estabilidad.
- Aumento de peso en la estructura.



Figura 3.7 Estación móvil prototipo 2.

Se estima el desarrollo de un tercer prototipado de estructura considerando una base de espumaflex para darle estabilidad y manteniendo la forma triangular del prototipo dos la cual nos ayuda a romper la inercia con mayor facilidad.



Figura 3.8 Estación móvil con espumaflex prototipo 3.

Tabla 3-12 Estación móvil con espuma flex prototipo 3.

ESTACION MOVIL			
DESCRIPCIÓN	EQUIPOS	DIMENSIONES cm	PESO kg
Genera voltaje para alimentar los circuitos electrónicos y para el almacenamiento de carga	Panel solar	103x70x3	3,2
Proporciona la movilidad del modulo	Motores	10x10	2
Contiene sistema de carga y tarjetas PCB	Tablero de control	25x30x15	12
Analiza la calidad del agua	Sensor	300x10x25	5
Estructura		105x70x36	22,2

ESTACION FIJA			
DESCRIPCIÓN	EQUIPOS	DIMENSIONES cm	PESO kg
Genera voltaje para alimentar los circuitos electrónicos y para el almacenamiento de carga	Panel solar	70x50x3	2,8
Contiene sistema de carga y tarjetas PCB	Tablero de control	25x30x15	8
Estructura		105x70x36	10,8

Al mismo tiempo se trabajó en el software y hardware realizando pruebas independientes tales como el control del GPS, verificación de los módulos de carga, captura de datos del multisensor, comunicación punto - punto, rutas automáticas, todo esto fue realizado en PCB de pruebas.

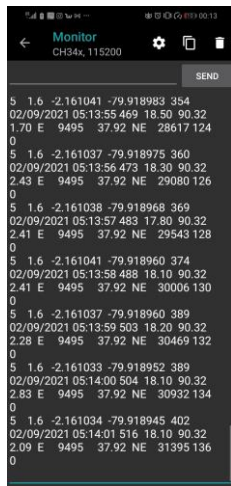


Figura 3.9 Pruebas de monitoreo del GPS.

3.2.4.3 DESARROLLO DEL MODELO EN 3D

Para el modelado en 3d se lo realiza en SolidWorks en el cual se incluye los componentes seleccionados en el prototipo 3

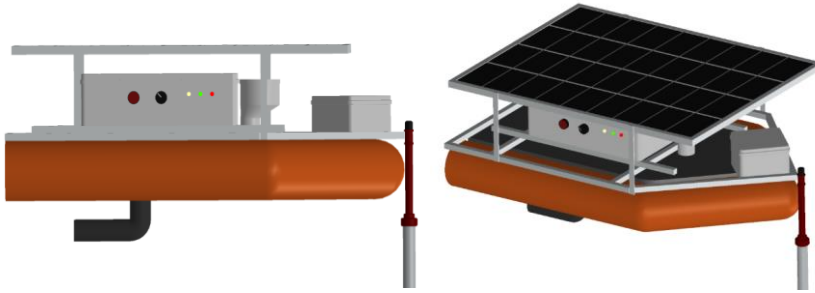


Figura 3.10 Estación móvil.

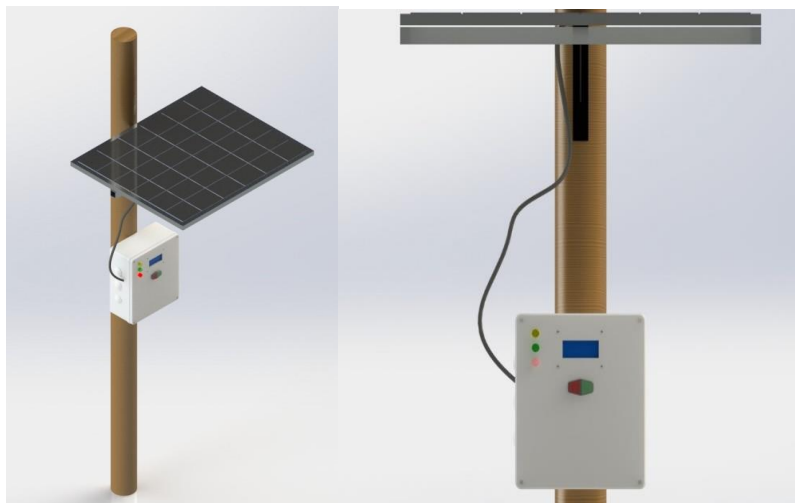


Figura 3.11 Estación fija.

3.2.4.4 DESARROLLO DEL CIRCUITOS ESQUEMATICOS

El circuito electrónico fue diseñado en Proteus 8.12

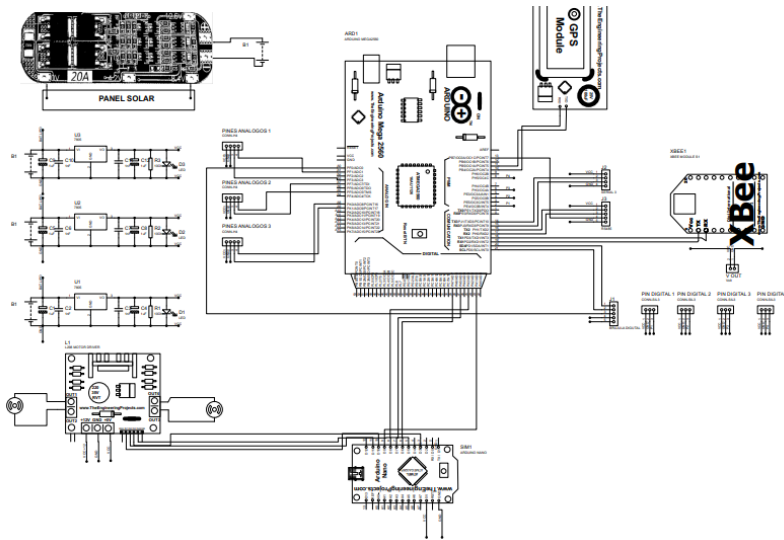


Figura 3.12 Diagrama conexión de la estación móvil

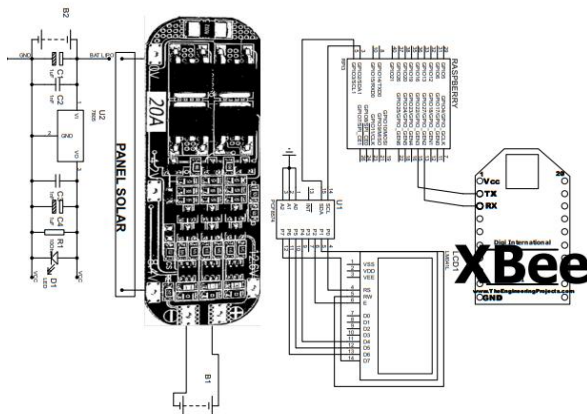


Figura 3.13 Diagrama conexión de la estación fija

3.2.4.5 CALCULO DE TERMINOS AZIMUT PARA LA ESTACION MOVIL.

Para calcular el ángulo de nuestra orientación con respecto al Norte, se determina el ángulo de la siguiente forma:

$$\theta = \text{atan}\left(\frac{m_y}{m_x}\right)$$

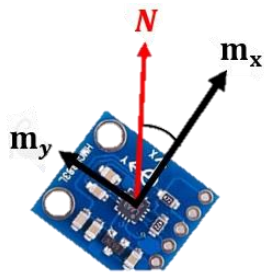


Figura 3.14 Brújula digital.

Al utilizar la ecuación descrita anteriormente se determina la orientación del Norte Magnético.

Se va utilizar el siguiente código, el cual realiza el cálculo de la orientación el programa de Arduino contiene esta librería.

```
void imprimirBrujula(void){
Serial.print("Azimuth Explorador: ");Serial.print(gradosB);
Serial.print(" -- ");Serial.print(dRead);
Serial.println();
// -----
void leerBrujulaD(void){
dRead = digitalRead(inBrujula);
if(dRead == HIGH){
//float azimuth; //is supporting float too
brujulaD.read(&x, &y, &z);
gradosB = brujulaD.azimuth(&y,&x);//you can get custom azimuth
//imprimirBrujula();}}
/ -----
```

```

void controlDireccion(float angleD ){
float deltaG = angleD - gradosB;
float deltaGa = abs(deltaG);
float aMax = 0;
float aMin = 0;
boolean rangoError = false;
if((angleD >= angleError)&&(angleD <= 360- angleError))
{aMin = angleD - angleError;
aMax = angleD + angleError;
if((gradosB >= aMin)&& (gradosB <= aMax)){rangoError = true; }
}else{
if(angleD > (360- angleError)){
aMin = angleD - angleError;
aMax = (angleD + angleError) - 360 }
else{
aMin = 360 - (angleError - angleD);
aMax = angleD + angleError;
} // end if angleD >=0
if((gradosB >= aMin) || (gradosB <= aMax)){rangoError = true; } }
if( rangoError == true) {
okB = true;
Serial.println(" | |");
else {
okB = false;
if(deltaGa <= 180)
{ if(deltaG < 0) {
Serial.println("<--");
}else
{Serial.println("-->");
} // end if deltaG <= 180
}else //else if deltaGa <= 180
{ if(angleD <= 180)
{Serial.println("-->");
} // end if angleD <= 180
else{
Serial.println("<--");
} // end else angleD <= 180
} // end else if error}

```

3.2.5 QUINTA ETAPA (CONSTRUCCIÓN).

Para la construcción de la estación móvil se fabrica nuevas propelas cambiando el diseño de 3 aspas a una de 6 aspas y aumentando el tamaño de las hélices con el fin de ayudar a darnos mayor velocidad y empuje.



Figura 3.15 Propelas realizadas en resina.

Se procede en la implementación de la estación móvil prototipo tres en la cual se realiza los siguientes trabajos:

- Se ensambla la estructura siguiendo las sugerencias predefinidas.
- Se ajusta y se verifica que la estructura este completamente hermética.
- Se lubrica los motores y se los ensambla con las nuevas propelas.
- Se coloca caja de circuitos de control, la cual incluye los siguientes ítems.:
 - PCB controladora AVR master-esclavo.
 - Sistema GPS
 - Xbee RX-TX
 - PCB de comunicación del sensor multiparámetro.

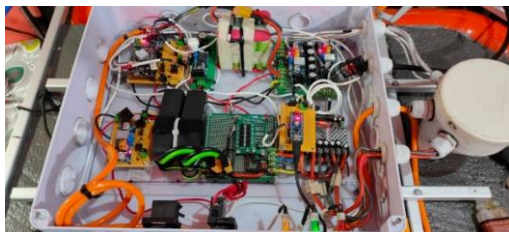


Figura 3.16 Tablero de control armado.

- Se ajusta el sensor a la medida de la piscina.
- Se coloca caja de circuitos de fuerza, la cual incluye los siguientes ítems.:
 - Módulo de carga.
 - Driver de motores.
 - Circuitos convertidores de voltajes.
- Se coloca panel solar.
- Se realiza trabajos de pintura.



