



DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE VARIABLES CRÍTICAS
DENTRO DE LOS RESERVORIOS PISCÍCOLAS QUE PERMITAN AUMENTAR
LA PRODUCCIÓN EN EL MUNICIPIO DE MORROA

MARIO ALDAIR CARRASCAL CARRASCAL

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, SISTEMAS Y
TELECOMUNICACIONES
INGENIERÍA ELECTRÓNICA
PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER
2020



SC-CER96940

"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"
Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tel: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE VARIABLES CRÍTICAS
DENTRO DE LOS RESERVORIOS PISCÍCOLAS QUE PERMITAN AUMENTAR
LA PRODUCCIÓN EN EL MUNICIPIO DE MORROA

MARIO ALDAIR CARRASCAL CARRASCAL

DIRECTOR

DIEGO PELÁEZ CARRILLO

MAGISTER EN CONTROLES INDUSTRIALES

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, SISTEMAS Y
TELECOMUNICACIONES
INGENIERÍA ELECTRÓNICA
PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER

2020



SC-CER96940

"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"
Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tel: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Pamplona, Norte de Santander

Diciembre de 2020



SC-CER96940

"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"
Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tel: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



DEDICATORIA

Este trabajo de grado lo dedico principalmente a Dios, por darme la salud, paciencia, sabiduría y entendimiento para afrontar todos los procesos académicos que exige mi campo de formación, a mis padres, hermanas y familia carrascal por estar siempre apoyándome y despertando ese espíritu de superación, afirmando que “la mejor riqueza que le dejamos como herencia son los estudios”

Mi gratitud para todos

Mario Carrascal Carrascal



SC-CER96940

"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"
Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



AGRADECIMIENTO

Primordialmente a Dios por el don de la vida y por darnos la inteligencia, sabiduría, paciencia, entendimiento y la capacidad para cumplir todos los requisitos académicos exigidos en la carrera de ingeniería electrónica.

A mis padres Mario carrascal y Lilia carrascal que me han guiado, apoyado despertado el amor por el conocimiento, espíritu de superación y sacrificio para alcanzar las metas de la vida.

A mis hermanas Sugey Y Bleisy por estar pendiente cuidándome y aconsejándome en las decisiones de mi vida.

A la familia Carrascal Guerra por inculcarme buenos modales, y a tener sentido de pertenencia para contribuir con desarrollo de la población.

Al señor Aridez Salcedo (QEPD) por que fue una persona que nos aconsejó en los momentos más difíciles de la vida y enseñó que nunca hay que darse por vencido en la vida teniendo presente siempre la fe en Dios.

Al mi director de trabajo de grado Diego Peleas por todos los conocimientos aportados para el desarrollo de este trabajo.

A grandes amigos, Andrés Várelo, Marcelo Meza, Ricardo Montes; Amalia Daza, Eduar Herrera y Daniel Miranda, por compartir y darnos la mano de apoyo para superar con ello todos los procesos académicos exigido en nuestra carrera de formación.

A la universidad de pamplona por acogerme y en ella se fortalecieron mis conocimientos en el área del saber cómo ingeniero electrónico.





CONTENIDO



	PAG
RESUMEN	16
INTRODUCCION	17
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
JUSTIFICACION	19
OBJETIVOS.....	20
OBJETIVO GENERAL	20
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
CAPÍTULO 1	21
1. DESARROLLO TEÓRICO.	21
1.1. ESTADO DEL ARTE.....	21
1.2. PISCICULTURA Y ACUICULTURA	23
1.2.1.PISCICULTURA EXTENSIVA	23
1.2.2.PISCICULTURA SEMIINTENSIVA.....	23
1.2.3.PISCICULTURA INTENSIVA	24
1.2.4.PISCICULTURA SUPERINTENSIVA	24
1.2.5.MONO CULTIVOS Y POLICULTIVOS PISCÍCOLAS	24
1.3. PANORAMA ACUICOLA A NIVEL MUNDIAL	25
1.4. PANORAMA ACUÍCOLA A NIVEL NACIONAL.....	25
1.5. CALIDAD DEL AGUA	28
1.6. VARIABLES FÍSICO QUÍMICAS DEL AGUA.....	28
1.6.1.VOLUMEN DE AGUA	28
1.6.2.CAUDAL Y VOLUMEN DE AGUA.....	29
1.6.3.TURBIDEZ	29
1.6.4.TEMPERATURA	29
1.6.5.POTENCIAL DE HIDROGENO (PH).....	30
1.6.6.OXÍGENO DISUELTO.....	30





1.6.7.PORCENTAJE DE SATURACIÓN DE OXÍGENO.....31

1.7.TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIÓN Y ENVIÓ DE INFORMACIÓN 32

1.7.1.GSM (GLOBAL SYSTEM FOR MOBILE COMMUNICATIONS). 33

1.7.2.WIFI..... 33

1.7.3.BLUETOOTH..... 34

1.8. TECNOLOGÍA PARA ADQUISICIÓN DE DATOS 34

1.9. ARDUINO 35

1.10.PLATAFORMA ARDUINO 35

1.10.1.ARDUINO UNO..... 36

1.10.2.ARDUINO NANO 37

1.10.3.ARDUINO MEGA 38

1.10.4.ENTORNO DE DESARROLLO DE ARDUINO (IDE)..... 40

1.11.SENSORES..... 41

1.12.PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES..... 41

1.13.SISTEMAS DE CONTROL 42

1.13.1.SISTEMAS DE CONTROL REALIMENTADO..... 42

1.13.2.CONTROLADOR P 42

1.13.3.CONTROLADOR PD 43

1.13.4.CONTROLADOR PI..... 43

1.13.5.CONTROLADOR PID 44

1.14.ESTADÍSTICA 44

1.14.1.ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA 44

1.14.2.ESTADÍSTICA INFERENCIAL 45

1.14.3.POBLACIÓN Y MUESTRA..... 45

1.14.4.TAMAÑO DE LA MUESTRA 45

1.15.DESVIACIÓN ESTÁNDAR: 46

1.16.ENCUESTA 47

1.17.TABULACIÓN DE DATOS..... 47





1.17.1.DIAGRAMA CIRCULAR.....	47
1.17.2.DIAGRAMA DE BARRAS.....	48
CAPÍTULO 2.....	49
DESARROLLO METODOLOGICO	49
2.1 INSPECCIÓN	49
2.2 ESTUDIO.....	50
2.2.1 TABULACIÓN DE DATOS.....	51
2.3 IDENTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD	51
2.4 CONTEXTUALIZACIÓN	51
2.5 DISEÑO DEL SISTEMA.....	51
2.5.1 SISTEMA EMBEBIDO.....	53
2.5.1.1 ARDUINO	54
2.5.2 ALIMENTACIÓN.	54
2.5.3 CAPTACIÓN DE INFORMACIÓN.....	54
2.5.3.1 TERMISTOR NTC.....	55
2.5.3.2 SENSOR DE PH	56
2.5.3.3 SENSOR DE TURBIDEZ	58
2.5.3.4 DISPOSITIVO DE MEDICIÓN DE OXÍGENO DISUELTO	59
2.5.4 UMBRAL DE MEDICIÓN DE LAS VARIABLES SELECCIONADAS PARA LA CALIDAD DEL AGUA.....	61
2.5.5 VISUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN	61
2.5.5.1 PANTALLA LCD.	62
2.5.5.2 MÓDULO I2C.....	62
2.5.6 COMUNICACIÓN.....	62
2.5.7. REGISTRO DE INFORMACION	63
2.5.8 MEDIO	64





2.6.CRITERIO DE SELECCIÓN DE MATERIALES Y COMPONENTES⁶⁵	
ARDUINO	65
SENSOR.....	66
2.7. IMPLEMENTACIÓN.....	68
2.8. VALIDACIÓN.....	68
2.9. RESULTADOS	68
2.10.PROPOSICIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL.....	69
CAPITULO 3.....	74
RESULTADOS.....	74
3.TABULACIÓN DE DATOS	74
3.1.1.SELECCIÓN DE LA MUESTRA:.....	74
3.1.2.ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA ENCUESTA.....	79
3.2. DISEÑO DEL SISTEMA	80
3.2.1. COMUNICACIÓN SERIAL ARDUINO CON SU ENTORNO DE DESARROLLO	80
3.2.2. CÓDIGO DE ARDUINO	80
3.2.3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.....	82
3.2.4. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	84
3.3.RESULTADO DEL PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN.....	86
3.4.RESULTADOS DE CALIBRACIÓN, REGISTRO DE VARIABLE Y ENVIO DE INFORMACION AL TELEFONO MOVIL.....	87
3.5.RESULTADOS DE LA VALIDADION DEL SISTEMA.....	89
3.6.RESULTADO DEL COMPORTAMIENTO DEL OXÍGENO DISUELTO EN DIFERENTES PERIODOS.....	92
CONCLUSIONES	96
BIBLIOGRAFÍA.....	98
ANEXOS.....	101





LISTA DE IMÁGENES

Figura 1. Producción mundial de la pesca de captura y la acuicultura (9)	25
Figura 2. Principales zonas de producción acuícola a nivel nacional (10.)	26
Figura 3. Producción piscícola por especie en Colombia, año 2018. (10)	27
Figura 4. Escala de pH Fuente (14)	30
Figura 5. Logo ARDUINO (18)	35
Figura 6. Aspecto físico y partes de un arduino uno (18)	36
Figura 7. Aspecto físico y partes de un arduino nano. (18).....	37
Figura 8. Aspecto físico y partes de un arduino mega (18).....	38
Figura 9. Entorno de desarrollo del software arduino (elaboración propia).....	40
Figura 10. Sometimiento de un cuerpo a un fluido con fuerza de empuje, menor(a), igual (b) o mayor (c) a la de dicho fluido (20)	42
Figura 11. Representación de situación en diagrama circular (23)	48
Figura 12. Modelo de gráficos tipo barra (23).....	48
Figura 13. Metodología para el desarrollo del proyecto. Fuente (autor)	49
Figura 14. Inspección de la zona donde se desarrolla la piscicultura en ASOMARACAY. Elaboración propia).....	50
Figura 15. Diagrama en bloque del diseño del prototipo para el seguimiento de variables asociada a la calidad del agua en los cultivos piscícolas de la asociación “ASOMARACAY”. (Elaboración propia).....	53
Figura 16. Aspecto físico y Curvas de respuesta para sensor de temperatura NTC (24)	55
Figura 17. Relación de la respuesta de la resistencia con respecto a las variaciones de temperatura de un NTC. (24)	56
Figura 18. Aspecto físico del sensor de pH MSP430 (25)	57
Figura 19. Relación de la ecuación de pH y voltaje medidos. (25)	58
Figura 20. Aspecto físico del sensor de turbidez (26).....	59





Figura 21. Kits de medición de oxígeno disuelto en el agua, EcoSense DO200A (27)..... 59

Figura 22. Pantalla LCD y módulo I2C respectivamente. [28] 62

Figura 23. Aspecto físico del módulo GSM (39) 63

Figura 24. Aspecto físico del módulo SD. (30) 64

Figura 25. Fuente hídrica donde se va a realiza el estudio de calidad del agua .. 65

Figura 26. Diagrama en bloque del sistema de control en lazo cerrado para controlar la oxigenación disuelta en el agua dedicada a la piscicultura en “ASOMARACAY”. 70

Figura 27. Flujo del control en lazo cerrado (Elaboración propia)..... 71

Figura 28. Dificultad que presentan en la asociación “ASOMARACAY” en el cultivo de tilapia roja. (Elaboración propia)..... 75