Figura 3.17 Estructura móvil terminada.

Se procede con la implementación de la estación fija (Base) en la cual se realiza los siguientes trabajos.

- Se ensambla la estructura siguiendo las sugerencias predefinidas.
- Se coloca y se verifica que el panel solar quede en posición al sol.
- Se arma caja de circuitos de control, la cual incluye los siguientes ítems.:
 - Se instala módulo de carga de batería y banco de baterías.
 - Se conecta Sistema de conexión AC.
 - PCB del sistema embebido.
 - Sistema de comunicación Xbee Rx-Tx.
 - Se instala pantalla de visualización.
 - Se coloca botoneras e instala luces pilotos.
 - Se revisa sistema de baterías.

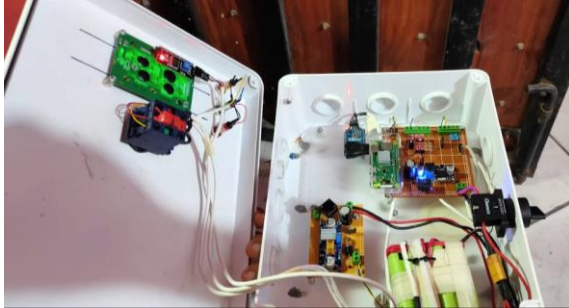


Figura 3.18 Verificación de conexión de estación fija.

- Se realiza configuraciones de alarmas por perdidas de comunicación.
- Se realiza configuraciones de conectividad a internet.
- Se realiza pruebas de funcionamiento.



Figura 3.19 Estación fija Ensamblada.

3.2.6 SEXTA ETAPA (IMPLEMENTACIÓN).

3.2.6.1 PISCINA LOCAL.

Al finalizar la construcción del prototipo seleccionado se realiza las primeras pruebas de funcionamiento en la piscina de la Universidad Politécnica Salesiana sede guayaquil campus centenario las cuales dan respuestas favorables, podemos verificar los datos de la calidad del agua en la pantalla de nuestra estación fija y después de unos segundos de retardo en la App de nuestro Smartphone.



Figura 3.20 Piscina UPS vista desde Google maps.

En el App se puede visualizar los datos en tiempo real y también un registro de la información capturada, la misma aplicación emite alertas cuando el oxígeno está por debajo de los 4mg/L valores que ponen en riesgo la producción, a continuación, se muestra la imagen de las pruebas realizadas en la piscina.



Figura 3.21 Prueba de recorrido 1



Figura 3.22 Prueba de recorrido 2

Se indica cada una de las secciones de nuestra app

- 1.- Indica fecha y hora.
- 2.- Muestra los valores tomados por la estación móvil de oxígeno, salinidad y temperatura promediados.
- 3.- Está sección cambia de color verde a rojo si el nivel de oxígeno está por debajo de los 4mg/L.
- 4.- Indica el historial de eventos de los datos tomados cada 5 minutos.



Figura 3.23 App en funcionamiento.

3.2.6.2 PISCINA DE SISTEMA SEMI-INTENSIVO.

Después de las pruebas realizadas con el módulo fijo y modulo móvil se procede a la instalación del proyecto en la piscina ubicada en la provincia de Esmeralda cantón Muisne, la piscina tiene una superficie total de $33.421,64m^2$.

Se programa el recorrido en tres puntos de la piscina para tomar los datos los cuales vamos a tener dos tipos de medidas, la medida promediada de toda la piscina y la medida tomada en su posición actual.

A continuación, se muestra el tamaño de la piscina total y los puntos de recorrido de la estación móvil.

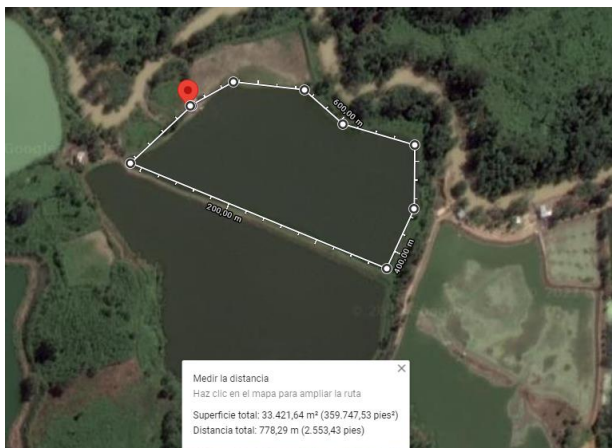


Figura 3.24 Medición de la superficie de la piscina a realizar el análisis de calidad.

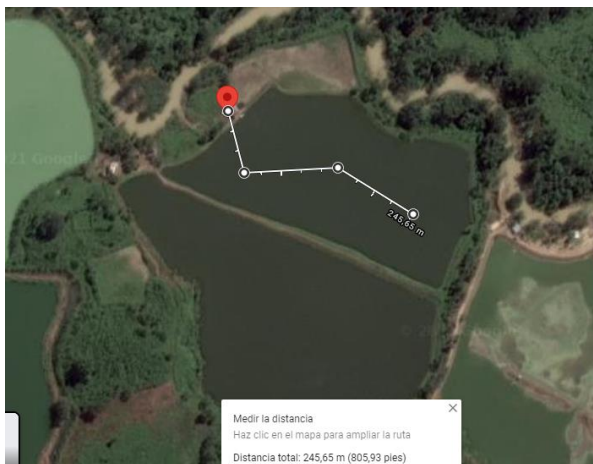


Figura 3.25 Medición del recorrido total de la estación móvil.

Se instala la estación fija en un soporte de madera junto al panel solar.



Figura 3.26 Estación fija Instalada.

Se coloca el módulo móvil verificando el encendido y que se encuentre comunicando con la estación fija.



Figura 3.27 Estación móvil Instalada.

Ya instalados los equipos se comienza a receptar los datos que envía la estación móvil a la estación fija la cual sube los parámetros al servidor y este mismo lo presenta en la App.

En la implementación y las pruebas finales las propelas se partieron las cuales se volvieron a imprimir y se colocaron refuerzos adicionales para evitar que al chocar con ramas o algún otro material volviera a suceder.



Figura 3.28 Estación móvil recolectando datos

En la siguiente imagen podemos verificar en la pantalla lcd los valores de O=13.61mg/L, temp= 30.79°C y Sal=1.55ppt y corroborar en nuestra app y en la base de datos que se genera.



Figura 3.29 Pantalla LCD de la estación fija.



Figura 3.30 App mostrando datos capturados y en tiempo real.

24/Feb/2022	13:23:49	13.42	1.55	30.99	Offline	True
24/Feb/2022	13:24:50	13.68	1.55	30.79	Offline	True
24/Feb/2022	13:25:51	13.67	1.55	30.79	Offline	True
24/Feb/2022	13:26:52	13.61	1.55	30.79	Offline	True
24/Feb/2022	16:38:51	13.53	1.55	30.79	Offline	False
24/Feb/2022	16:39:51	13.48	1.55	30.79	Online	True
24/Feb/2022	16:40:52	13.41	1.54	30.79	Online	True
24/Feb/2022	16:41:53	13.35	1.54	30.79	Online	True
24/Feb/2022	16:43:04	13.29	1.54	30.79	Online	True
24/Feb/2022	16:44:05	13.24	1.54	30.79	Online	True
24/Feb/2022	16:45:06	13.19	1.54	30.79	Online	True
24/Feb/2022	16:46:07	13.14	1.54	30.79	Online	True
24/Feb/2022	16:47:08	13.1	1.54	30.79	Online	True

Figura 3.31 Base de datos almacenados en la RaspBerry.

4. RESULTADOS

Tras la implementación del proyecto técnico de titulación en la piscina ubicada en la provincia de Esmeralda cantón Muisne, coordenadas 0°37'52.8"N 79°57'50.3"W en la cual se está realizando el análisis de la calidad del agua para el cultivo de camarones blancos, se obtuvo una respuesta favorable por parte de los lugareños y la propietaria de la camaronera los cuales están interesados en replicar nuestro proyecto.

Comentado [REPO55]: No primera persona

El sensor multiparámetro RS-985 y el Mini Conductivity K 1.0 requiere de mantenimiento semanal a la sonda con un paño y abundante agua hasta retirar el exceso de lodo e impurezas, sin embargo, se recomienda mensualmente el chequeo total de la estación móvil la cual contiene componentes electrónicos que están expuestos constantemente al entorno salado por el sector el cual se encuentra ubicado.

Las estaciones cuentan con paneles solares las cuales fueron dimensionadas para un crecimiento futuro y aumento de sensores, sistema de visualización, etc. A las PCB se les aplico silicona líquida para cubrir los puntos de soldadura y evitar algún tipo de corrosión. Los módulos de comunicación xbee al trabajar con una frecuencia de 2.4Ghz permitirían la comunicación entre las dos estaciones las cuales se pueden configurar los números de recorridos y los puntos donde se desea tomar los datos, actualmente se encuentran programados tres puntos de la piscina según estudios referentes a la toma de datos. Respectivamente se mantendrá siempre conectada a internet la estación fija la cual está encargada de administrar los datos que llegan desde la estación móvil, estos parámetros los podremos visualizar desde cualquier parte del mundo un punto muy agradable para la propietaria de la camaronera.

Los datos receptados muestran el comportamiento del estado la piscina en el transcurso del día, semana, mes y año. A futuro se podría realizar un estudio para ver la factibilidad de la producción en ciertas épocas del año.

En los tres primeros días ya se pudo tomar correctivos en el sistema de bombeo ya que los camarones permanecían con oxígeno por debajo de los 4mg/L durante las primeras horas del día y por la tarde alcanza un promedio de 10mg/L aumentando las posibilidades de hiperventilar al camarón dando origen a la enfermedad burbuja de gas.

Normalmente los trabajadores realizaban el bombeo de las piscinas a partir de las 11:00am al ver los datos la dueña de la camaronera cambio los horarios de bombeo que sean a partir de las 7:00am.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

5.1 PROTOTIPO DE ESTRUCTURAS REALIZADAS.

Se realiza la comparación de los diferentes prototipos que se desarrolló para este proyecto técnico, a continuación, se muestra la tabla con los puntos más relevantes considerados en el diseño, Los datos obtenidos de consumo eléctrico se realiza con las mediciones hechas por la roboclaw y la información proporcionada en el datasheet de los componentes.

Tabla 5-1 Comparación de prototipos.

COMPARACIÓN DE LOS PROTIPOS REALIZADOS				
N	DETALLE	PROT 1	PROT 2	PROT 3
1	ESTRUCTURA COMPACTA	100%	60%	35%
2	ESTRUCTURA ESTABLE	40%	80%	100%
3	PESO MAXIMO 35KG	77%	83%	94%
4	FRICCION ENTRE EL CASCO Y EL AGUA	75%	60%	40%
5	VELOCIDAD MAXIMA ESTIMADA(4,5km/h)	78%	78%	78%
6	CONSUMO ELECTRICO (35AMP*DIA)	63%	77%	89%

Comentado [REPO56]: Estos porcentajes como los obtiene???

Nos percatamos que una estructura compacta no necesariamente es una estructura estable lo que interesaba por el medio en el cual sería aplicado el módulo analizador.

Tabla 5-2 Cálculos del peso, velocidad y consumo energético.

PROT 1	PROT 2	PROT 3
PESO (35 KG)		
27	29	33
VELOCIDAD (4,5 km/h)		
3,5	3,5	3,5
CONSUMO (35 Amp/Dia)		
22	27	31

Al revisar las estructuras por separado se evidencia que el primer prototipo como beneficio tiende a ser una estructura compacta de poco peso y poco consumo eléctrico, pero como gran desventaja no ser una estructura estable lo que podría ocasionar que se voltee comprometiendo los elementos electrónicos.

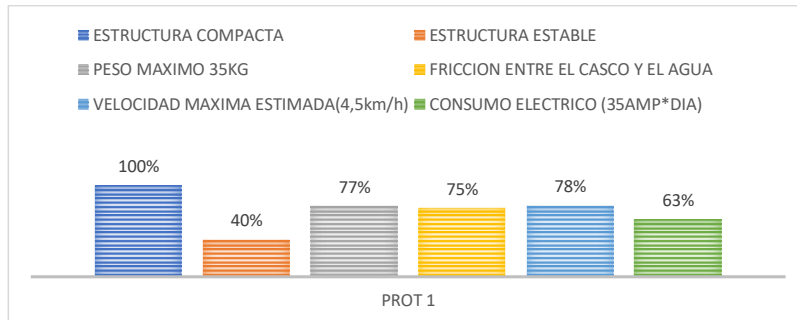


Figura 5.1 Análisis del prototipo 1.

En el segundo prototipo ya no es tan compacta, hay un incremento del peso y del consumo eléctrico, pero se gana estabilidad y perdemos flotabilidad del módulo.

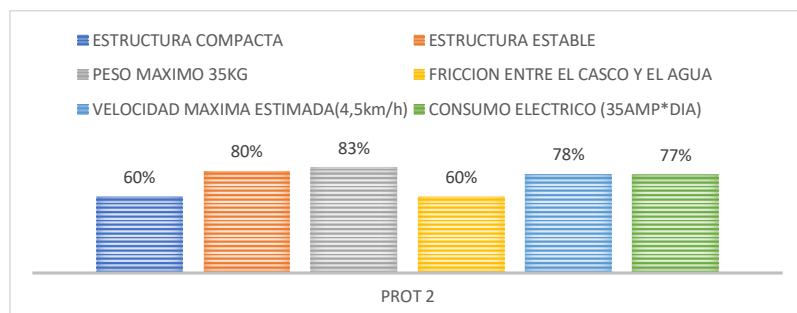


Figura 5.2 Análisis del prototipo 2.

El tercer prototipo termina por ser un módulo robusto, con un peso al máximo del cual se estimaba, de gran consumo eléctrico 31 amp/Día en comparación a los dos anteriores, ganando estabilidad y poca fricción entre el casco y el agua.

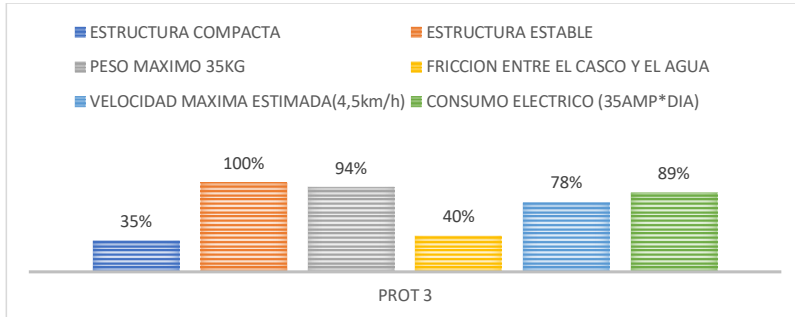


Figura 5.3 Análisis del prototipo 3.

En las siguientes tablas se muestra una comparación de los tres prototipos.

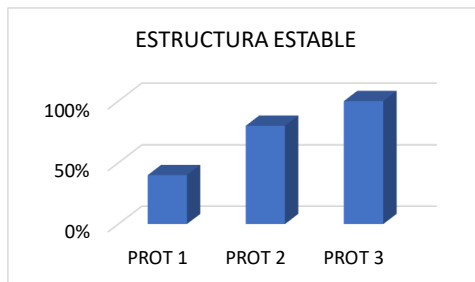


Figura 5.4 Comparación estructura estable.

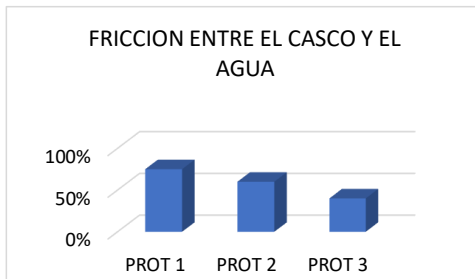


Figura 5.5 Comparación de la fricción entre el casco y el agua.

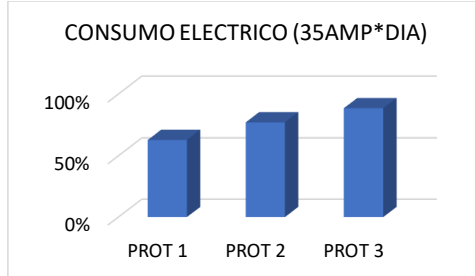


Figura 5.6 Comparación del consumo eléctrico.

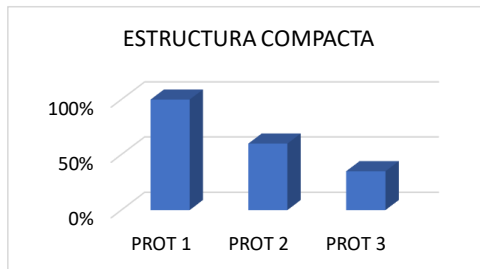


Figura 5.7 Comparación de la estructura.

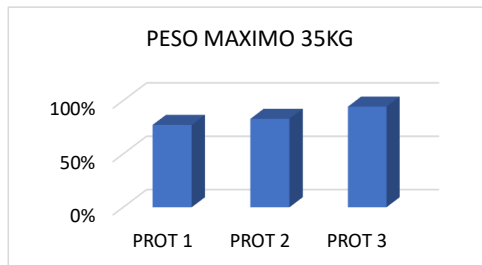


Figura 5.8 Comparación del peso.

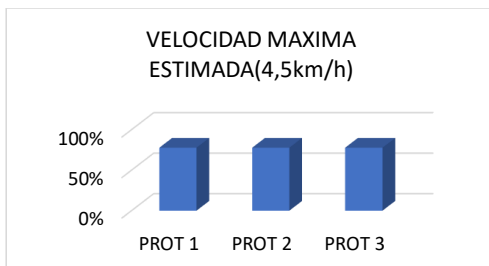


Figura 5.9 Comparación de la velocidad.

5.2 DATOS ADQUIRIDOS.

Los siguientes gráficos corresponden a los datos tomados desde el 24 de febrero del 2022 hasta el 26 de febrero del 2022 se tomó estos datos por motivos que en un análisis previo del comportamiento del estado del agua muestra que en horas de la mañana se obtuvieron datos de oxígeno por debajo de los 4mg/L, por lo que se recomendó a la dueña de la camaronera oxigenar la piscina en las mañanas en horarios de 4:00am a 9:00am.

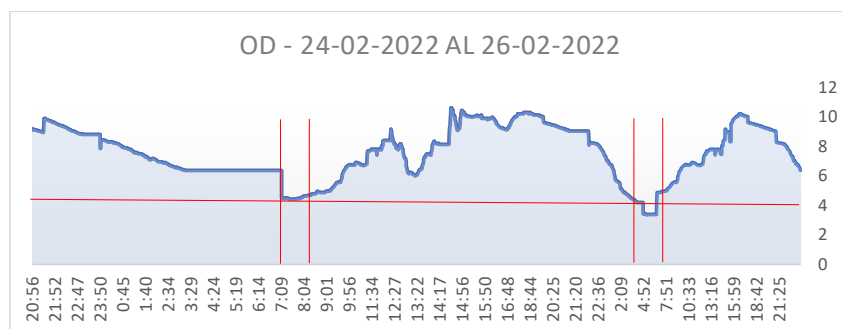


Figura 5.10 Oxígeno disuelto.

La los parámetros de la salinidad se encuentran en el rango de 1.55ppt agua salobre, estos valores se encuentran bajos debido a la creciente del rio por la temporada invernal del cual se bombea agua para la oxigenación de la piscina.

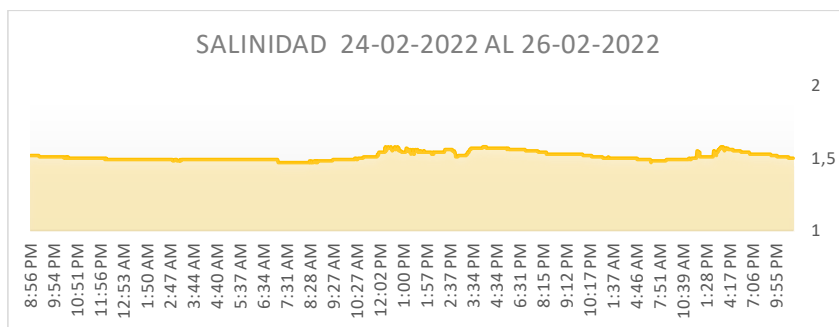


Figura 5.11 Salinidad.

La temperatura muestra un comportamiento normal con valores óptimos para la proliferación de microorganismos y seguir con el cultivo de especies

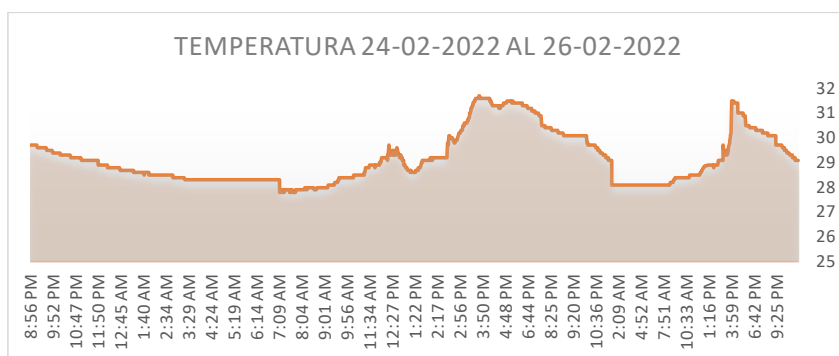


Figura 5.12 Temperatura.