Figura 29. Información si los miembros de la asociación “ASOMARACAY” cuentan con dispositivos móvil(celular). (Elaboración propia)..... 76

Figura 30. Información sobre la Gama de los dispositivos móviles (celular) con que cuentan los miembros de la asociación “ASOMARACAY”. (Elaboración propia)... 76

Figura 31. Información sobre la Calidad de la señal telefónica en la población donde se encuentra localizada la asociación “ASOMARACAY” (Elaboración propia) 77

Figura 32. Información sobre periodicidad de la conexión a internet en los miembros de la asociación “ASOMARACAY”. fuente. (Elaboración propia) 78

Figura 33. Información sobre Calidad de la conexión a internet en los miembros de la asociación “ASOMARACAY” que accede a este servicio. fuente (Elaboración propia)..... 78

Figura 34. Secuencia de adquisición y monitoreo de variables con el IDE de arduino (24) 80

Figura 35. Diagrama de flujo lógico del sistema de monitoreo y seguimiento de variables asociada en la calidad del agua para el cultivo de peces 81





Figura 36. Diseño de la parte hermética del sistema en sketchup (Elaboración propia)..... 83

Figura 37. Estructura final de la parte hermética del sistema de seguimiento de la calidad del agua asociadas en el cultivo de peces. (Elaboración propia) 83

Figura 38. Estructura del sistema de flotación (Elaboración propia) 84

Figura 39. Caja hermética echa a base de acrílico (elaboración propia) 84

Figura 40. Sistema de flotación con tubería PVC y espuma, donde se ensambla la etapa funcional del sistema. (Elaboración propia) 85

Figura 41. Encapsulamiento de las etapa funcional del sistema de monitoreo y seguimiento de variables para la calidad del agua en cultivos de peces. (Elaboración propia)..... 86

Figura 42. Encapsulamiento de la etapa funcional y mecanismo flotante del sistema de monitoreo y seguimiento de variables para la calidad del agua en cultivos de peces. (Elaboración propia) 87

Figura 43. Calibración del sensor de PH. (Elaboración propia) 88

Figura 44. Registro de datos de temperatura, turbidez y pH. (Elaboración propia) 88

Figura 45. Recepción del mensaje de texto a través de módulo GSM. (Elaboración propia)..... 89

Figura 46. Actividades de campo para la medición y captura de información en los reservorios piscícolas de ASOMARACAY. (Elaboración propia) 90

Figura 47. Recepción de los mensajes de texto generando la información y alerta en la validación del sistema. (Elaboración propia)..... 90

Figura 48. Variables almacenadas de la calidad del agua en el proceso de validación del sistema (Elaboración Propia)..... 91

Figura 49. Comportamiento de las variables oxígeno disuelto y porcentaje de saturación entre las 4 PM y 6 PM. (Elaboración propia) 92





Figura 50. Comportamiento de las variables oxígeno disuelto, porcentaje de saturación en relación con la temperatura del agua entre las 8:40 am y 6:00 PM. (Elaboración propia) 93

Figura 51. Comportamiento de las variables oxígeno disuelto y porcentaje de saturación entre las 11:00AM y 1:00 PM. (Elaboración propia) 93

Figura 52. Comportamiento de las variables oxígeno disuelto, porcentaje de saturación en relación con la temperatura entre las 2 PM y 5:10PM. (Elaboración propia)..... 94

Figura 53. Promedio de los valores obtenidos de oxígeno, porcentaje de saturación de oxígeno y temperatura en el agua durante el periodo de toma de muestra en los reservorios piscícolas de ASOMARACAY. (Elaboración propia) 95





LISTA DE TABLAS



Tabla 1. Estimación de la producción piscícola por departamentos en Colombia 2014-2019. (10)	27
Tabla 2. Umbral de tolerancia de la calidad del agua según especie acuática. (14)	31
Tabla 3. Características principales de las tecnologías de comunicación y envío de información (15)	32
Tabla 4. Características básicas del arduino uno (18)	36
Tabla 5. Características básicas del arduino nano (18)	37
Tabla 6 Características básicas del arduino mega 560m (18)	39
Tabla 7 valor del coeficiente de confianza de acuerdo al porcentaje de seguridad (22)	46
Tabla 8. Especificaciones de medición de datos del dispositivo de medición de oxígeno disuelto EcoSense DO200A, dados por el fabricante (27)	60
Tabla 9. Concentración de oxígeno disuelto equivalente a un grado de temperatura en el ambiente (31)	60
Tabla 10. Lista de materiales y componentes	82
Tabla 11. Dimensiones del prototipo del sistema de medición y seguimiento de variables involucradas en el cultivo de peces.	82





Lista de anexos

Anexo 1. Pregunta de la encuesta aplicada	101
Anexo 2. socializacion del proyecto y aplicación de la encuesta	102
Anexo 3. sistema de jaula para cra de peces en la asociacion asomaracay	103
Anexo 4. Variables almacenadas de la validación del sistema	104
Anexo 5. Socialización del proyecto en los miembros de ASOMARACAY	105
Anexo 6. Validación del sistema.....	106
Anexo 7. Calculo del diseño del sistema fotovoltaico	107
Anexo 8. diagrama en bloque del sistema fotovoltaico propuesto para la alimentacion del sistema de monitoreo de variables para los reservorios pisciolas	108





RESUMEN

Con la creciente demanda en implementación de la actividad piscícola que se está presentando en los últimos años en el municipio de Morroa, se evidencian dificultades en el aumento de producción debido a la falta de seguimiento y control a las variables que favorecen el ambiente de formación y crecimiento de las especies de peces con intereses económicos. por lo cual se hace necesario desarrollar nuevas propuestas enfocada a una producción acuícola eficiente, El propósito principal del actual proyecto de investigación es desarrollar una solución mediante la implementación de un sistema de monitoreo de bajo costo de fácil manejo y conectividad que permita generar un registro de la temperatura, PH, turbidez y oxigenación del reservorio donde se desarrolla la actividad acuícola, creando una base de datos que permita visualizar los picos fuera del umbral de valores normales y genere alertas tempranas que permitan al piscicultor tomar acciones correctivas para finalmente desarrollar un prototipo de sistema de monitoreo que puede ser útil a futuro, solución que beneficiara a los campesinos de la asociación “ASOMARACAY” . Para ello se evaluará la zona donde se ubica la producción de peces, basándose en ingeniería de detalles, encuesta y otras consideraciones importantes, para el diagnóstico de la situación actual y de este modo implementar el sistema para dar solución conforme a los recursos y conectividad de la población beneficiaria.

Posteriormente como anexo y soporte al trabajo realizado, se diseñó un sistema fotovoltaico para la alimentación del sistema de monitoreo de variable implementado.

Palabras clave:

Sistema de monitoreo, piscicultura, variables fisicoquímicas, sensor



SC-CER96940





INTRODUCCION

La cadena alimenticia proveniente de la carne de pescado tienen un alto grado de nutrientes como fósforo, potasio, calcio, magnesio principalmente, este tipo de alimento tienen una gran auge a nivel mundial, por lo que representa una gran importancia en la dieta nutricional, las demandas altas, ha generado plantear nuevos métodos de explotación, para proveer de este alimento a la población que la requiere, dichos métodos se realizan a gran escala y manera artificial, adecuando la zona de producción y suministrándoles una dieta alimentaria en donde el pez se produce en un tiempo menor al de su hábitat natural, los modelos convencionales actuales de producción de carne de pescado generan un sin número de afectaciones en la especie, que se le atribuye principalmente al cambio climático, por lo que mantener una evaluación constante de la calidad hídrica donde se desarrollan actividades de explotación pesquera de mediana y gran complejidad son de vital importancia, que conlleva a mitigar las pérdidas en el producto que se cosecha, según informes de la FAO la acuicultura a nivel mundial representa un índice de dependencia económica alto para millones de familias, haciendo un gran aporte a la seguridad alimentaria, es por esto la importancia de invertir en generar un capital tecnológico que conlleve a mejorar estas prácticas, permitiendo hacer un aporte en aras de mejorar la calidad de vida y el desarrollo sostenible de los factores influenciados.

La producción de peces en Colombia genera un gran aporte a la economía, ya que se crean productos como atunes y filetes de pescado para la exportación a varios países de América Latina, por tal motivo el gobierno en los últimos años está invirtiendo e incentivando la producción de peces, en familias o asociaciones de escasos recursos para disminuir la brecha de pobreza en la nación.



SC-CER96940



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El potencial hídrico colombiano está conformado por fuentes de agua dulce y salada representada en dos océanos y múltiples ríos, cuencas, microcuencas, etc. Es por ello que La pesca y la producción de peces es una actividad que se desarrolla a menudo y a gran escala debido a la demanda alimenticia y el éxito en estas prácticas, en Colombia la producción piscícola está concentrada en 3 departamentos, siendo Huila el mayor producto seguido de meta y posteriormente Antioquia; según el informe del ministerio de agricultura “para el año 2019 la producción de peces aumento un 30% con respecto al año 2018”. A nivel regional la acuicultura está enfocada principalmente en el cultivo de camarones siendo el departamento de Bolívar el principal productor, en el departamento de sucre existen multiplex asociaciones dedicadas a cultivar especies acuícolas con intereses económicos grupos de campesino y asociaciones se dedican a estas prácticas generando grandes utilidades[1], Uno de los principales inconvenientes en los procesos acuícolas en los pequeños productores se presentan cuando existe una alteración en la temperatura, oxigeno, turbidez o pH del agua donde se desarrolla en cultivo de peces, un cambio en estas variables fuera del umbral pueden generar una pérdida considerable en el producto, viéndose reflejado en el capital invertido, además de ello los recursos económicos no son lo suficiente para invertir en tecnologías capaces de realizar el seguimiento de las variables para determinar la calidad del agua, siendo este un factor que genera una desventaja en la acuicultura local.

El impacto social y económico que genera la inclusión de tecnologías en la manufactura alimenticia es fundamental ya que mediante el seguimiento constante se puede evitar efectos adversos en la producción generando un capital adicional en el personal involucrado, por esta razón es de vital importancia incluir las ciencias aplicadas y aportar métodos eficientes, a bajo costo que subsanen las problemáticas presentes



SC-CER96940





JUSTIFICACION

Con el incremento que se evidencia según los informes del ministerio de agricultura, en cuanto a la tendencia que está teniendo el consumo de pescado en el país, se hace necesario aumentar la producción, creando nuevas prácticas manufactureras y de esta manera satisfacer la demanda requerida, La calidad del cultivo y las condiciones ambientales de los reservorios en donde se desarrollan las actividades acuícolas son uno de los principales ejes de un resultado satisfactorio de producción, para llevar un acompañamiento en las mediciones de la calidad del agua el uso de tecnologías inteligentes, es una de las principales soluciones que se les brinda a los productores para poder registrar y visualizar las variables de la calidad hídrica y mediante esta evitar perdida en la producción, en este punto la electrónica juega un papel fundamental ya que mediante ella, se puede brindar soluciones ante una eventualidad donde influyen sectores de la sociedad, por tal razón este proyecto va dirigido a la asociación dedicada a la producción y comercialización de tilapia roja (ASOMARACAY), ubicada En el corregimiento del yeso jurisdicción del municipio de Morroa en el departamento de sucre, en aras de brindarles un sistema de monitoreo de bajo costo, fácil manejo y conectividad que permita generar un registro de la temperatura, PH, turbidez y oxigenación del reservorio donde se desarrolla la actividad acuícola para brindar una solución ante la muerte imprevista de peces asociada a la calidad del agua, logrando una optimización y adecuada producción.