5.3 CALIDAD DEL AGUA 26-02-2022

En la siguiente tabla se muestra el promedio de los datos adquiridos en determinadas horas y un promedio general por día donde se puede visualizar los valores obtenidos por el módulo móvil.

Tabla 5-3 Datos almacenados.

Fechas y Horas	Promedio de TEMP	Promedio de OD	Promedio de SALINIDAD
25-feb	29,17	7,52	1,51
0	28,78	8,14	1,49
2	28,47	6,81	1,49
4	28,29	6,34	1,49
6	28,29	6,34	1,49
7	27,93	4,78	1,47
8	27,96	4,77	1,47
9	28,22	5,71	1,49
10	28,47	6,77	1,49
11	28,87	7,78	1,51
12	29,26	8,03	1,56
13	28,84	6,66	1,55
14	29,55	8,91	1,54
15	31,19	10,00	1,55
16	31,39	9,50	1,57
17	31,45	9,90	1,56
18	31,28	10,20	1,56
19	30,93	10,02	1,55
20	30,31	9,36	1,53
21	30,07	8,98	1,53
22	29,66	8,15	1,52
23	29,38	7,50	1,51
26-feb	29,06	6,97	1,51
0	29,15	6,74	1,50
2	28,09	4,92	1,50
3	28,09	4,48	1,50
4	28,09	4,10	1,50
5	28,09	3,39	1,49
6	28,09	3,88	1,49
7	28,09	4,94	1,48
8	28,13	5,36	1,48
9	28,37	6,15	1,49
10	28,40	6,74	1,49
12	28,70	7,26	1,52
14	29,05	7,97	1,53
16	31,31	10,06	1,56
17	30,81	9,90	1,55
18	30,40	9,48	1,54
19	30,26	9,30	1,53
20	30,13	9,10	1,53
21	29,81	8,29	1,52
22	29,49	7,78	1,51
23	29,18	6,83	1,50
Total, general	29,15	7,53	1,51

En la información recolectada durante los días seleccionados muestran que en el amanecer los datos se encuentran por debajo del nivel de oxígeno requerido. A continuación, se muestra una gráfica del comportamiento normal que tendría el oxígeno en una piscina.]

Comentado [REPO57]: Otro tipo de letra

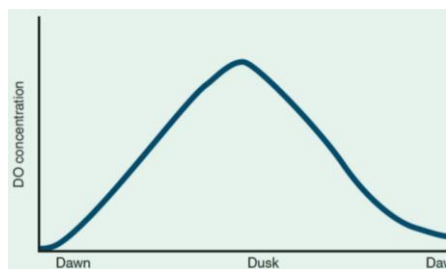


Figura 5.13 Comportamiento del OD.

Es normal la fluctuación de los parámetros de oxígeno en el estanque durante el transcurso del día esto se debe a la fotosíntesis generada por el fitoplancton durante la mañana y tarde, pero por la noche estos mismos organismos consumen oxígeno.

El trabajo diario del productor radicaba en bombear constantemente la piscina con agua y así poderla oxigenar sin tener en cuenta el momento que realmente lo requiera, ya que no disponían de datos certeros de la calidad del agua para poder tomar decisiones oportunas.

Se les realizó la recomendación de bombear agua en horas de 4:00am a 8:am para mejorar la cantidad de oxígeno existente ya que no disponen de aireadores, también se debe considerar que el OD aumenta conforme la temperatura baja y disminuye cuando la salinidad aumenta.

Se sugiere seguir las siguientes recomendaciones realizadas por biomin:

- Utilice aireadores durante la noche cuando el oxígeno disuelto cae por debajo de 4 ppm
- Elimine el plancton en descomposición cuando se produzca la mortandad del plancton y disponga de aireadores adicionales para airear por más horas

- Reduzca las tasas de alimentación o reparta la misma cantidad de alimento en más veces
- Circule el agua del estanque para evitar diferencias de temperatura
- Intercambie el agua (además de la aireación) para mejorar los valores bajos de oxígeno disuelto [11]

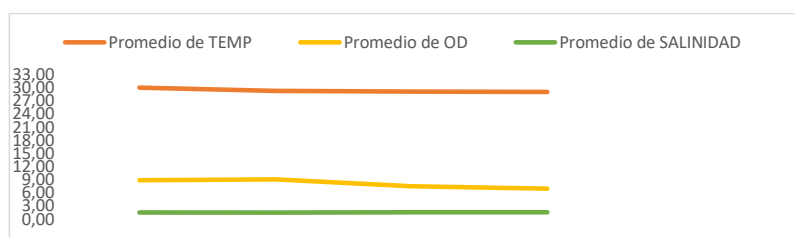


Figura 5.14 Promedio de los valores capturados.

5.4 CALIDAD DEL AGUA 28-02-2022.

Los datos recolectados del 27 de febrero y 28 de febrero del 2022, muestra la gráfica de la calidad del agua con las recomendaciones realizadas verificando que se mejoró parcialmente el descenso del OD en horas del amanecer.

En la siguiente imagen se muestra el bombeo de la piscina desde las 5:30 am hasta las 7:00am.



Figura 5.15 Bombeo de agua.

La figura que a continuación se realiza una comparación de los datos capturados con las sugerencias dadas. Donde se identifica la mejora en los niveles de OD por las mañanas.

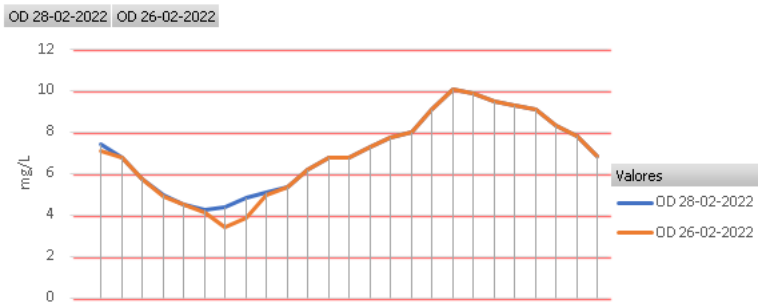


Figura 5.16 Comparación de datos almacenados.

CONCLUSIONES

El proyecto técnico cumplió con las expectativas de la propietaria de la camaronera levantando interés por dueños de camaroneras aledañas de llevar un control más riguroso de su producto donde se puede tener una respuesta a cualquier eventualidad que genere el cambio de la calidad del agua y pueda ocasionar la pérdida de su producción.

La base de datos que se genera ayuda para el análisis de los parámetros del oxígeno, temperatura y salinidad con respecto al tiempo, se consigue determinar la calidad de agua de la piscina acuícola, influyendo directamente en cómo gestionar la alimentación y oxigenación para los cultivos. Identificando los puntos críticos en los cuales se puede tomar acciones correctivas para mantener buenas condiciones para el producto saliente, ayudando a mejorar recursos y tiempo de trabajo.

En base a los resultados se concluyó que la estructura de exploración tiene un modelo ergonómico y de sencillo transporte es totalmente ecológico el cual es alimentado por paneles solares, su movilidad en la piscina es automática estando predefinida las coordenadas por donde se moverá la estación móvil.

Comentado [REPO58]: No primera persona

Comentado [REPO59]: Conclusiones en base a cumplimiento o no de todos los objetivos, cambiar y mejorar

RECOMENDACIONES

La limpieza de las sondas es primordial se debe realizar semanalmente con abundante agua dulce para evitar datos de lectura erróneos.

Se recomienda revisar Panel y las baterías cada mes realizando pruebas de carga y descarga de las mismas.

No manipular el tablero de control ni las placas electrónicas siendo estas sensibles a la energía estática perjudicando elementos importantes como sensores, drivers, convertidores de voltaje, microcontroladores.

Mantener siempre conectado a internet la estación fija y verificar en la pantalla LCD que muestre los valores de la calidad del agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] A. Camargo y J. Camacho, «redalyc,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/journal/1050/105060481001/>. [Último acceso: 2021].
- [2] «jindetres,» 15 Junio 2012. [En línea]. Available: <http://jindetres.blogspot.com/2012/06/agua-sutileza-para-la-vida.html?m=1>. [Último acceso: 12 Enero 2022].
- [3] J. M. C. ALVARADO, «repositorio.ug.edu.ec,» mayo 2020. [En línea]. Available: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/49204/1/Tesis%20final%20Coronel%20Alvarado%20Jos%C3%A9%20Miguel.pdf>. [Último acceso: 2021].
- [4] «Aquaraba S.L.,» Aquaraba, [En línea]. Available: <https://www.aquaraba.es/laboratorio/>. [Último acceso: 22 enero 2022].
- [5] E. productor, «El productor,» 26 Mayo 2017. [En línea]. Available: <https://elproductor.com/2017/05/sistemas-y-modos-de-produccion-acuicola/>. [Último acceso: 2021].
- [6] M. S. J. Luis*, P. D. Abraham y S. E. S. Armas, «Xdoc,» agosto 2018. [En línea]. Available: <https://xdoc.mx/documents/propuesta-de-un-medidor-de-oxigeno-disuelto-en-cultivos-de-tilapia-5de41fddac575>. [Último acceso: 2021].
- [7] «TecnoXplora,» ATRESMEDIA, [En línea]. Available: https://amp.lasexta.com/tecnologia-tecnoplora/ciencia/que-evapora-agua-mar-esta-100-grados_202201286200f6f8334ddc0001228313.html. [Último acceso: 19 enero 2022].
- [8] R. Cobo y L. Pérez, «docplayer.es,» Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras, 2018. [En línea]. Available: <https://docplayer.es/208149054-Aspectos-generales-del-cultivo-y-la-genetica-del-camaron-blanco-del-pacifico-litopenaeus-vannamei-boone-1931.html>. [Último acceso: 2021].
- [9] «Molinos Champion,» [En línea]. Available: <https://www.molinoschampion.com/adaptacion-camaron-del-pacifico-a-temperatura/>. [Último acceso: 22 enero 2022].
- [10] M. Coto, «Sistemas y modos de produccion,» mayo 2009. [En línea]. Available: <http://www.mailxmail.com/curso-acuicultura-sistemas-modos-produccion>.
- [11] biomin, «biomin.net,» [En línea]. Available: <https://www.biomin.net/mx/especies/acuicultura/calidad-del-agua/-/biorremediacion/>. [Último acceso: 2021].

- [12] P. V. J. DANER, «repositorio.ug,» noviembre 2020. [En línea]. Available: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/51623/1/POZO%20V%C3%81SQUEZ%20JHON%20DANER%20%281%29.pdf>. [Último acceso: 2021].
- [13] M. Store, «andarina.store,» [En línea]. Available: <https://www.mandarina.store/products/kit-de-37-sensores-para-arduino-ar-kitsensor>. [Último acceso: 2021].
- [14] E. R. D. LUIS, «xataka,» xataka, septiembre 2018. [En línea]. Available: <https://www.xataka.com/makers/cero-maker-todo-necesario-para-empezar-raspberry-pi>. [Último acceso: 2021].
- [15] xbee, «MCI electronics,» xbee, [En línea]. Available: <https://xbee.cl/que-es-xbee/>.
- [16] «Basicmicro Motion Control,» [En línea]. Available: https://www.basicmicro.com/RoboClaw-2x45A-Motor-Controller_p_26.html. [Último acceso: 15 enero 2022].
- [17] L. F. Obando, «dademuchconnection,» [En línea]. Available: <https://dademuch.com/2018/04/26/driver-de-motor-dc-electronica-de-potencia/>. [Último acceso: 2021].
- [18] Naylam, «naylam,» 2022. [En línea]. Available: https://naylampmechatronics.com/blog/18_tutorial-modulo-gps-con-arduino.html.
- [19] Superrobotica, «Superrobotica,» [En línea]. Available: <http://www.superrobotica.com/s320160.htm>. [Último acceso: 2021].
- [20] «Techtonics,» [En línea]. Available: <https://www.techtonics.in/gy-273-hmc5883l-module-triple-axis-compass-magneto-meter-sensor>. [Último acceso: 16 enero 2022].
- [21] D. Solar, «Damia Solar,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.damiasolar.com/content/la-energia-solar-en-5-min.html>. [Último acceso: 2021].
- [22] «Turbosquid,» [En línea]. Available: <https://www.turbosquid.com/es/3d-models/solar-panel-3d-model/1140158>. [Último acceso: 21 septiebre 2021].
- [23] Sandorobotics, «Sandorobotics,» pololu, 2019. [En línea]. Available: <https://sandorobotics.com/producto/2859/>. [Último acceso: 2021].
- [24] «Redes Zone,» [En línea]. Available: <https://www.redeszone.net/>. [Último acceso: 21 deptiembre 2021].
- [25] CCM, «CCM,» carlos jurado, junio 2021. [En línea]. Available: <https://es.ccm.net/download/descargar-13478-android-studio-para-pc>. [Último acceso: 2021].

- [26] F. Google, «Firebase Google,» noviembre 2021. [En línea]. Available: <https://firebase.google.com/docs/database?hl=es-419>. [Último acceso: 2021].
- [27] beegle, «beegle,» 2021. [En línea]. Available: <https://beegle.com/producto/microcontrolador-atmega328p-pu-avr-32k-20mhz-dip28/>. [Último acceso: 2021].
- [28] Atlas, «atlas-scientific,» [En línea]. Available: <https://atlas-scientific.com/kits/conductivity-k-1-0-kit/>. [Último acceso: 2021].
- [29] cndongrun, «cndongrun,» [En línea]. Available: <http://www.cndongrun.com/cpzs/szcgq/gxcgq/show991.html>. [Último acceso: 2019].
- [30] I. Pérez, Y. Díaz-Ricardo y R. A. Becerra-García, «Ciencias Holguín,» Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba, JUNIO 2014. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/pdf/1815/181531232001.pdf>.
- [31] F. F. N. C. I. P. R. d. P. P. B. Janneth Alejandra Viñán Villagrán, «eumed,» Revista: Atlante, mayo 2018. [En línea]. Available: <https://www.eumed.net/rev/atlante/2018/05/investigacion-cientifica.html>.

Comentado [REPO60]: Ordenar esto

ANEXOS

ANEXO A

LISTADO DE MATERIALES

N°	FECHA	DETALLE
1	05/08/2020	GPS
2	03/09/2020	GIROSCOPIO HMC5883L, MMA845X
3	01/10/2020	MODULO REGULADOR DE VOLTAJE
4	13/10/2020	ARDUINO MINI MEGA PRO, 2 BLUETOOTH HC-05, USB - RS485, TTL- RS485
5	01/11/2020	RASPBERRYS ZERO X2, ARDUINOS NANO Y MEMORIAS 4GB
6	09/03/2020	PLATINAS Y TUBO 17MM
7	09/03/2020	TUBO PVC 4",10 TAPAS HEMBRA, CALIPEGA Y SILICON GEL
8	10/03/2020	PANEL SOLAR, XBEE X2 Y GPS
9	10/03/2020	TORNILLOS, BAQUELAS, ESPADINES Y TAXI
10	16/03/2020	UNION 5MM
11	10/04/2020	3 CAJAS PVC Y 4 TAPONES 2"
12	10/04/2021	4 TAPONES 2" HEMBRA
13	10/04/2021	UNIONES PVC 4" Y REDUCTOR 4 - 2 PVC
15	14/04/2021	IMPRESIÓN 3D HELICE (AXEL)
16	14/04/2021	IMPRESIÓN 3D HELICE
17	14/04/2021	6 TAPONES HEMBRA 2" Y 4 REDUCTORES 4-2
18	15/04/2021	TORNILLAS Y RAMACHES
19	16/04/2021	LCD I2C, LUCES PILOTO
20	28/04/021	6 TAPONES 2", 2 CODOS 4" 45°
21	29/04/2021	CONTROLADOR DE CARGA SOLAR 10A
22	29/04/2021	CONTROLADOR DE CARGA SOLAR 30A
23	29/04/2021	BATERIA 12V 9AH
24	29/04/2021	PERNOS M3 X 12MM INOXIDABLES
25	04/05/2021	COMBRA BATERIA LIPO 3S 2200MA 40-50C + ENVIO

26	05/05/2021	COMPRA MODULOS DE CARGA LIPO 3S 40A Y 20A + ENVIO
27	05/05/2021	PERNOS 5X35 INOXIDABLES ANILLOS TUERCAS Y BROCAS
28	06/05/2021	STEP DONW, CAPACITORES 2200UF, DIODOS RESTIFICADORES, ESPADINES HEMBRAY PORTAFUSIBLE
29	07/05/2021	MOVILIZACION A ESMERALDAS
30	01/02/2021	COMPRA MATERIALES FEBRERO 2021 MAS REGULODAR
31	13/05/2021	TERMINALES REDONDOS CABLE #18
32	14/05/2021	ESPUNA FLEX 1X1 M
33	20/05/2021	SILICON TRANSP 280ML
34	17/05/2021	ADACTACION EJES LARGOS MOTORES RS 540
35	22/05/2021	COMBUSTIBLE MOVILIZACION PRUEBRA 1 DE MOVIMIENTO CAMARONERA
36	28/05/2021	ADACTACION EJES LARGOS MOTORES 775
37	30/05/2021	COMBUSTIBLE MOVILIZACION PRUEBRA 2 DE MOVIMIENTO CAMARONERA
38	03/06/2021	CABLE FLEXIBLE #10 8M
39		RELAY 30A Y RELAY 10A
40		PULSADOR DOBLE
41		IMPRESION ELICES
42	13/07/2021	PUENTE RECTIFICADOR 4A Y CAPACITORES 2200 UF
43	13/07/2021	PANEL SOLAR 100W
44	13/07/2021	ARDUINO MINI MEGA PRO, CONECTORES XT 60, MODULO RELOJ
45	14/07/2021	15M CABLE UTP, 8M CABLE ELECTRICO #14, 2M CABLE #14 CONCENTRICO
46	14/07/2021	2 SWITCH SELECTOR, 2 PULSADORES Y TERMINALES
47	19/07/2021	2 BATERIAS LIPO 3S 2200 MA 75C Y PORTA BATERIAS
48	22/07/2021	PERNOS INOXIDABLES M6
49	22/07/2021	PROTECTOR VIDRIO -GPS
50	22/07/2021	MODULO DE CARGA 3S 20A

ANEXO B

ESPECIFICACIONES TECNICA DE LOS CONTROLADORES, MODULOS Y SENSOR.

FDO-99E

1. Measurement range: DO: 0-20 mg / l or 0-20ppm, Air saturation: 0-120%
2. Resolution: 0.01mg / l
3. Measurement Accuracy: ± 0.2 mg/l or 1% F.S
4. Response time: T90
5. Temperature sensor: Operating range: 0 – 50°C;
6. Operating temperature: 0 - 50°C
7. Storage temperature: -40 - 80°C
8. Installation depth: 0 - 10 m
9. Calibration: no need to calibrate, as factory has made three-point calibration.
10. Chemical adaptability: safe for using methanol and ethanol, avoid other organic solvents.
11. Measurement foil: Polyester embedded ruthenium metal fluorescence powder
12. Light insulation coating: Teflon
13. Foil service life: 5 years (10 seconds measured interval)
14. Sensor shell: 316L stainless steel
15. Size: $\Phi 41 \times 140$ mm
16. Weight: 600g
17. Power supply: DC5V or DC9V, power supplied by transmitter
18. Sensor cable: standard 10 meters

ROBOCLAW 2X45

1. Control bidireccional simple de dos motores de CC cepillados
2. Rango de alimentación de funcionamiento de 6 V a 34 V
3. Salida máxima de corriente continua de 7,5 A a 60 A, según el modelo de controlador
4. La limitación automática de corriente reduce el ciclo de trabajo cuando la corriente del motor está entre 1x y 2x la corriente nominal del controlador
5. Cuatro opciones de comunicación o control:
6. Interfaz serie USB (puerto COM virtual)
7. Interfaz serie de nivel lógico (TTL) para conexión directa a microcontroladores u otros controladores integrados
8. Interfaz de ancho de pulso de control de radio (RC) Hobby para conexión directa a un receptor RC o servocontrolador RC
9. Interfaz de voltaje analógico de 0 V a 2 V (tolerante a 5 V) para conexión directa a potenciómetros y joysticks analógicos
10. Entradas de retroalimentación dual para el control de bucle cerrado PID:
11. Control de velocidad con codificadores de cuadratura, hasta 19,6 millones de pulsos de codificador por segundo
12. Control de posición con codificadores analógicos o potenciómetros
13. (Control de bucle abierto sin retroalimentación también disponible)
14. Terminales de tornillo para una conexión/desconexión rápida
15. Configurable a través de la interfaz de pulsador
16. Frenado regenerativo
17. Tolera los cambios de dirección a alta velocidad
18. BeC de 5 V seleccionable por puente
19. El monitoreo de la batería y el corte de bajo voltaje protegen las baterías de la descarga excesiva

SENSOR DE CONDUCTIVIDAD ATLAS SCIENTIFIC K 1.0

Circuito de conductividad eléctrica

Gravedad específica del agua de mar
Precisión +/- 2%
Rango total de EC de 0.07 $\mu\text{s} / \text{cm}$ a 500,000+ $\mu\text{s} / \text{cm}$
Temperatura dependiente o temperatura
Lecturas independientes
El protocolo de calibración flexible admite un solo punto
o calibración de punto dual
Calibrar a cualquier valor de EC
Calibración requerida solo una vez al año
El formato de datos es ASCII

Dos protocolos de datos

Conectividad serial asíncrona UART
(Voltaje de voltaje RX / TX 0-VCC)
I2C (dirección I2C predeterminada 0x64)
Voltaje de funcionamiento: 3,3V a 5V
Funciona con cualquier sonda de conductividad de dos conductores disponible en el mercado
Funciona con cualquier valor K desde K 0,1 hasta K 10

Modo de suspensión del consumo de energía

0,4mA a 3,3V

Sonda de conductividad K 1.0

Material del cuerpo: epoxi
Temperatura máxima: 0-70 ° C
PSI máxima: 1379 kPa (200PSI)
Longitud del cable: 1 metro
Peso: 51 gramos

MOTOR RS550

Características

de RS-550

Voltaje: 3-48V

Corriente: 0.4-15.8

Velocidad: 1000rpm -14000rpm

Par: 100-900g.cm.