SC-CER96940



OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar un sistema de monitoreo de variables críticas dentro de los reservorios piscícolas que permitan aumentar la producción en el municipio de Morroa

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar las condiciones actuales de los reservorios piscícolas y la metodología de producción enlistando los recursos tecnológicos con los que se cuenta.
- Diseñar el sistema de monitoreo de bajo costo, de fácil manejo y conectividad acorde a los recursos tecnológicos.
- Implementar el sistema de monitoreo y alerta temprana que permitan registrar y almacenar las variables seleccionadas.
- Validar el funcionamiento del sistema de monitoreo y almacenamiento de la data de las variables adquiridas por el sistema multisensorial.
- Analizar la variable más importante y proponer un sistema de control que mejore la producción de peces



SC-CER96940



CAPÍTULO 1

1. DESARROLLO TEÓRICO.

En este apartado se brinda información importante relacionada con el conjunto de técnicas y procesos involucrados en la cría de peces con fines comerciales y conceptos importantes para el desarrollo de esta propuesta

1.1. ESTADO DEL ARTE

La inclusión de la tecnología y sistemas inteligentes en los procesos agroindustriales están tomando un auge importante ya que mediante ellos se facilita la obtención de información, de las condiciones físicas y ambientales que permitan mantener, controlar y monitorear de manera adecuada el entorno donde se desarrollan. Para el caso de los cultivos de peces la inclusión de tecnologías automatizadas, está brindando un conjunto de aportes importantes, que es posible mencionar algunos a continuación.

El trabajo de la autoría de Luz Adriana Plazas Pemberthy, Nelson Emilio y Paz Ruiz desarrollaron un prototipo de monitoreo de calidad del agua para un laboratorio implementando mecanismos tecnológicos de medición como sensores de temperatura, pH, entre otros, crearon un algoritmo en donde se logran procesar estas muestras, y por medio de una interfaz gráfica se visualizan las variables medidas en el agua, brindando acciones correctivas al problema planteado, determinando proponer a futuro un estudio minucioso para establecer las condiciones para optimizar la cría (2)

Otro de los temas relacionados con la piscicultura es la alimentación ya que de esta depende el resultado satisfactorio del cultivo de peces, es por ellos que Lloret Mauri,





Jaime Autor UPV Parra Boronat, Lorena, en su trabajo de investigación cuyos objetivo era la selección de un sensor óptico capaz de detectar cambios en la señal lumínica en un ambiente controlado de cultivo de peces en un tanque de piscifactoría y de acuerdo a los contante movimiento identificaban un patrón característico asociados con el hambre de los peces siendo este un signo para reducir el consumo de alimento proporcionado. (3)

En el trabajo desarrollado por Sergio A. Dussán, Oscar Vanegas, Adrian F. Chavarroy Johan J. Molina, propone un modelo de sistema de monitoreo de parámetros de calidad de agua en cultivo de tilapia, valiéndose de la utilidad del sistema embebido arduino uno y de varios sensores como temperatura y oxígeno, desarrollarlo un prototipo funcional alimentado con un sistema fotovoltaico y mediante una aplicación móvil se visualizaba de manera remota los parámetros medidos obtenido unos resultados con un margen de error dentro de los rangos permitidos (4)

El trabajo desarrollado por Mantilla Sánchez, Jeisson David Herreño Quitian; generaron un sistema de monitoreo de dos variables principales “Acidez (PH) y Temperatura” que provea las condiciones óptimas y básicas para operar en cualquier granja piscícola, con un alto grado de inclinación hacia aquellos pequeños productores que no poseen recursos económicos suficientes para la implementación de un sistema más complejo el objetivo es utilizar elementos de características sobresalientes pero que no posean un alto valor comercial si no que a través de la producción en masa se puedan ofertar a un valor menor que los ya existentes .(5)

Pérez Bado, Michael Andrés, Contreras Aristizabal y Pedro Daniel, implementaron un sistema automatizado para controlar el oxígeno en los estanques donde se



desarrolla el cultivo de peces basándose de en los requerimiento de los peces en cada etapa de crecimiento y engorde, logrando resultados aceptados, el sistema embebido utilizado fue un arduino uno alimentado con fuentes de energía solar fotovoltaica. (6)

Liliana Enciso, Nashelly Romero, realizaron el diseñaron e Implementación Sistema de bajo costo para Control de Seguridad y Ubicación de vehículos, en este sistema utilizaron un módulo GSM para el proceso comunicación, mostrando resultados satisfactorios, con respuesta en tiempo real (7)

1.2. PISCICULTURA Y ACUICULTURA

los cultivos de peces involucran un conjunto de mecanismo asociados, controlados y evaluados principalmente por la acción humana este proceso es definido como **piscicultura**, en donde emplean técnicas asociadas a los procesos de crecimiento desde el alevino o semilla del pescado, engorde y la fase de distribución comercial, existe una actividad macro que asocia producción de distintas especies de fauna y flora acuática denominada **acuicultura**, que de acuerdo a la densidad del cultivo, métodos y manejo piscícola, se clasifican en diferentes tipos como: piscicultura Extensiva, semiintensiva, intensiva y súper intensiva. (8)

1.2.1. PISCICULTURA EXTENSIVA

Este tipo de piscicultura principalmente se realiza sin ningún acompañamiento humano vertiendo la semilla en un reservorio de gran extensión alimentándose con lo que la naturaleza les brinda. (8)

1.2.2. PISCICULTURA SEMIINTENSIVA

La piscicultura semiintensiva se aplica para estanques artificiales en ambientes controlados, con unas dimensiones no mayores a 2500m² vertiendo abonos orgánicos y otros procesos para mantener un ambiente adecuado para los peces,



SC-CER96940





el proceso alimenticio de hace con raciones controlado con diversos suplementos, el éxito que han tenido estas prácticas que conlleva a ser este el método que más se aplica en Colombia en cadena productiva del pescado. (8)

1.2.3. **PISCICULTURA INTENSIVA**

Este tipo de piscicultura conlleva a invertir considerables recursos económica para la adecuación y tecnificación del sitio generando una producción a gran escala, automatizando procesos como cambio de agua, control de oxigenación e incluso la inclusión de sistemas inteligentes para controlar y medir la calidad del agua y sanidad de los peces, el alimento es uno en específico y suministrado de manera controlada. (8)

1.2.4. **PISCICULTURA SUPERINTENSIVA**

Este sistema se aplica en grandes extensiones de agua como ríos, lagos, embalses hidroeléctricos y otros, de acuerdo a la cantidad de alevino en cada jaula es necesario un cambio constante de agua, este proceso se hace de manera natural debido a que tiene que cambiar constante mente la ubicación de las jaulas del sitio donde se desarrolla el proyecto usa exclusivamente un tipo de alimento específico (9)

1.2.5. **MONO CULTIVOS Y POLICULTIVOS PISCÍCOLAS**

Cuando en la acuicultura se enfoca en el cultivo de una sola especie de peces es denominada como monocultivo piscícola, la que utiliza más de dos especies dentro de un mismo estanque es denominada policultivo y los requerimientos alimenticios es uno solo para todas las especies, en Colombia las especies que más se cultivan Según organización de las naciones unidas para la alimentación y agricultura (FAO) son camarones patiblancos, tilapia roja y plateada, cachama blanca, trucha y otras en pequeña proporción de producción (8)



SC-CER96940



1.3. PANORAMA ACUICOLA A NIVEL MUNDIAL

La pesca y la piscicultura representan una fuente de ingresos y un aporte sustancial tanto a la seguridad alimentaria a nivel mundial, como a la dependencia económica de millones de familia. Para ello se requiere de un capital humano y ambiental de tal manera que garantice el desarrollo sostenible en los sectores asociados, la FAO para el 2018 concluyo que la tendencia de la pesca por métodos de producción incremento de manera sustancial, como se muestra en la figura 1. (9)



Figura 1. Producción mundial de la pesca de captura y la acuicultura (9)

1.4. PANORAMA ACUÍCOLA A NIVEL NACIONAL

Según fuentes de la cadena nacional de acuicultura y el ministerio de agricultura y desarrollo rural (CNA-MADR), La producción de la acuicultura nacional está concentrada en 6 departamentos donde representa el 71% de la producción nacional. Siendo Huila el principal productor seguido por Meta, Antioquia, Tolima, Cundinamarca y Boyacá; Para la producción de camarón, se concentra en el

departamento de Bolívar y Nariño respectivamente, cuyos porcentajes de producción muestran en la figura 2. (10),

El CNA-MADR en el año 2018 presento un informe donde estimo la producción piscícola a nivel nacional discriminados por departamentos y registrado en la tabla1 entre el año 2014 y 2019, donde además muestra las especies más cultivas y su porcentaje de producción a nivel nacional (figura 3). (9)

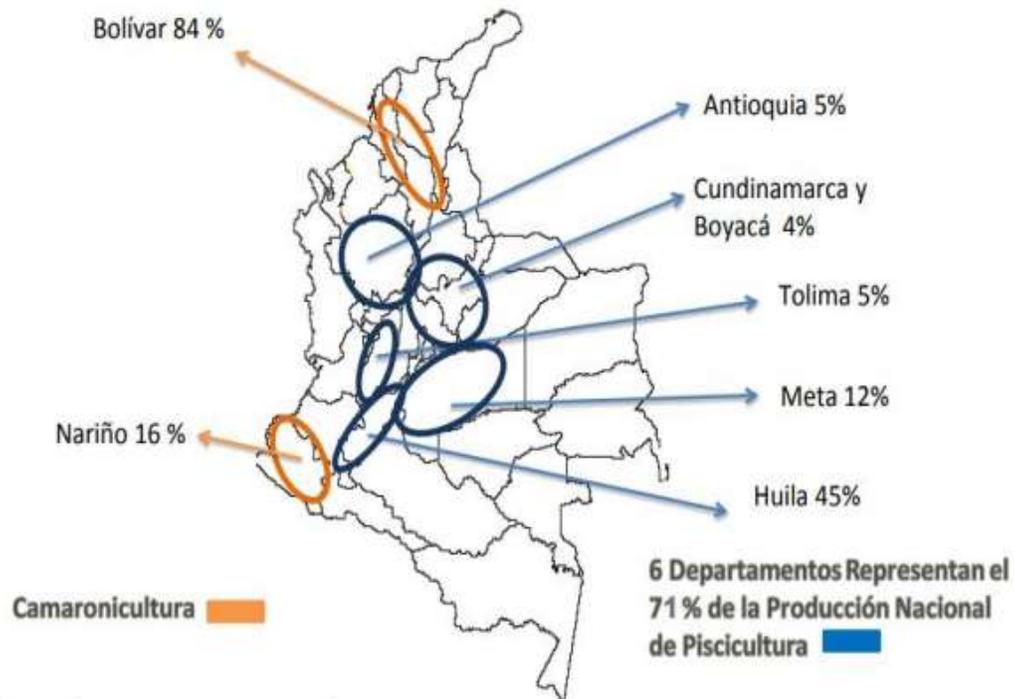


Figura 2. Principales zonas de producción acuícola a nivel nacional (10.)