Aplicaciones típicas: aparato doméstico, equipos médicos, equipos industriales, juguetes y herramienta eléctrica.

Electrical Specification

Model	Voltage		No Load		At Maximum Efficiency					Stall		
	Operating Range	Nominal	Speed	Current	Speed	Current	Torque		Output	Torque		Current
			r/min	A	r/min	A	mN·m	g·cm	w	mN·m	g·cm	A
RS-550SH-9511	DC 3-6V	DC 4.5V	18000	2.5	15200	15.8	34.3	350	54.6	214	2187	85.7
RS-550SH-15230	DC 12-28V	DC 24V	5200	0.09	4300	0.4	14.7	150	6.6	86.5	882	2.00
RS-550SA-5036	DC 6-15V	DC 12V	16500	1.00	14000	5.2	34.3	350	50.3	226	2310	28.8
RS-550SA-25200	DC 12-24	DC 24V	5800	0.1	5100	0.6	22.0	225	11.8	182.7	1864	4.2
RS-550PC-7524	DC 6-12V	DC 12V	20600	1.35	18180	10.2	49.4	503	93.8	421	4300	76.5

*Note:It's only typical technical data for reference, Special requirement can be customized.

ANEXO C

PROGRAMACION UTILIZADA.

ARDUINO MASTER

```
void serialEvent() { //this interrupt will trigger
when the data coming from the serial monitor(pc/mac/other) is received.
  received_from_computer = Serial.readBytesUntil(13, computerdata, 20); //we
read the data sent from the serial monitor(pc/mac/other) until we see a <CR>. We also
count how many characters have been received.
  computerdata[received_from_computer] = 0; //stop the buffer
from transmitting leftovers or garbage.
  serial_event = true; //set the serial event flag.
}
// -----
void string_pars() { //this function will break up the CSV string into its 4
individual parts. EC|TDS|SAL|SG.
//this is done using the C command "strtok".

  ec = strtok(ec_data, ","); //let's pars the string at each comma.
  tds = strtok(NULL, ","); //let's pars the string at each comma.
  sal = strtok(NULL, ","); //let's pars the string at each comma.
  sg = strtok(NULL, ","); //let's pars the string at each comma.

// Serial.print("EC:"); //we now print each value we parsed separately.
// Serial.println(ec); //this is the EC value.
//
// Serial.print("TDS:"); //we now print each value we parsed separately.
// Serial.println(tds); //this is the TDS value.
//
// Serial.print("SAL:"); //we now print each value we parsed separately.
// Serial.println(sal); //this is the salinity value.
//
// Serial.print("SG:"); //we now print each value we parsed separately.
```

```

// Serial.println(sg);           //this is the specific gravity.
// Serial.println();           //this just makes the output easier to read by adding an
extra blank line

//uncomment this section if you want to take the values and convert them into floating
point number.

ec_float=atof(ec);
tds_float=atof(tds);
salinidad=atof(sal);
sg_float=atof(sg);

} // end loop-----

// *****
void leerSalinidad()
{
// if (serial_event == true) {           //if a command was sent
to the EZO device.
// for (i = 0; i <= received_from_computer; i++) {           //set all char to
lower case, this is just so this exact sample code can recognize the "sleep" command.
// computerdata[i] = tolower(computerdata[i]);           //"Sleep" ≠ "sleep"
// }
computerdata[0] = 'r';
i=0;           //reset i, we will need it later
if (computerdata[0] == 'c' || computerdata[0] == 'r')time_ = 570;           //if a command
has been sent to calibrate or take a reading we wait 570ms so that the circuit has time
to take the reading.
else time_ = 250;           //if any other command has
been sent we wait only 250ms.

Wire.beginTransmission(address);           //call the circuit by its
ID number.

```

```

Wire.write(computerdata); //transmit the command
that was sent through the serial port.
Wire.endTransmission(); //end the I2C data
transmission.

if (strcmp(computerdata, "sleep") != 0) { //if the command that
has been sent is NOT the sleep command, wait the correct amount of time and request
data.

//if it is the sleep command, we do
nothing. Issuing a sleep command and then requesting data will wake the EC circuit.

delay(time_); //wait the correct amount of
time for the circuit to complete its instruction.

Wire.requestFrom(address, 32, 1); //call the circuit and
request 32 bytes (this could be too small, but it is the max i2c buffer size for an Arduino)
code = Wire.read(); //the first byte is the response
code, we read this separately.
Serial.print("Sensor salinidad estado: ");
switch (code) { //switch case based on what the response code is.
case 1: //decimal 1.
Serial.println("Ok"); //means the command was successful.
break; //exits the switch case.

case 2: //decimal 2.
Serial.println("Failed"); //means the command has failed.
break; //exits the switch case.

case 254: //decimal 254.
Serial.println("Pending"); //means the command has not yet been finished
calculating.
break; //exits the switch case.

case 255: //decimal 255.

```



```

Serial.println("No Data");      //means there is no further data to send.
break;                          //exits the switch case.
}

while (Wire.available()) {      //are there bytes to receive.
  in_char = Wire.read();        //receive a byte.
  ec_data[i] = in_char;        //load this byte into our array.
  i += 1;                       //incur the counter for the array element.
  if (in_char == 0) {          //if we see that we have been sent a null command.
    i = 0;                      //reset the counter i to 0.
    break;                      //exit the while loop.
  }
}

Serial.println(ec_data);        //print the data.
Serial.println();              //this just makes the output easier to read by adding
an extra blank line
}

if (computerdata[0] == 'r') string_pars(); //uncomment this function if you would like
to break up the comma separated string into its individual parts.
// }
} // end vod salinidad -----

```

BRUJULA DIGITAL

```

void imprimirBrujula(void)
{
  Serial.print("Azimuth Explorador: ");Serial.print(gradosB);Serial.print("°");
  // Serial.print(" -- ");Serial.print(dRead);
  Serial.println();
}

// -----
void leerBrujulaD(void)

```

```

{
dRead = digitalRead(inBrujula);
if(dRead == HIGH)
{
//float azimuth; //is supporting float too
brujulaD.read(&x, &y, &z);
gradosB = brujulaD.azimuth(&y,&x);//you can get custom azimuth

//imprimirBrujula();
}
}

// -----
void controlDireccion(float angleD )
{
float deltaG = angleD - gradosB;
float deltaGa = abs(deltaG);

float aMax = 0;
float aMin = 0;
boolean rangoError = false;

if((angleD >= angleError)&&(angleD <= 360- angleError))
{

aMin = angleD - angleError;
aMax = angleD + angleError;

if((gradosB >= aMin)&& (gradosB <= aMax)){rangoError = true; }

}else
{
if(angleD > (360- angleError))
{

```

```

    aMin = angleD - angleError;
    aMax = (angleD + angleError) - 360 ;

}else
{
    aMin = 360 - (angleError - angleD);
    aMax = angleD + angleError;
} // end if angleD >=0

if((gradosB >= aMin) || (gradosB <= aMax)){rangoError = true; }
}

if( rangoError == true)
{
    okB = true;
    adelante();

//    Serial.println("|");
} else
{
    okB = false;

    if(deltaGa <= 180)
    {
        if(deltaG < 0)
        {
            Turn_Left();
//            Serial.println("<--");
        }else
        {
            Turn_Right();
//            Serial.println("-->");
        } // end if deltaG <= 180
    }else //else if deltaGa <= 180

```

```
{
  if(angleD <= 180)
  {
    Turn_Right();
  //   Serial.println("-->");
  }// end if angleD <= 180
  else
  {
    Turn_Left();
  //   Serial.println("<--");
  }// end else angleD <= 180

  }

}

}

}

// end else if error

}

}

void controlRumbo()
{
  if(vSat > 1)
  controlDireccion(waypoint_angle);
}
```

CONTROL DEL GPS

```
void imprimirGPS()
{
// vLat = 0.960432; //gps.location.lat();
// vLon = -79.653930;

Serial.println("");
Serial.print("Satelite Count: ");Serial.println(vSat);
Serial.print("Latitud/Longitud      : ");Serial.print(vLat, 6);Serial.print("
");Serial.println(vLon, 6);
Serial.print("Latitud/Longitud      D : ");Serial.print(dLat, 6);Serial.print("
");Serial.println(dLon, 6);
Serial.print("Azimuth destino : ");Serial.print(waypoint_angle);Serial.print(" -- ");
float aDestino = TinyGPSPlus::courseTo(vLat,vLon,dLat,dLon);
Serial.println(aDestino);
imprimirBrujula();
Serial.print("indice coordenada: ");Serial.println(waypoint_index);
Serial.print("distancia: ");Serial.print(dh);Serial.print(" -- ");
float distanciaDestino = TinyGPSPlus::distanceBetween(vLat,vLon,dLat,dLon);
Serial.println(distanciaDestino);

} // ebd imprimir GPS

//----- CALCULO VECTOR TRAYECTORIA -----
-----
void calculoTrayectoria()
{
dLat = ruta[waypoint_index].lat;
dLon = ruta[waypoint_index].lon;

delta_lat = radians(dLat - vLat);
lat_rad = radians(vLat);
dLat_rad = radians(dLat);
delta_lon = radians(dLon - vLon);
```

```

//----- FORMULA HAVERSINE -----

ah = sin(delta_lat / 2.0) * sin(delta_lat / 2.0);
parcial = cos(lat_rad) * cos(dLat_rad) * ( sin(delta_lon / 2.0) * sin(delta_lon / 2.0) );
ah += parcial;

ch = 2 * atan2(sqrt(ah), sqrt(1.0 - ah));

dh = 6378100.0 * ch; // Multiply by Earth's radius in meters

last_calc_dist = dh;

//***** CALCULO DE ANGULO AZIMUTH DESTINO *****
lon_rad = radians(vLon);
dLon_rad = radians(dLon);

waypoint_angle = atan2(sin(dLon_rad - lon_rad) * cos(dLat_rad),
    cos(lat_rad) * sin(dLat_rad) - sin(lat_rad) * cos(dLat_rad) * cos(dLon_rad -
lon_rad));

waypoint_angle = waypoint_angle * 180 / PI; // Convert from radians to degrees

// Always convert to positive angles
if (waypoint_angle < 0) {
    waypoint_angle += 360;
}
if (dh < distError)
{

    delay(3000);
    waypoint_index++; // siguiente coordenada
}

// Check if we reached all waypoints -----