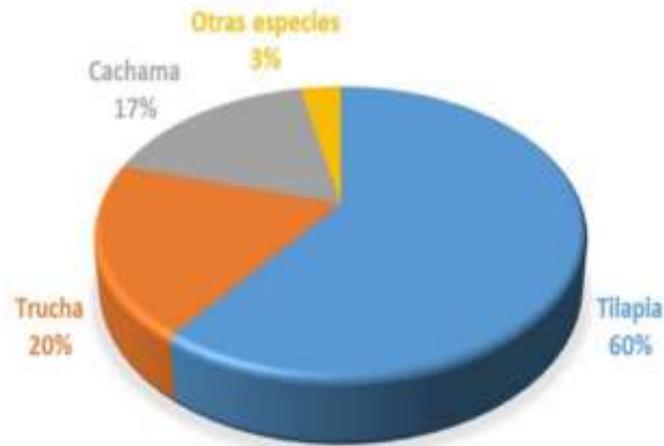


Figura 3. Producción piscícola por especie en Colombia, año 2018. (10)

Tabla 1. Estimación de la producción piscícola por departamentos en Colombia 2014-2019. (10)

DEPARTAMENTOS	PRODUCCION EN TONELADAS(T)					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ANTIOQUIA	5.864	6.216	6.589	6.048	6.410	4.035
ATLÁNTICO					1.700	2.252
BOYACÁ	1.683	1.784	1.891	2.044	2.167	2.490
CALDAS	196	208	220	301	319	214
CAQUETÁ	1.312	1.391	1.474	2.224	2.858	1.903
CASANARE	3.072	3.256	3,452	3.535	3.747	2.327
CAUCA	1.439	1.526	1.617	2.381	2.523	1.575
CÓRDOBA	1.667	1.767	1.873	2.236	4.027	2.549
CUNDINAMARCA	3.024	3.206	3.398	3.571	2.970	1.829
GUAJIRA	448	475	504	541	574	351
HUILA	43.894	46.528	49.319	55.594	58.131	31.956
MAGDALENA					235	148
META	13.124	13.911	14.746	15.101	16.007	10.209
NARIÑO	1.637	1.735	1.839	2.585	2.740	1.743
PUTUMAYO	1.127	1.194	1.266	1.274	1.351	847
QUINDÍO	112	119	126	168	178	115
SANTANDER	1.312	1.391	1.474	2.140	1.631	1.039
RISARALDA	948	1.004	1.067	1.142	1.211	814
SUCRE	2.655	2.815	2.983	3.042	3.124	1.983

TOLIMA	4.783	5.070	5.374	6.024	6.385	4.061
VALLE	2.586	2.702	2.864	3.318	4.017	2.591
OTROS	6.829	6.815	7.224	6.961	7.105	4.897
TOTAL	97.712	103.113	105.851	120.230	129.410	79.928

1.5. CALIDAD DEL AGUA

La calidad del agua es uno de los factores importantes para mantener cultivos acuícolas en ella se evalúa las condiciones biológicas que al interactuar con el medio ambiente surgen unas variaciones en esas condiciones, siendo estas determinantes para mantener la vida en los seres acuáticos. (11).

- ✓ mantener un margen de tolerancia en los parámetros medibles del agua, permite un correcto desarrollo de la especie cultivable

Para el cultivo de peces la calidad del agua determina el rendimiento y sostenibilidad de la especie.

1.6. VARIABLES FÍSICO QUÍMICAS DEL AGUA.

1.6.1. VOLUMEN DE AGUA

La composición química del agua está conformada por dos átomos de oxígeno y uno de hidrogeno, en condiciones ambientales normales el agua, es un líquido sin olor ni color. En la superficie terrestre el agua de acuerdo a la utilidad, estado, y naturaleza en la que se encuentra difiere mucho en la aplicación y manejo, para ello existen un conjunto de variables fisicoquímicas que a partir de un análisis de ella se puede determinar la factibilidad del preciado líquido.

En los cultivos de peces estas variables son determinantes para definir y visionar el rendimiento adecuado y hacer una tendencia a futuro en la estabilidad del sector (12).

1.6.2. CAUDAL Y VOLUMEN DE AGUA

En este apartado el volumen de agua y el caudal son importantes, debido a que el volumen representa la cantidad de líquido almacenado en un área determinada, para el caso del caudal, este depende de la cantidad de agua que circula en un canal, por unidad de tiempo, estos factores son determinantes para establecer condiciones de vida acuática y determinación de la cantidad de nutrientes presentes para mantener las especies. (11).

1.6.3. TURBIDEZ.

Representa las cantidades de partículas de sucios presentes en el agua, siendo estas de origen orgánico o biológico; la turbidez determina la transparencia del agua y la dispersión de la luz en la misma, que de acuerdo a su concentración define un color para la sustancia permitiendo que disperse y absorba la luz, según sea la condición. (11).

Para la vida acuática la turbidez representa un proceso importante debido a que según sea la especie que habite en los afluentes hídricos, este debe cumplir con un umbral establecido, en el cultivo de peces si esta variable no es la adecuada, se puede emplear un conjunto de técnicas, haciéndola útil para el fin específico. La unidad de medida es la unidad nefelométricas de turbidez. (NTU) (12).

1.6.4. TEMPERATURA

En los cuerpos de agua asignado para la acuicultura, La temperatura es una de las variables importante, ya que indica la cantidad de energía presente en este elemento, este factor físico cuando su valor está fuera del umbral, se ve afectado el desarrollo de la especie llegando a causar pérdida de la misma. Una temperatura óptima puede cambiar los grados de toxicidad presentes en el agua, esta variable

se expresa en grados centígrados ($^{\circ}\text{C}$), grados kelvin (K) o grados Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) principalmente. (12).

1.6.5. POTENCIAL DE HIDROGENO (PH)

El pH es una medida de la concentración de iones de hidrógeno (acidez) en el agua, su valor varía entre 0 y 14 puntos; en donde 7 es un punto neutro, valores menores a 7 la sustancia libera iones de hidrogeno (ácidos) y valores por encima de 7 la sustancia es básica. (10).

La concentración de acidez en el agua apta para la vida acuática es apropiado entre el rango de 6,5 y 8,2 valores fuera del umbral afecta el desarrollo de la especie y según sea el grado de acidez puede causar la muerte en las especies. A continuación, se muestra el rango de acidez en sustancias comunes (13).

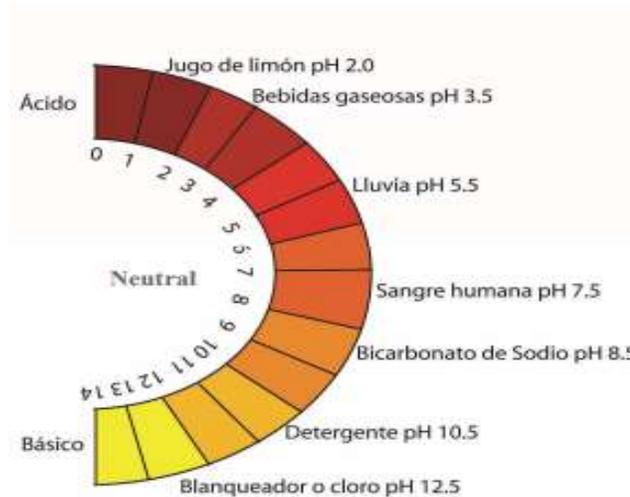


Figura 4. Escala de pH Fuente (14)

1.6.6. OXÍGENO DISUELTO

La cantidad de oxígeno disuelto en el agua se expresa en ppm (partes por millón) o $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$; se genera del proceso fotosintético de las especies vegetales presentes en

los cuerpos de agua y depende de la cantidad de luz disponible en el medio, por tal motivo esta variables es esencial para la respiración en especies acuáticas por lo que es importante detallar que. (13):

- ✓ Los días nublados los valores del oxígeno decremento
- ✓ durante la noche el valor de la oxigenación es casi nulo.
- ✓ De acuerdo a la profundidad y a la turbidez el oxígeno disuelto, se reduce o incrementa según sea el criterio
- ✓ A mayor temperatura menor oxígeno

1.6.7. PORCENTAJE DE SATURACIÓN DE OXÍGENO

Porcentaje de Saturación de Oxígeno (% SAT O₂). Representa la cantidad de Oxígeno Disuelto en la muestra de agua comparada con la temperatura ambiental presente en dicha muestra (13).

Las variables fisicoquímicas más importante se relacionan a continuación enfatizando en el tipo de especie piscícolas y el rango de tolerancia requerido en especies de peces que se puede cultivar (13).

Tabla 2. Umbral de tolerancia de la calidad del agua según especie acuática. (14)

Especie	Temperatura (°C)	Oxígeno disuelto (mg/l)	pH
Peces de cebo	15.6-23.9	4-10	6-8
Siluro/carpa	18.3-26.7	3-10	6-8
Lubina rayada híbrida	21.1-29.4	4-10	6-8
Perca/lucio-perca	10-18.3	5-10	6-8
Salmón/trucha	7.2-20	5-12	6-8
Tilapia	23.9-34.4	3-10	6-8
Peces tropicales	20-28.9	4-10	6-8

1.7. TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIÓN Y ENVIÓ DE INFORMACIÓN

las tecnologías de redes de comunicación móviles están evolucionando, que de acuerdo a la velocidad, tasa de envió de información y tipos de datos que puede transmitir, se clasifican en redes de segunda generación(2G), redes de tercera generación (3G), redes de cuarta generación (4G) y redes de quinta generación(5G), la incursión de las redes 5G está en estudio de implementación aun sin estandarizar, siendo las redes 3G y 4G las que presentan mayor utilidad en los sistemas de información actuales, cabe resaltar que zonas apartadas la infraestructura comunicacional aún no han avanzado a las tecnologías de tercera generación dificultando la conectividad. Cada tecnología de comunicación contiene unos estándares y normativas que regulan las redes de información. (15)

Tabla 3. Características principales de las tecnologías de comunicación y envió de información (15)

Generación	Tecnología	Características
2G	<ul style="list-style-type: none"> • D-AMPS • GSM/GPRS • CDMAone • EDGE 	<ul style="list-style-type: none"> • La voz tiene preferencia sobre los datos. • no pueden funcionar los servicios de voz y mensaje a la vez. • Brinda mayor cobertura • Velocidad máxima Hasta 56 Kbps
3G	<ul style="list-style-type: none"> • CDMA2000 • EV-DO • UMTS • WCDMA/HSPA+ • TD 	<ul style="list-style-type: none"> • voz y datos con acceso inalámbrico a Internet • útiles en aplicaciones de la voz como audio (mp3), video en movimiento, videoconferencia y acceso rápido a Internet • los móviles funcionan al mismo tiempo los servicios de voz y datos. • Velocidad para descarga 75 Mbps y subida 25 Mbps

<ul style="list-style-type: none"> • 4G 	<ul style="list-style-type: none"> • LTE • LTE-A 	<ul style="list-style-type: none"> • alta velocidad • alta calidad • alta capacidad • seguridad y servicios de bajo coste para servicios de voz y datos, multimedia e internet a través de IP. • permite reproducir contenidos en HD en las Smart TV. • La velocidad para Usuarios móviles Hasta 100Mbps y para Usuarios estacionario hasta 1Gbps
<ul style="list-style-type: none"> • 5G 	<p>No definido</p>	<ul style="list-style-type: none"> • permitirá ver y descargar videos en ultra HD • ver videos en 3D, • utilizar realidad aumentada y realidad virtual • internet de las cosas • se dice que Hasta 10 Gbps

1.7.1. GSM (GLOBAL SYSTEM FOR MOBILE COMMUNICATIONS).

El sistema global para las comunicaciones móviles(GSM) es un estándar con mayor cobertura a nivel mundial, se trata de una tecnología de telefonía móvil digital que permite codificar y decodificar información entre dispositivos que incorporan este modelo de comunicación, es una técnica de segunda generación, ya que los datos que se pueden procesar es texto y voz principalmente, utiliza una tarjeta SIM donde se almacena datos suscrito por el usuario con una compañía de telefonía móvil, estableciendo uno parámetros de red y asignando un directorio telefónico.(16)

1.7.2. WIFI

Son un conjunto de estándares que regula la tasa de transmisión de información por medio de ondas electromagnéticas que funcionan sobre redes de tipo informático, permite la conexión a internet generada por un router de manera inalámbrica en diferentes dispositivo, con un área de acceso menor a 20 m², y esta varía según sea las capacidades de los equipos instalados y la infraestructura de



las comunicaciones, una de las ventajas más notorias de esta tecnología wifi es la velocidad de transmisión que puede ser de 11 Mbit/s, 54 Mbit/s y 300 Mbit/s , además este tipo de red se puede tener control de acceso, generando una seguridad en el cifrado de datos transmitidos. (17)

1.7.3. **BLUETOOTH**

Es un protocolo de comunicación que transmite datos entre dispositivos a corta distancia de manera inalámbrica a través de ondas de radio, es un tipo de red personal muy utilizado en equipos electrónicos como televisores, portátiles, mouse, teclado, auriculares, entre otros. Los dispositivos se pueden sincronizar y enviar información, teniendo en cuenta las distancias, y la potencia de transmisión respectivamente. (17)

1.8. **TECNOLOGÍA PARA ADQUISICIÓN DE DATOS**

En sistemas electrónicos la obtención de información de un medio físico o químico se realiza, a través de sensores y valiéndose de la utilidad que brindan los sistemas embebidos, ya que son plataformas que contienen un entorno de desarrollo tanto en hardware como en software. Donde se pueden Crear sistemas útiles para la vida, que pueden informar, predecir y actuar sobre un acontecimiento que esté sucediendo dentro de un entorno en estudio. (17)

Características los sistemas de adquisición de datos

- ✓ Índices de confiabilidad muy alto.
- ✓ Eficiencia
- ✓ comunicación confidencial y autenticada.
- ✓ Probabilidad alta de funcionamiento del sistema después de la ocurrencia de un fallo
- ✓ Funcionamiento en tiempos prolongados
- ✓ Seguridad
- ✓ Interfaces de usuario dedicada



SC-CER96940



1.9. ARDUINO

Es una compañía de desarrollo de software y hardware libres, de código abierto que diseña y manufactura placas de desarrollo de hardware aplicado principalmente en herramientas de aprendizaje para el desarrollo de sistemas automáticos



Figura 5. Logo ARDUINO (18)

1.10. PLATAFORMA ARDUINO

Es una plataforma de código libre empleada principalmente en crear proyecto de tipo electrónico cuyas características generales son:

- Entorno de desarrollo grafico se basa en lenguaje de programación processing/wiring,
- El hardware está compuesto por una placa con entradas y salidas, analógicas y digitales,
- contiene un microprocesador de la familia Atmega de bajo costo
- La comunicación serial es a través de USB y drivers FTDI que proporcionan un puerto COM virtual con el software en el computador.
- Las Entradas analógicas del arduino son de 10 bits, por lo que entregan valores entre 0 y 1023. Con un rango de voltaje entre 0 y 5 voltios.

La placa de arduino se encuentra en diferentes encapsulados y los comúnmente utilizados son: arduino nano, arduino uno y arduino mega. (18)

1.10.1. ARDUINO UNO

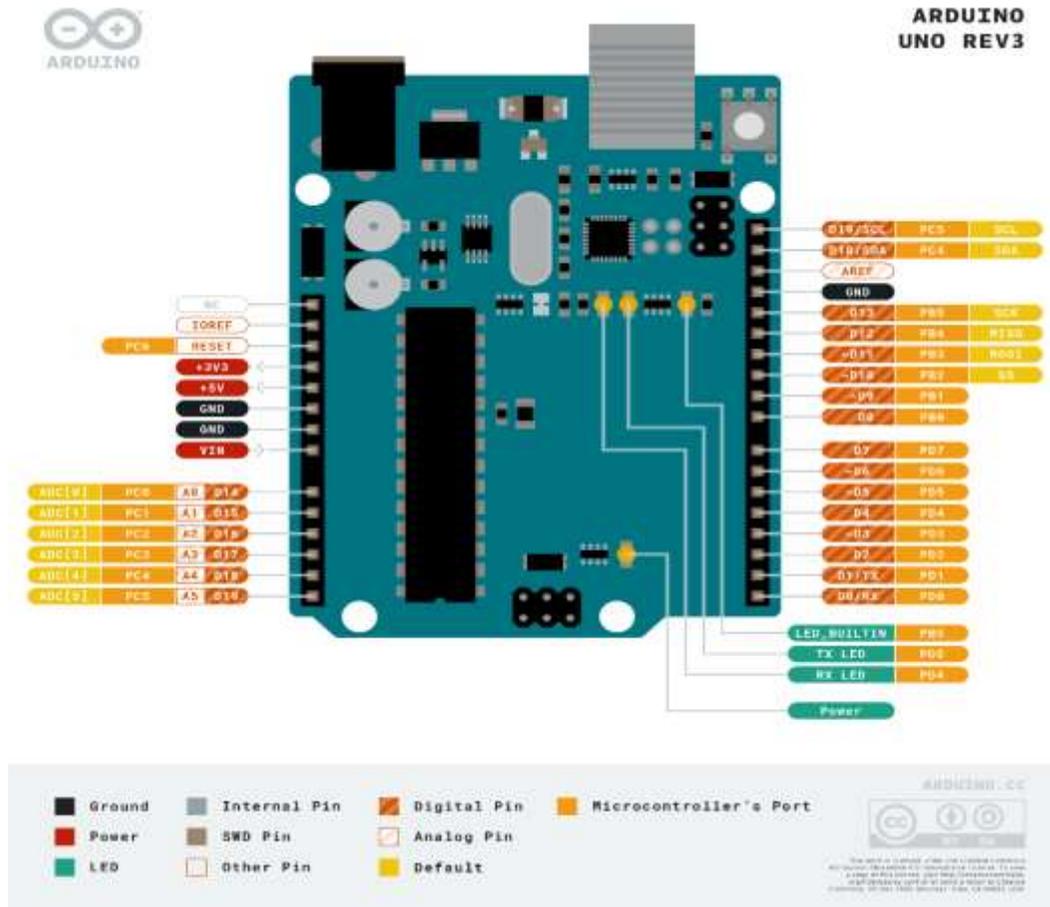


Figura 6. Aspecto físico y partes de un arduino uno (18)

Tabla 4. Características básicas del arduino uno (18)

Voltaje de operación	5v
Pines digitales	14, 6 con salida PWM
Pines analógicos	6
Corriente DC	40mA
Corriente continua	3.3V pin 50 mA
Memoria flash	32 KBytes (Atmega 328)

SRAM	2 KBytes (Atmega 328)
EEPROM	1 KBytes (Atmega 328)
Velocidad del reloj	16MHz

1.10.2. ARDUINO NANO

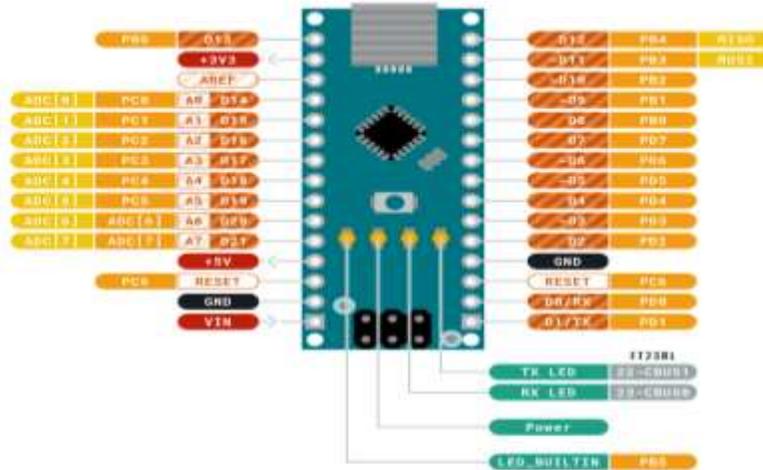


Figura 7. Aspecto físico y partes de un arduino nano. (18)

Tabla 5. Características básicas del arduino nano (18)

Voltaje de operación	5v
Pines digitales	14, 6 con salida PWM
Pines analógicos	8
Pines de potencia	6 (Vcc y GND)
Corriente DC	40mA
Corriente continua	3.3V pin 50 mA

Memoria flash	32 KBytes (Atmega 328)
SRAM	2 KBytes (Atmega 328)
EEPROM	1 KBytes (Atmega 328)
Velocidad del reloj	16MHz
Dimensiones	4.5 x 1.8 cm

1.10.3. ARDUINO MEGA

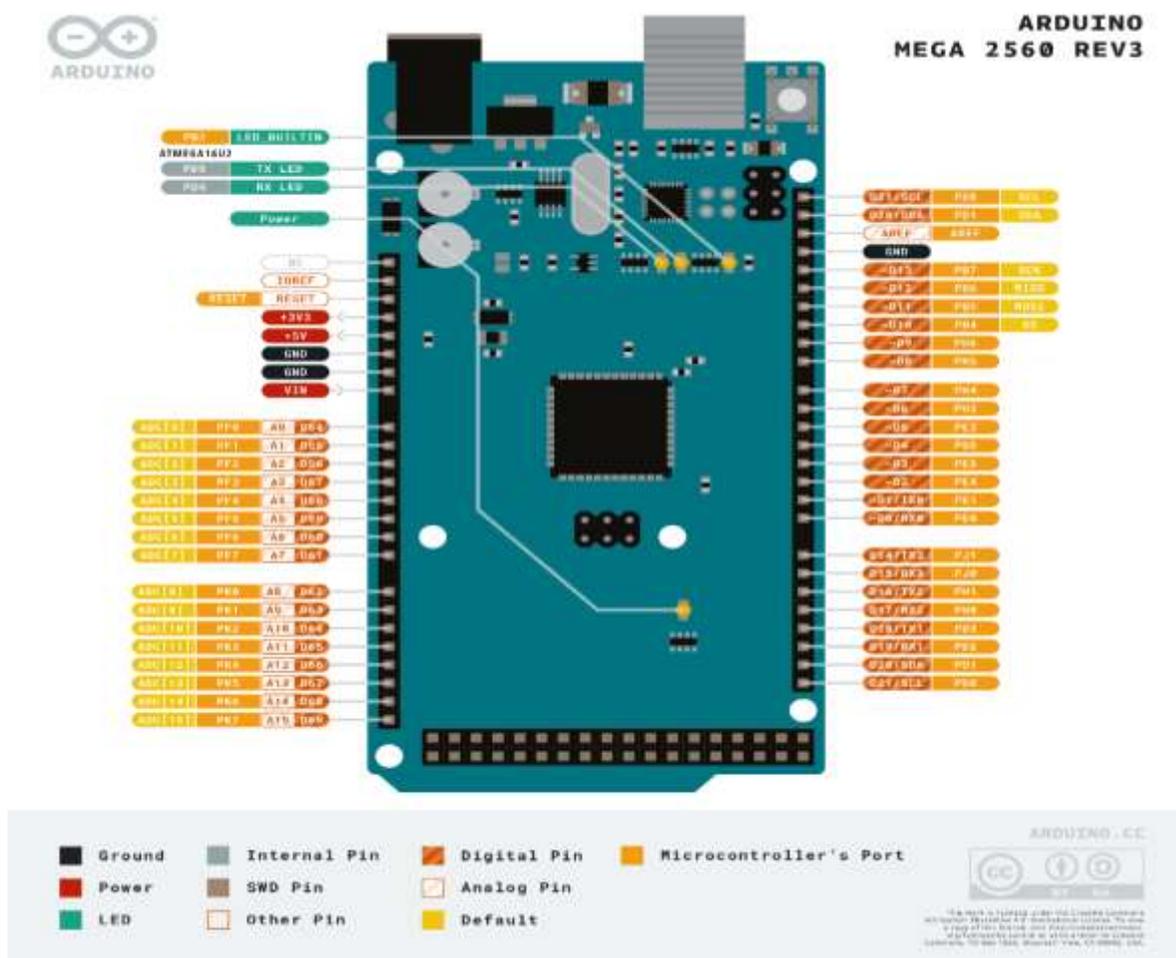


Figura 8. Aspecto físico y partes de un arduino mega (18)