```

```

    if (waypoint_index == num_waypoints)
    {
        waypoint_index = 0;
    }
} // end trayectoria
void displayInfo()
{
    if (gps.location.isValid())
    {
        vSat = gps.satellites.value();
        vLat = gps.location.lat();
        vLon = gps.location.lng();

        calculoTrayectoria();

        imprimirGPS();
    }
}
void leerGPS()
{
    while (ss.available() > 0)
        if (gps.encode(ss.read()))
            displayInfo();
            leerBrujulaD();
} // end leer GPS

```

PROGRAMACION PARA EL RS485

```
void solicitarDatos(void)
{
    digitalWrite(modeS,HIGH); // activar modo transmision RS-485

    //Serial2.write(" ");
    delay(1);
    // Enviar secuencia solicitud de datos
    Serial2.write(0x01); delay(1);
    Serial2.write(0x03); delay(1);
    Serial2.write(0x00);
    Serial2.write(0x00); delay(1);
    Serial2.write(0x00);
    Serial2.write(0x10); delay(1);
    Serial2.write(0x44);
    Serial2.write(0x06); delay(5);

    digitalWrite(modeS,LOW); // activar modo receccion RS-485
    Serial.println("< ===== Datos Solicitados =====> ");

} // end void solicitar Datos

// ----- leer datos -----
void leerDatos(void)
{
    if((millis()- temp)>(20000))
```



```

{
  solicitarDatos();
  temp = millis();
} // end if millis
while (Serial2.available() > 0 )
{
  nDat++;
  dato[nDat] = (int)Serial2.read();
  delay(2);
  //Serial.print(dato[nDat]);
  // Serial.print(dato[nDat],HEX);
  // Serial.print(" ");

  readDat = 2;
} // end while

if(readDat == 2)
{
  Serial.println("");
  Serial.print(">>>> Numero de datos recibidos: ");Serial.println(nDat);

  if(nDat == 37)
  {
  // mPressure[1] = dato[3];

```

PYTHON INICIO

```
import os
import RPi.GPIO as GPIO
import time
import socket
import drivers      # libreria control LCD i2c

#variable display
display = drivers.Lcd()

ledG = 22
ledR = 18
ledLCD = 16

puIR = 32
puIG = 26

GPIO.setwarnings(False)
GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
GPIO.setup(ledR, GPIO.OUT)
GPIO.setup(ledG, GPIO.OUT)
```

```

GPIO.setup(ledLCD, GPIO.OUT)

GPIO.setup(pulR, GPIO.IN)
GPIO.setup(pulG, GPIO.IN)

GPIO.output(ledR, True)

def verificarRed(host="8.8.8.8", port=80, timeout=3):
    try:
        s = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_DGRAM)
        s.connect(("8.8.8.8", 80))
        mensaje = s.getsockname()[0]

        return str(mensaje)
    except socket.error as ex:
        print(ex)
        return "Offred"

def verificarInternet(host="8.8.8.8", port=53, timeout=3):
    try:
        socket.setdefaulttimeout(timeout)
        socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM).connect((host, port))

        return "Online"
    except socket.error as ex:
        print(ex)
        return "Offline"

time.sleep(30)
GPIO.output(ledR, False)
internet = verificarInternet()

try:
    t = 0
    led = True

```

```

timer = int(round(time.time()))
while (GPIO.input(pulR) == False) & (t < 300):

    millis = int(round(time.time()))

    if millis > timer:
        temp = millis - timer
        timer = millis + 1

        t = t + temp

        linea1 = verificarRed() + " "
        linea2 = internet + " " + str(300-t) + " "
        display.lcd_display_string(linea1, 1)
        display.lcd_display_string(linea2, 2)
        internet = verificarInternet()
        print(linea1)
        print(t)

        GPIO.output(ledLCD, led)
        GPIO.output(ledG, not led)

        led = not led

except KeyboardInterrupt:
    print ("Programa Terminado por teclado")

GPIO.output(ledG, False)
GPIO.output(ledLCD, True)
display.lcd_clear()

GPIO.output(ledR, True)
while(GPIO.input(pulR) == False):
    GPIO.output(ledR, False)

```

```
time.sleep(3)
os.system("python3 /home/pi/Desktop/CalidadDelAgua/ControlCalidadDelAgua.py")
```

PYTHON CALIDAD DEL AGUA

```
#=====> IMPORTAR LIBRERIAS <=====
import os
import serial
import time
import firebase_admin
import RPi.GPIO as GPIO
from datetime import datetime
import drivers          # libreria control LCD i2c
import socket
from fpdf import FPDF

# ---- variables FireBase
from firebase_admin import credentials
```

```
from firebase_admin import db

#--- pines GPIO -----
alerta = True
ledG = 22
ledR = 18
ledLCD = 16
out1 = 12

pulR = 32
pulG = 26
in3 = 24

GPIO.setwarnings(False)
GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
GPIO.setup(ledR, GPIO.OUT)
GPIO.setup(ledG, GPIO.OUT)
GPIO.setup(ledLCD, GPIO.OUT)
GPIO.setup(out1, GPIO.OUT)

GPIO.setup(pulR, GPIO.IN)
GPIO.setup(pulG, GPIO.IN)
GPIO.setup(in3, GPIO.IN)

#variable display
display = drivers.Lcd()

# variables -----
cOxigeno = 80
dOxigeno = 0.05
dTemperatura = 00.09
dPresion = 100
dSalinidad = 15
```

```

dOxigenoR = 0.01
dTemperaturaR = 00.01
dPresionR = 100
dSalinidadR = 15

dLatitud = 0
dLongitud = 0
d = 0
dTemp = 0
internet = "error" # variable control internet
mInternet = "" # mensaje de error internet
ruta = "" # ruta base de firebase

tiempoE = 180 # cantante tiempo de espera de error de comunicacion con estacion
movil
tiempoH = 30 # variable de control para no repetir activacion
tiempoL = 60 # constante de tiempo de lectura
tiempol = 300 # constante de tiempo conexion firebase
tiempoR = 60#300 # constante de tiempo de espera para recorrido 1200s = 20
min ; 900s = 15min ; 300s = 5 min
tiempoT = 300#600 # constante de tiempo finalizar recorrido
tr2 = 60 # constante de tiempo guardar datos promedios en la nube

tr = 0 # contador tiempo recorrido
tp = 0 # contador tiempo pantalla
t3 = 181 # contador tiempo error comunicacion estacion movil
t2 = tiempol - 9 # contador tiempo solicitar informacion
t1 = tiempol - 9 # contador tiempo conexion a fireBase
t0 = 0 # contador tiempo boton B1
tm = 0 # contador tiempo activacion manual recorrido

tr1 = tiempoR # contador tiempo de espera para recorrido 1200s = 20 min 900s =
15min

```

```

nFile = ""      # variable nombre registro
activacionM = "off" #variable de activacion manual de recorrido
activacionM1 = "off"

hora2 = "00:00:00"
fecha2 = "00/00/0000"

apagar = "on"
apagar1 = "on"

recorrido = "off"

#-----
os.system('cls')

#=====> VERIFICAR CONEXION A INTERNET =====
def verificarInternet(host="8.8.8.8", port=53, timeout=3):
    try:
        socket.setdefaulttimeout(timeout)
        socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM).connect((host, port))

        return "Online"
    except socket.error as ex:
        print(ex)
        return "Offline"

internet = verificarInternet()
print("Conexión a internet ",internet)

#=====> ESTABLECER CONEXION BASE DE DATOS <====

```



```

ruta
=credentials.Certificate('/home/pi/Desktop/CalidadDelAgua/ClaveFirebase/camarone
racalidadagua-c0c45-firebase-adminsdk-12f57-02a0c05fa1.json')
firebase_admin.initialize_app(ruta,{'databaseURL':'https://camaroneracalidadagua-
c0c45-default-rtdb.firebaseio.com/})

def conexionFirebase(x):

    if internet == "Online":

        if x == 1:
            datos = db.reference('online')
        if x == 2:
            datos = db.reference('control')
        if x == 3:
            datos = db.reference('onlineR')
        if x == 4:
            datos = db.reference('Registro')

    else:
        datos = "error"
    return datos

datosO = conexionFirebase(1)
datosR = conexionFirebase(3)
datosH = conexionFirebase(4)

if (datosO == "error") or (datosR == "error"):
    print ("Conexión con Base de Datos FireBase ",datosO)
    mInternet = "Offline"
else:
    print ("Conexión con Base de Datos FireBase oK ")
#datosControl = conexionFibase(2)

```

```

#---- FIN CONEXION BASE DE DATOS ----

#---- conectando con XBEE-----
print ("Conectando serial xbee")

xbee = serial.Serial('/dev/ttyUSB0', baudrate = 9600)
#xbee = serial.Serial('/dev/ttyS0', baudrate=9600)

print ("Conexion xbee Realizada")
print("Inicio: ",str(datetime.now() ))
print("")

display.lcd_clear()
display.lcd_display_string("  Datos", 1)

GPIO.output(ledG, True)
GPIO.output(ledLCD, True)

n = 0
timer = int(round(time.time()));

try:
    while apagar == "on":

        #print("Conversion fecha: ",str(datetime.now() ))

        fecha = datetime.now().date()
        dia = datetime.now().day
        mes = datetime.now().month
        ano = datetime.now().year

```

```
nFileTxt = "/home/pi/Desktop/CalidadDelAgua/RegistroDatos/file_txt/" +
"RegistroDiario-" + str(fecha) + ".txt"
nFilePdf = "/home/pi/Desktop/CalidadDelAgua/RegistroDatos/" +
"RegistroDiario-" + str(fecha) + ".pdf"

#print(nFile)

if dia < 10:
    dia = "0" + str(dia)
else:
    dia = str(dia)

if mes == 1:
    mes = "Ene"
    #mes = "01"
elif mes == 2:
    mes = "Feb"
    #mes = "02"
elif mes == 3:
    mes = "Mar"
    #mes = "03"
elif mes == 4:
    mes = "Abr"
    #mes = "04"
elif mes == 5:
    mes = "May"
    #mes = "05"
elif mes == 6:
    mes = "Jun"
    #mes = "06"
elif mes == 7:
    mes = "Jul"
    #mes = "07"
elif mes == 8:
```

```
mes = "Ago"
#mes = "08"
elif mes == 9:
    mes = "Sep"
    #mes = "09"
elif mes == 10:
    mes = "Oct"
    #mes = "10"
elif mes == 11:
    mes = "Nov"
    #mes = "11"
elif mes == 12:
    mes = "Dic"
    #mes = "12"

hora = datetime.now().time()
horal = datetime.now().hour
minutol = datetime.now().minute
segundol = datetime.now().second

if segundol < 10:
    segundol = "0" + str(segundol)
else:
    segundol = str(segundol)

if minutol < 10:
    minutol = "0" + str(minutol)
else:
    minutol = str(minutol)

if horal < 10:
    horal = "0" + str(horal)
else:
```

```

    horal = str(horal)

fecha1 = dia + "/" + mes + "/" + str(ano)
hora1 = horal + ":" + minutoI

#print("Imprimir LCD: ",str(datetime.now() ))

linea1 = "O : " + str(dOxigeno) + " mg/L  " + "Sal : " + str(dSalinidad) + " ppt"

if mInternet != "":
    linea2 = "Temp : " + str(dTemperatura) + " C  " + mInternet
else:
    linea2 = "Temp : " + str(dTemperatura) + " C  "
if t3 > tiempoE:
    linea1 = "  ERROR  " + " estacion movil"
    linea2 = "No da respuesta      " + hora1
display.lcd_display_string(linea1, 1)
display.lcd_display_string(linea2, 2)
display.lcd_display_string("      " + hora1, 4)

#----- control de recorrido -----

#print("Control Recorrido: ",str(datetime.now() ))
if recorrido == "off":

    if (horal == "08") and (recorrido == "off") and (t3 < 180)and(tiempoH != horal):
        recorrido = "on"

    elif (horal == "15") and (recorrido == "off") and (t3 < 180)and(tiempoH != horal):
        recorrido = "on"