Tabla 6 Características básicas del arduino mega 560m (18)

Micro controlador	<u>ATmega2560</u>
Tensión de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada	7-12 V
Voltaje de entrada	6-20 V
Pines de E / S digitales	54 (15 salida PWM)
Pines de entrada analógica	16
Corriente CC por pin de E / S	20 mA
Corriente CC para pin de 3.3V	50 mA
Memoria flash	256 KB de los cuales 8 KB utiliza el gestor de arranque
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Velocidad de reloj	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Longitud	101,52 milímetros
Anchura	53,3 milímetros
Peso	37 g

1.10.4. ENTORNO DE DESARROLLO DE ARDUINO (IDE)

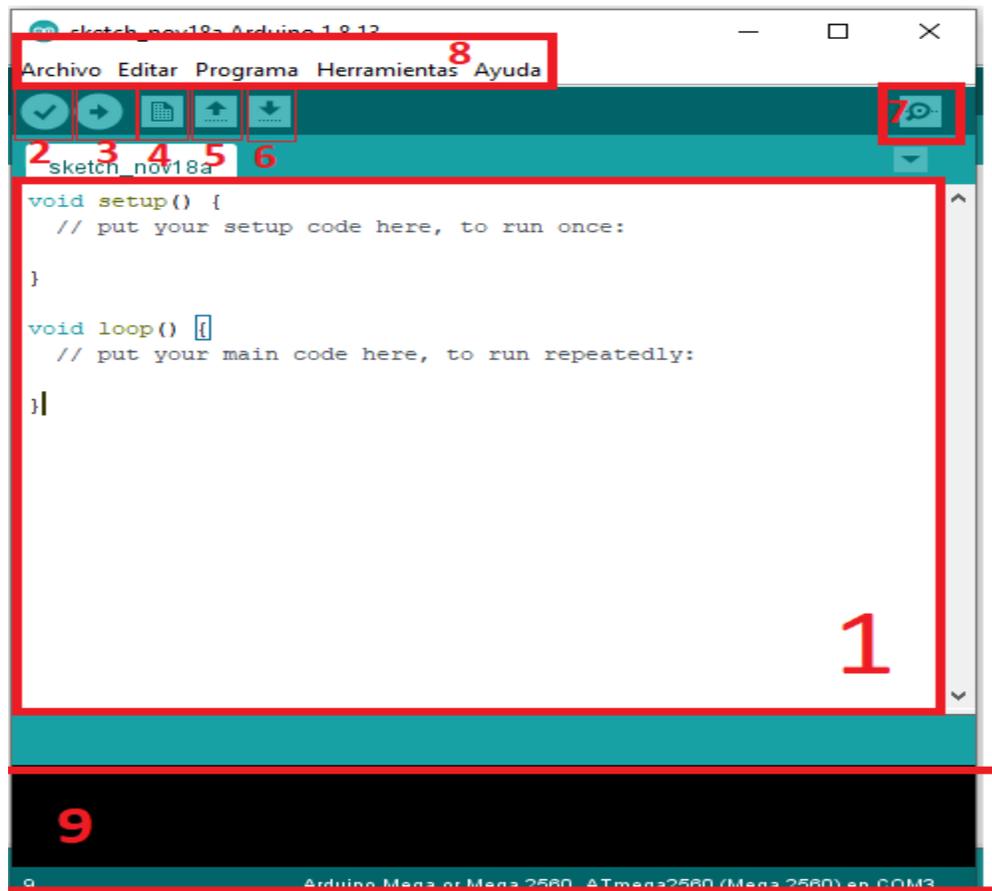


Figura 9. Entorno de desarrollo del software arduino (elaboración propia)

- 1, editor de código en el programa de arduino
2. verificar la sintaxis del código
- 3 subir el código a la tarjeta arduino
4. nueva ventana vacía
5. abrir otro proyecto desde el dispositivo
6. guardar programa
7. monitor serie, se envía datos desde la tarjeta que se visualizan en el monitor
8. opciones del entorno

9. ventana de mensaje de la ejecución, compilación y error del código

1.11. SENSORES

Son componentes que tienen la capacidad de obtener información de las variables que intervienen en un medio físico o químico, y transformarlas en magnitudes eléctricas y de esta manera hacerlas útil para sistemas en específico que lo requieran; se pueden clasificar según las variables y los mecanismos utilizados para su medición dentro de los que se destacan los sensores térmicos, eléctricos, magnéticos y mecánicos (19)

1.12. PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

El principio de Arquímedes plantea a que: Todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta una fuerza de empuje vertical hacia arriba llamada E , equivalente al peso del fluido que desaloja. La situación que ocurre cuando al someter un cuerpo con una fuerza x en un fluido comparada con una fuerza de empuje menor, igual o mayor. Matemáticamente (20), la fuerza de empuje:

$$P_{\text{fluido}} = E = m \cdot g = d \cdot V \cdot g \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

P_{fluido} . es el peso del fluido que se desplaza al sumergir un cuerpo en él.

E es la fuerza de empuje que sufre el cuerpo sumergido.

m es la masa del fluido desplazado.

d es la densidad del fluido.

V es el volumen del fluido desalojado.

g es la gravedad.

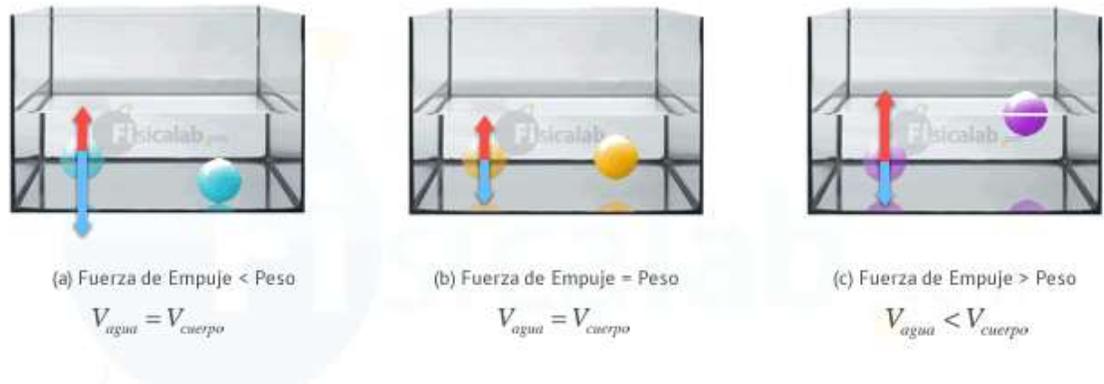


Figura 10. Sometimiento de un cuerpo a un fluido con fuerza de empuje, menor(a), igual (b) o mayor (c) a la de dicho fluido (20)

1.13. SISTEMAS DE CONTROL

El control automático importante en la ingeniería y la ciencia. El control automático se ha convertido en una parte importante e integral en los sistemas de vehículos espaciales, en los sistemas robóticos, en los procesos modernos de fabricación y en cualquier operación industrial que requiera el control de temperatura, presión, humedad, Flujo, etc. Es deseable que la mayoría de los ingenieros y científicos estén familiarizados con la y la práctica del control automático. (32).

1.13.1. SISTEMAS DE CONTROL REALIMENTADO.

Un sistema que mantiene una relación determinada entre la salida y la entrada de referencia, comparándolas y usando la diferencia como medio de control, se denomina sistema de control realimentado. (32)

1.13.2. CONTROLADOR P

En ciertos tipos de procesos es posible trabajar con una ganancia elevada sin tener ningún problema de estabilidad en el controlador. Muchos procesos que poseen una

constante de tiempo dominante o son integradores puros caen en esta categoría. Una alta ganancia en un controlador P significa que el error en estado estacionario será pequeño y no se necesitaría incluir la acción integral. (33)

1.13.3. CONTROLADOR PD

En líneas generales, el control PD puede ser apropiado cuando el proceso a controlar incorpore ya un integrador.. Con esta clase de procesos es posible trabajar con ganancias elevadas en el controlador sin que sea necesario introducir la acción integral. La acción derivada es sensible al ruido ya que a altas frecuencias tiene una ganancia relativamente elevada, por lo tanto, en presencia de altos niveles de ruido se debe limitar dicha ganancia, o prescindir de la acción derivativa. Asimismo, en procesos con grandes tiempos muertos la acción anticipativa del término derivativo deja de ser efectiva ya que la aproximación lineal.

$$e(t + T_d) \approx e(t) + T_d \frac{de(t)}{d(t)}$$

Tan sólo tiene validez para pequeños valores de T_d . Debido a los tiempos muertos hay un retardo antes de que los efectos de cualquier acción de control se puedan detectar sobre la variable de proceso. Es, por lo tanto, considerablemente mejor con esta clase de procesos intentar predecir su acción. (33)

1.13.4. CONTROLADOR PI

Es la estructura más usual del controlador. La introducción de la acción integral es la forma más simple de eliminar el error en régimen permanente. Otro caso en el que es común utilizar la estructura PI es cuando el desfase que introduce el proceso es moderado. La acción derivativa más que una mejora en esta situación es un problema ya que amplifica el ruido existente. También se recomienda la acción PI cuando hay retardos en el proceso, ya que como se ha visto en el punto anterior, la acción derivativa no resulta apropiada en este tipo de sistemas. Un tercer caso en



el que se debería desconectar la acción derivativa es cuando el proceso está contaminado con niveles de ruido elevados. Como primera medida, se debería filtrar el ruido existente, pero en algunas ocasiones esto no es suficiente. (33)

1.13.5. CONTROLADOR PID

Un controlador PID (Controlador Proporcional, Integral y Derivativo) es un mecanismo de control simultaneo por realimentación ampliamente usado en sistemas de control industrial. Este calcula la desviación o error entre un valor medido y un valor deseado.

El algoritmo del control PID consiste de tres parámetros distintos: el proporcional, el integral, y el derivativo. El valor Proporcional depende del error actual. El Integral depende de los errores pasados y el Derivativo es una predicción de los errores futuros. La suma de estas tres acciones es usada para ajustar al proceso por medio de un elemento de control como la posición de una válvula de control o la potencia suministrada a un calentador. (33)

1.14. ESTADÍSTICA

Es un método matemático es fundamental para el estudio y recolección de información en donde se comparan y analizan muestras, con el propósito, de tener resultados, que conlleve a identificar las problemáticas que se presentan en una población, la estadística se basa de diferentes modelos de aplicación, que de acuerdo a la manera de análisis de los resultados puede ser de tipo (21)

1.14.1. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

Se basa en el estudio y análisis, utilizando unas muestras, con el propósito de llegar a encontrar resultados de manera informativa a un acontecimiento, para ello realiza un análisis organizando de los datos recolectados, describiéndolos mediante



SC-CER96940





graficas o tablas principalmente y mediante ello se llega a una conclusión de manera superficial, que sirve para informar un evento. (21)

1.14.2. ESTADÍSTICA INFERENCIAL

Este modelo de estudio recopila información y en base a los resultados tabulados se pueden predecir fenómenos, mediante comportamientos aleatorios observados y además se pueden modelar patrones de comportamiento, que pueden inferir en tomar decisión de la población en estudio presentando un alto índice probabilístico de ocurrencia. (21)

1.14.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población son los actores influenciados en el estudio siendo personas u objetos, este tipo de población puede ser de carácter finito o infinito; en cuanto a la muestra esta, es una representación porcentual de la población, que en la estadística se utilizan para evaluar fenómenos de la población, teniendo en cuenta una muestra considerable donde se puedan generar conclusiones aceptadas de lo que se quiere. (22)

1.14.4. TAMAÑO DE LA MUESTRA

El tamaño de la muestra para un estudio estadístico se basa en 5 pilares fundamentales como: el tamaño de la población, intervalo de confianza, nivel de confianza y desviación estándar. (22)

- * **Tamaño de la población**

Son el conjunto cuantitativo de objetos o individuos presentes en un área específica que tienen diversas costumbres y características similares entre ellos. (22)

- * **Intervalo de confianza**



SC-CER96940

Por medio del intervalo de confianza se determina el margen de error porcentual de un evento en un estudio aplicado. Y este tiene que ser más o menos el 5%, para generar un intervalo de confianza alto (22)

* **Nivel de confianza**

Ocurre en eventos aleatorios, generando un intervalo aplicado para delimitar un valor con una probabilidad alta de aceptación, es decir son relaciones para determinar si se cubren las expectativas requeridas (22)

Tabla 7 valor del coeficiente de confianza de acuerdo al porcentaje de seguridad (22)

Nivel de confianza	Coeficiente Z
99%	2.573
95%	1.960
90%	1.645

1.15. DESVIACIÓN ESTÁNDAR:

Es un valor numérico de que y cuanto están disperso los datos dentro de un conjunto de datos. (22)

- Cálculo del tamaño de la muestra desconociendo el tamaño de la población

$$n = \frac{Z_a^2 \cdot p \cdot q}{d^2} \quad \text{Ec. 2:}$$

En donde

Z = nivel de confianza,

P = probabilidad de éxito, o proporción esperada

Q = probabilidad de fracaso

- 1 Cálculo del tamaño de la muestra conociendo el tamaño de la población

$$n = \frac{N \cdot Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}{d^2 \cdot (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q} \quad \text{Ec. 3}$$

En donde,

N = tamaño de la población

Z = nivel de confianza,

P = probabilidad de éxito, o proporción esperada

Q = probabilidad de fracaso

D = precisión (Error máximo admisible en términos de proporción).

1.16. ENCUESTA

Es un modelo de estudio estadístico basado en preguntas que busca recopilar información de un evento. (23)

1.17. TABULACIÓN DE DATOS

El registro de información estadístico se da a partir de gráficas, siendo las más comunes el gráfico de barras y circular para modelos cualitativos o cuantitativos que no representen mucha muestra.

1.17.1. DIAGRAMA CIRCULAR

En este tipo de diagramas se representa variables principalmente cualitativas, distribuyendo su espacio en porciones de elementos para cada valor a representar. A continuación se muestra un modelo de representación con diagrama circular. (23)

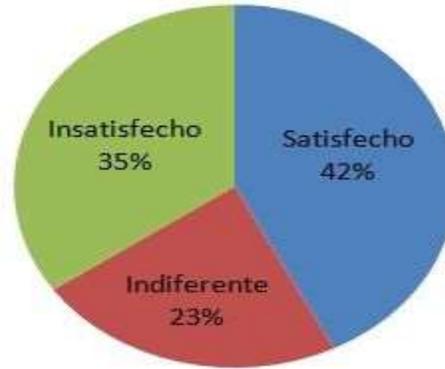


Figura 11. Representación de situación en diagrama circular (23)

1.17.2. DIAGRAMA DE BARRAS

La representación de datos por medio de diagramas de barras, son útiles para comparar valores que toma una variable en diferente momento y se realiza a través de barras rectangulares proporcional al valor que toma la variable dicha intervalos. Continuación se muestra un modelo de diagrama de barra para una información tabulada. (23)

Tallas en Camisas de Hombre

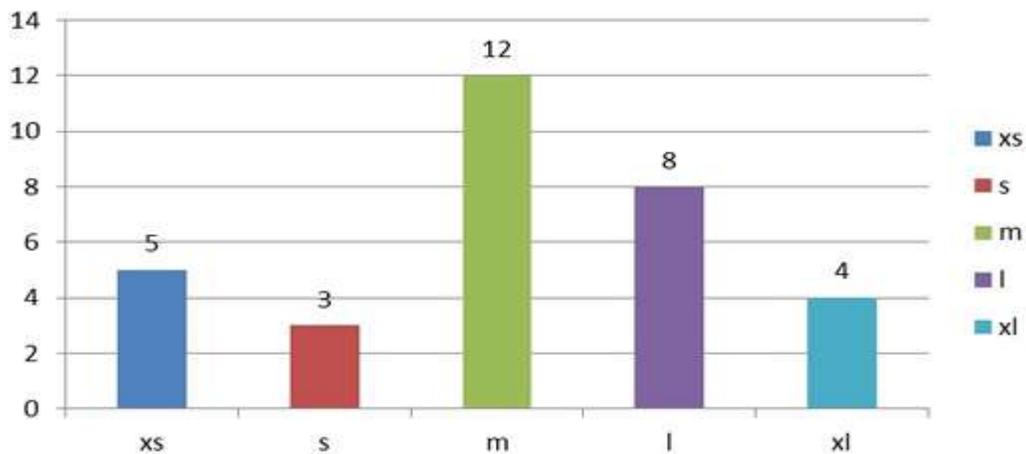


Figura 12. Modelo de gráficos tipo barra (23)

CAPÍTULO 2

DESARROLLO METODOLOGICO

Para realizar el diseño e implementación del sistema de monitoreo de variables críticas dentro de los reservorios piscícolas que permitan aumentar la producción en el municipio de Morroa, el proceso se describe en el diagrama en bloque que se muestra en la figura 13. Siguiendo los lineamientos de los objetivos trazados.

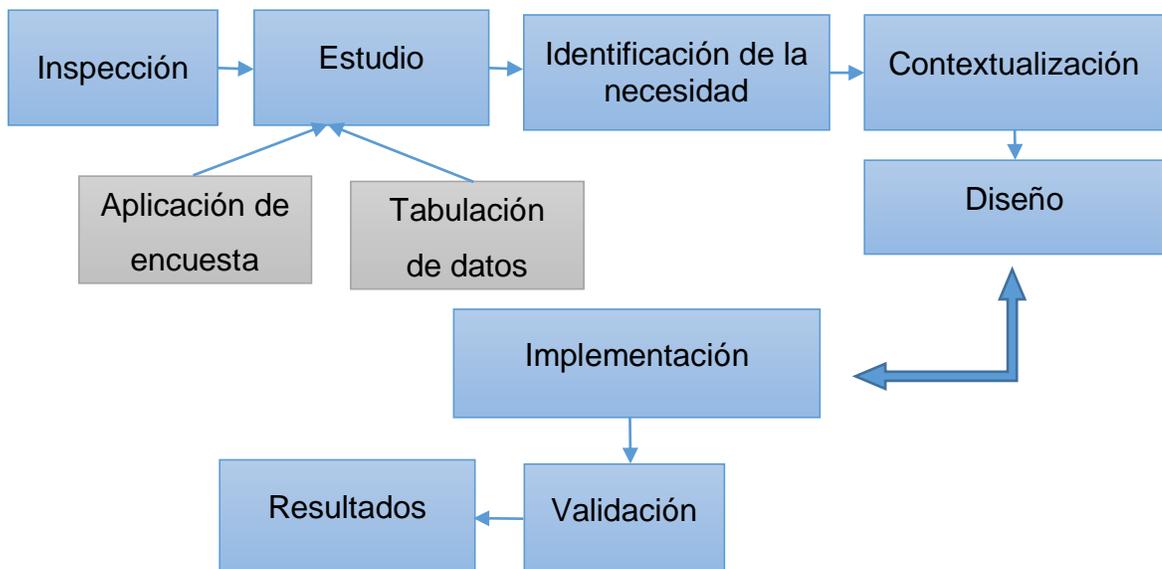


Figura 13. Metodología para el desarrollo del proyecto. Fuente (autor)

2.1 INSPECCIÓN

Mediante una visita a las instalaciones de la asociación “ASOMARACAY” ubicada en el corregimiento del yeso, se empieza a estudiar el entorno donde se desarrolla la actividad acuícola, aplicando ingeniería de detalle se evalúa de primera mano las experiencias, factibilidad, dificultades y conocimientos, que han tenido durante el tiempo que llevan dedicándose al cultivo de tilapia roja.



Figura 14. Inspección de la zona donde se desarrolla la piscicultura en ASOMARACAY. Elaboración propia)

2.2 ESTUDIO

En este apartado y en base a la inspección realizada se procede a efectuar un estudio basándose en métodos matemáticos como lo es la estadística. Identificando la población objetivo y la muestra requerida.

Utilizando la $n = \frac{Z_a^2 \cdot p \cdot q}{d^2}$ Ec. 2: se obtiene la muestra para evaluar las

condiciones que generen información relevante de lo que se quiere conocer, aplicando un conjunto de preguntas (Anexo 1. Pregunta de la encuesta).

$$n = \frac{N \cdot Z_a^2 \cdot p \cdot q}{d^2 \cdot (N - 1) + Z_a^2 \cdot p \cdot q}$$

En donde,

N = 18

Z = 95% = 1.960

P = 0.5

Q = 0.5

D = 5%

2.2.1 Tabulación de datos

En este ítem se muestran los resultados haciendo uso de herramientas computacionales (Microsoft Excel) mediante **gráficos circulares**, dando a conocer el porcentaje de datos dividido en el componente de cada persona de manera individual. En la tabulación se debe tener en cuenta en el tipo de variable que se está utilizando, pudiendo ser esta de tipo cualitativa o cuantitativa.

2.3 IDENTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD

En base a los estudios estadísticos pertinentes y los datos arrojados, se conoce, de primera mano las dificultades que ha tenido la asociación durante el proceso de cría de peces para comercializar, la rutina de inspección a la calidad del agua, conectividad a internet, dispositivos tecnológicos que disponen, calidad de las comunicaciones, etc. En concordancia con ello, se realiza una proyección de solución a lo expresado en el estudio.

2.4 CONTEXTUALIZACIÓN

En este apartado se solidificaron las bases teóricas utilizadas en este proyecto, como el panorama de la producción de peces a nivel mundial, factores asociados a la acuicultura, tecnologías y protocolos de comunicación, sistemas embebidos y sus características, en donde el objetivo principal de la contextualización fue estudiar el impacto, social, económico, tecnológico y ambiental que genera la creación de este proyecto en los productores de peces del municipio de Morroa.

2.5 DISEÑO DEL SISTEMA

El sistema de monitoreo consta de diferentes etapas y componentes que cumplen una tarea específica en el funcionamiento del sistema, permitiendo una interacción entre ellos cumpliendo con el rol de acuerdo a la función que se le ha asignado, los sensores se encuentran en contacto directo con el medio de captación donde se



requiere la medición, para este caso particular se encuentran sumergidos en el agua registrando la información pertinente, luego mediante un proceso lógico de calibración se visualiza y guarda la información, permitiendo ser visible en el sistema y además enviando un mensaje de acceso remoto al dispositivo móvil para informar la medición y generar alerta cuando exista una alteración fuera del umbral requerido. Para la alimentación se propone un sistema fotovoltaico para aplicaciones futuras. Esta propuesta se llevó a cabo teniendo en cuenta los estudios estadísticos realizados en la asociación se propone el siguiente diagrama de bloque (Figura 15. Diagrama en bloque del diseño del prototipo para el seguimiento de variables asociada a la calidad del agua en los cultivos piscícolas de la asociación “ASOMARACAY) Del diseño para el sistema de monitoreo y seguimiento de variables asociadas a la calidad del agua en los cultivos de peces en el municipio de Morroa, tomando como principal sede de estudio, los asentamientos de la asociación dedicada a la producción y comercialización de tilapia roja Maracay “ASOMARACAY”, cumpliendo con las características importantes requeridas, en cuanto a conectividad a redes de datos, bajo costo y fácil manejo para la población involucrada en el proyecto.