```

```

elif (horal == "23") and (recorrido == "off") and (t3 < 180)and(tiempoH !=
horal):
    recorrido = "on"

elif (activacionM == "on") and (recorrido == "off"):
    recorrido = "on"
    activacionM = "off"

if recorrido == "on":
    print ("Activacion de Recorrido enviada")
    d = 0
    xbee.write(b'R-')
    time.sleep(2)
    while xbee.inWaiting() > 0:
        d = int (xbee.read(3),base=10)

    if d == 100:
        print("recorrido iniciado")
        tiempoH = horal
    else:
        recorrido = "off"

# ----- comunicacion serial estacion movil -----

#print("Comunicacion Estacion movil: ",str(datetime.now() ))

n = 1 + n
if (recorrido == "on"):
    #n = 0
    #t2 = 0
    #t3 = 0
    if (tr > tr1):
        d = 0

```

```

xbee.write(b'U-')
time.sleep(0.5)
while xbee.inWaiting() > 0:
    d = int (xbee.read(3),base=10)
d = 100
if d == 100:
    print("recorrido culminado")
    recorrido = "ok"
    tr1 = tr
    n = 1
    tiempoL = 30
    tiempoP = 60
    t2 = tiempoL - 10
    t1 = tiempoP - 10

else:
    tr1 = tr1 + tr2

if (tr > tiempoT):
    recorrido = "off"
    tiempoL = 60
    tiempoP = 300
    tr1 = tiempoR
    print("Tiempo de promedio culmidado")
    xbee.write(b'T-')

if(n == 1):
    xbee.write(b'c-')
    time.sleep(0.5)
    while xbee.inWaiting() > 0:
        t3 = 0
        d = int (xbee.read(4),base=10)

```

```

dTemp = round((d/100) - 10,2)
dOxigeno = (dTemp)
if recorrido == "ok":
    dOxigenoR = dTemp

if(n == 2):
    xbee.write(b't-')
    time.sleep(0.5)
    while xbee.inWaiting() > 0:
        t3 = 0
        d = int (xbee.read(4),base=10)
        dTemp = round((d/100) - 10,2)
        dTemperatura = dTemp
        if recorrido == "ok":
            dTemperaturaR = dTemp

if(n == 3):
    xbee.write(b's-')
    time.sleep(0.5)
    while xbee.inWaiting() > 0:
        fecha2 = fecha1
        hora2 = hora1+":"+segundol
        t3 = 0
        d = int (xbee.read(4),base=10)
        dTemp = round((d/100) - 10,2)
        dSalinidad = dTemp

        if recorrido == "ok":
            dSalinidadR = dSalinidad
            display lcd_clear()

if(n > 3):

    if t2 > tiempoL:

```



```

hora2 = hora1+"."+segundol

# ----- crear archivo txt -----
mensaje =str(fecha1) + " " + (hora1)+":"+segundol + " " + str(dOxigeno)
+ " " + str(dSalinidad) + " " + str(dTemperatura) + " " + str(internet) + ' ' +
str(t3<tiempoE)

rDatos = open(nFileTxt, "a")
rDatos.write(mensaje + os.linesep)
rDatos.close()

# ----- crear archivo pdf -----

rDatos = open(nFileTxt, "r")
pdf = FPDF()
pdf.add_page()
pdf.set_font("Arial","B",size=10)
line = 1

for linea in rDatos:
    pdf.cell(200,7,txt=linea,ln=line,align="L")
    if linea[-1]=="\n":
        linea=linea[:-1]
        line+=1
pdf.output(nFilePdf)
rDatos.close()

#print (fecha,' ',hora,' ',C. Oxigeno :',(dOxigeno),'[mg/L] -- Temperatura :
',(dTemperatura),' [°C] ', " )
print (fecha,' ',hora1+'.'+segundol,' -- ',hora2,' -- ',Oxigeno :
',(dOxigeno),'[mg/L] -- Salinidad :',(dSalinidad),' -- Temp :',(dTemperatura),' [°C] ', "
",mInternet,' ',str(t3<tiempoE))

```

```

n = 0
t2 = 0

#display.lcd_clear()

#----- control conexion a internet -----

#print("Verificar Internet: ",str(datetime.now() ))

if (internet == "Online")&(t1 > tiempoI):
    internet = verificarInternet()

if internet == "error":
    t1 = 0

if (internet == "Online"):

    if(datosO != "error")&(datosR != "error")&(t1 > tiempoI)&(t3 < tiempoE):

        #datosO.set({'oxigeno':
dOxigenoR,'presion':dPresionR,'temperatura':dTemperaturaR,'fecha':fecha1,'hora':h
ora2})
        datosO.set({'oxigeno':
dOxigeno,'salinidad':dSalinidad,'temperatura':dTemperatura,'fecha':fecha1,'hora':hor
a2})
        datosH.push({'oxigeno':
dOxigeno,'salinidad':dSalinidad,'temperatura':dTemperatura,'fecha':fecha1,'hora':hor
a2})
        if recorrido == "ok":
            #
            datosR.set({'oxigenoR':
dOxigenoR,'presionR':dPresionR,'temperaturaR':dTemperaturaR,'fechaR':fecha1,'ho
raR':hora2})

```

```

#                                     datosO.set({'oxigeno':
dOxigenoR,'salinidad':dSalinidadR,'temperatura':dTemperaturaR,'fecha':fecha1,'hora
':hora2})

    datosH.push({'oxigeno':
dOxigenoR,'salinidad':dSalinidadR,'temperatura':dTemperaturaR,'fecha':fecha1,'hora
':hora2})

    t1 = 0
    mInternet = ""
    display.lcd_clear()

elif t1 > 299:
    internet = verificarInternet()
    t1 = 0
    print("Verificar Internet: ",str(datetime.now() )," -- ",internet)
    if internet == "Online":
        if datosO == "error":
            datosO = conexionFirebase(1)
        if datosR == "error":
            datosR = conexionFirebase(3)
        if datosH == "error":
            datosH = conexionFirebase(4)
        display.lcd_clear()
        t1 = 59
        t0 = 0

    else:
        #datosO = "error"
        mInternet = "Offline"

# ----- control timer -----

#print("Control timer: ",str(datetime.now() ))

```

```

millis = int(round(time.time()))
if millis > timer:
    temp = millis - timer
    timer = millis
    t0 = t0 + temp;
    t1 = t1 + temp;
    t2 = t2 + temp;
    t3 = t3 + temp;
    tp = tp + temp;
    tm = tm + temp;
    tr = tr + temp;

#print(str(GPIO.input(pulR))+" -- " + str(GPIO.input(pulG)))

if recorrido == "off":
    tr = 0

alerta = not(alerta)

if (t3 > tiempoE) or (internet == "error"):
    GPIO.output(ledG,False)
    GPIO.output(ledR,alerta)
else:
    GPIO.output(ledR,False)
    GPIO.output(ledG,alerta)

#print("control timer: ",str(datetime.now())," Timer: ", str(timer))
# ----- led pantalla -----
if (GPIO.input(pulR) == True) or (GPIO.input(pulG) == False):
    tp = 0
if tp > 90:
    GPIO.output(ledLCD, False)
else:
    GPIO.output(ledLCD, True)

```

```

# ----- control activacion manual de recorrido -----
  if GPIO.input(pulG) == True:
    tm = 0

  if (tm > 10)&(GPIO.input(pulR) == False)&(GPIO.input(pulG) == False):
    activacionM1 = "on"

  while((activacionM1 == "on")&(GPIO.input(pulR) == False)&(GPIO.input(pulG)
== False)):
    if (tm > 10)&(tm < 99):
      tm = 100
      display.lcd_clear()
      linea1 = "Act Recorrido ? "+"para confirmar"
      display.lcd_display_string(linea1, 1)
      linea2 = "Oprimir B1  " + " B1 B2  "
      display.lcd_display_string(linea2, 2)

    if GPIO.input(pulR) == True:
      activacionM = "on"

  if activacionM1 == "on":
    activacionM1 = "off"
    tm = 0
# ----- control apagar -----
  if GPIO.input(pulR) == False:
    t0 = 0

  if (t0 > 10)&(GPIO.input(pulR) == True)&(GPIO.input(pulG) == True):
    apagar1 = "off"

  while (apagar == "on")&(GPIO.input(pulR) == True)&(apagar1 == "off"):
    if t0 == 10:
      t0 = 100

```

```

        display.lcd_clear()
        linea1 = "Apagar sistema ?"+"para confirmar"
        display.lcd_display_string(linea1, 1)
        linea2 = "Oprimir B2  " + " B1  B2  "
        display.lcd_display_string(linea2, 2)
        if GPIO.input(pulG) == False:
            apagar = "off"

            print ("Programa Terminado por Botones")

        if apagar1 == "off":
            apagar1 = "on"
            t0 = 0
#         display.lcd_clear()
# ----- fin control apagar

        #datosControl.set({'NivelControl': cOxigeno})

# fin monitoreo
except KeyboardInterrupt:
    print ("Programa Terminado por teclado")
    display.lcd_clear()

xbee.write(b'T-')
display.lcd_clear()
time.sleep(0.5)
xbee.close()

GPIO.output(ledG, False)
GPIO.output(ledR, False)

```

```

display.lcd_display_string("  OFF", 1)

time.sleep(3)
GPIO.output(ledLCD, False)
display.lcd_clear()

#-----

GPIO.output(ledLCD, True)
linea1 = "  Oprimir  " + "Reiniciar: B2"
linea2 = "Apagar: B1  "
display.lcd_display_string(linea1, 1)
display.lcd_display_string(linea2, 2)

while (GPIO.input(pulR) == False) and (GPIO.input(pulG) == True):
    GPIO.output(ledG, False)

GPIO.output(ledLCD, True)
display.lcd_clear()

if (GPIO.input(pulR) == True):
    os.system("sudo shutdown -h now")
if (GPIO.input(pulG) == False):
    GPIO.output(ledG, False)
    #os.system("sudo shutdown -r now")

```