Además la composición, estructura de los materiales utilizados para el encapsulamiento del prototipo deben contener características como: impermeable, resistentes a fenómenos físicos como temperatura, lluvias y fenómenos biológicos producido por la fauna acuática, otro criterio es las características de materiales flotantes, ya que el prototipo se va a encontrar flotando en la superficie del agua.



SC-CER96940

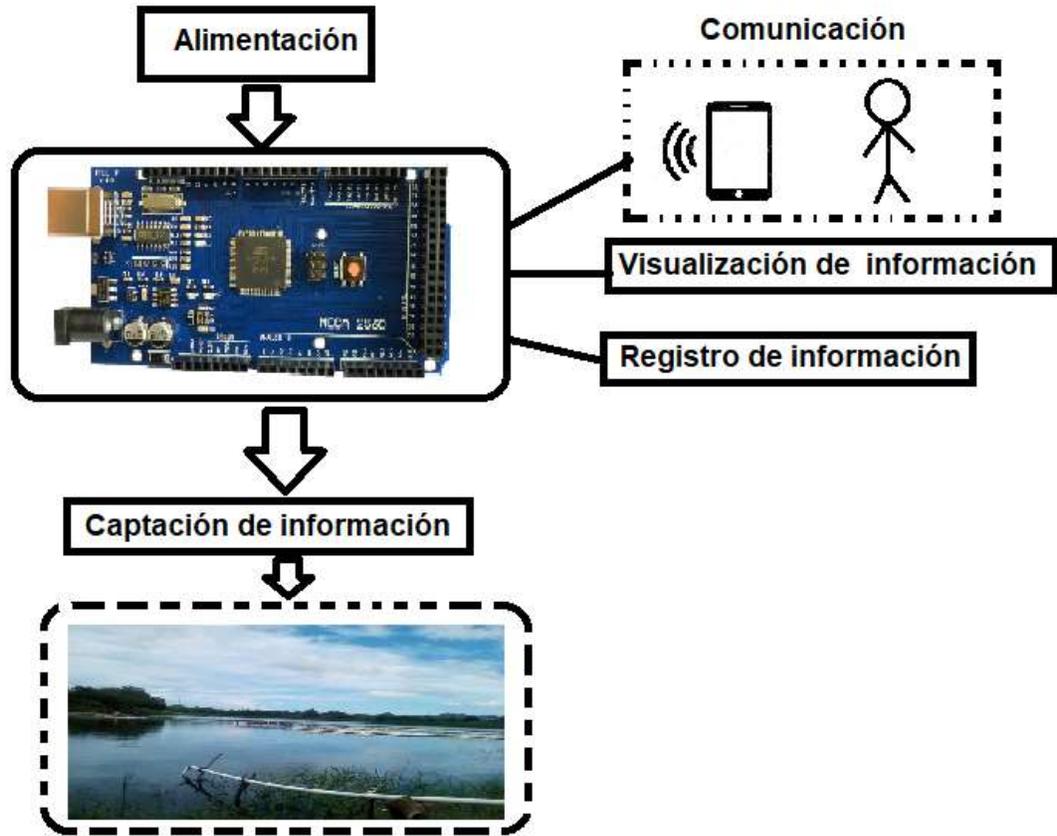


Figura 15. Diagrama en bloque del diseño del prototipo para el seguimiento de variables asociada a la calidad del agua en los cultivos piscícolas de la asociación “ASOMARACAY”. (Elaboración propia)

2.5.1 Sistema embebido.

En este bloque se seleccionó el sistema embebido arduino ,esta familia de sistemas embebido tiene una alta gama de hardware y software, con un conjunto amplio de librerías, entradas y salidas digitales útiles en el desarrollo de sistemas de tipo electrónico, donde además de lo anteriormente mencionado el costo es económico y el desarrollo de códigos de programación utiliza métodos muy sencillos con gran



aplicación, valiéndose de esta utilidad son las características requerida de este proyecto.

2.5.1.1 *Arduino mega 2560.*

De acuerdo a los requerimientos del proyecto y al número de entradas necesarias para desarrollar el sistema de monitoreo y seguimiento de variables, el arduino mega 2560(Figura 8. Aspecto físico y partes de un arduino mega (18)), tiene las características requeridas, como una EEPROM y Memoria Flash, y una variedad de recursos del sistema que son útiles para el fin en específico, otras especificaciones técnicas y de funcionamiento del arduino mega 2560 se pueden observar en la (Tabla 6 Características básicas del arduino mega 560m (18)

2.5.2 Alimentación.

De acuerdo a las condiciones geográficas del área y los recursos energéticos convencionales deficientes, se propone diseñar un sistema de alimentación fotovoltaica básico, requerido para soportar la demanda de consumo de corriente para el funcionamiento del sistema de monitoreo y seguimiento de variables para determinar la calidad del agua, visionando la implementación de este medio amigable con el medioambiente y presentado ventajas acorde a la geo referencia donde se desarrolla el proyecto, para validar la funcionalidad del mismo se utilizó un banco de baterías.

2.5.3 Captación de información.

Haciendo un análisis de las variables físicoquímicas del agua y su umbral para determinar la calidad hídrica, se seleccionaron las variables a medir como pH, turbidez, oxigenación disuelta y temperatura, ya que estas influyen directamente en el desarrollo de la ecología acuática, para el actual proyecto se seleccionaron los sensores con sus respectivos módulos para el sistema embebido utilizado; la medición del oxígeno disuelto no se adquirió el sensor debido al costo elevado, por



tal motivo esta variable se mide con un dispositivo portátil independiente al sistema a diseñar. A continuación, se describen las características de funcionamiento y medición de sensores utilizados en la captación de las variables a monitorear en el cultivo de peces.

2.5.3.1 Termistor NTC.

La selección del termistor con coeficiente de temperatura negativo (NTC) para desarrollo del proyecto es por el encapsulado que presenta, ya que es resistente a fenómenos físicos abruptos lo que permite medir la temperatura en diferentes condiciones físicas, además las características de medición tienen un alto coeficiente y su funcionamiento está basado en que a medida que aumenta la temperatura varía su resistencia de manera negativa, fenómeno que se puede visualizar en la Figura 16. Aspecto físico y Curvas de respuesta para sensor de temperatura NTC (2)

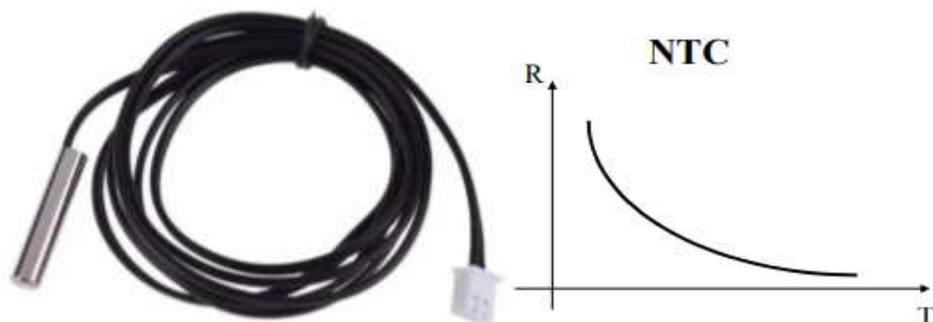


Figura 16. Aspecto físico y Curvas de respuesta para sensor de temperatura NTC (24)

Teoría de funcionamiento del termistor NTC

La ecuación de Steinhart-Hart relaciona la resistencia eléctrica del semiconductor en diferentes temperaturas.

$$\frac{1}{T} = A + B \ln R + C(\ln R)^3$$

Ec. 4

Donde:

T= temperatura ($^{\circ}$ K)

R= Resistencia en T ohmios

A y B = coeficientes de Steinhart-Hart, que varían según el tipo y modelo de termistor y el rango de temperatura de interés

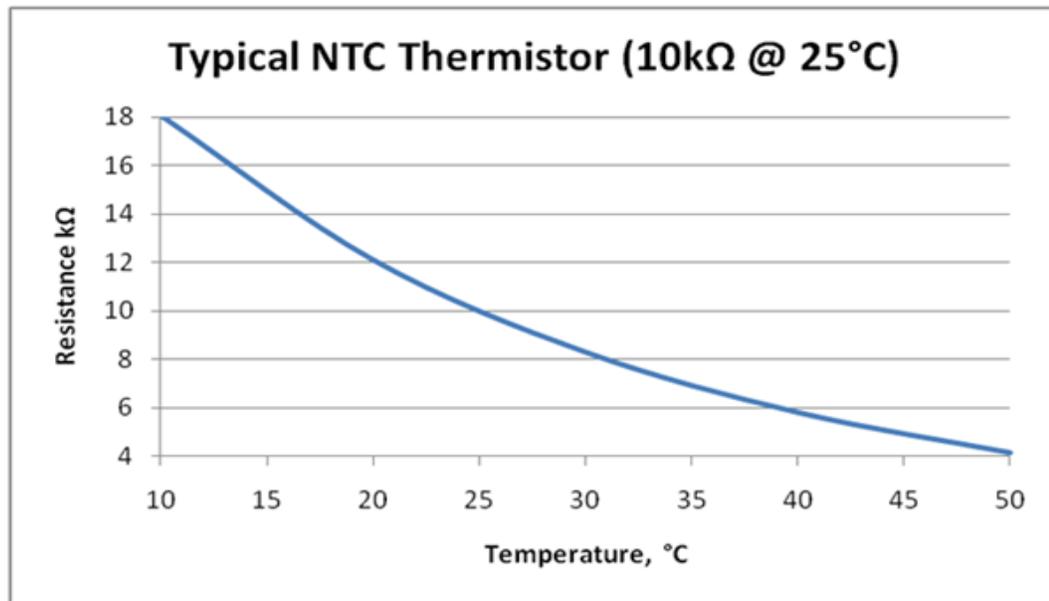


Figura 17. Relación de la respuesta de la resistencia con respecto a las variaciones de temperatura de un NTC. (24)

2.5.3.2 Sensor de PH

La selección de este sensor es debido a que presenta menor un precio en el mercado, pero reúne las condiciones de funcionamiento básicas para el objetivo de este proyecto, cuyas características técnicas dadas por el fabricante son las siguientes:

- Alimentación 5V

- Rango de medición: 0-14 pH
- Temperatura de medición: 0-80 °C
- Precisión: $\pm 0.1\text{pH}$ (25 °C)
- Tiempo de respuesta: $\leq 1\text{min}$



Figura 18. Aspecto físico del sensor de pH MSP430 (25)

Teoría de funcionamiento del sensor de PH.

Para calibrar el sensor se utiliza sustancias con pH conocido y se procese a medir el voltaje en los terminales del sensor; Para convertir el voltaje medido a pH. Se utiliza la siguiente formula

$$Y = mx + b. \quad \text{Ec. 5}$$

x = voltaje

Y = pH

Para una sustancia conocida la relación del pH con respecto al voltaje se visualiza en la figura 19. (25)

Graph for $(-5.7)*x+21.34$

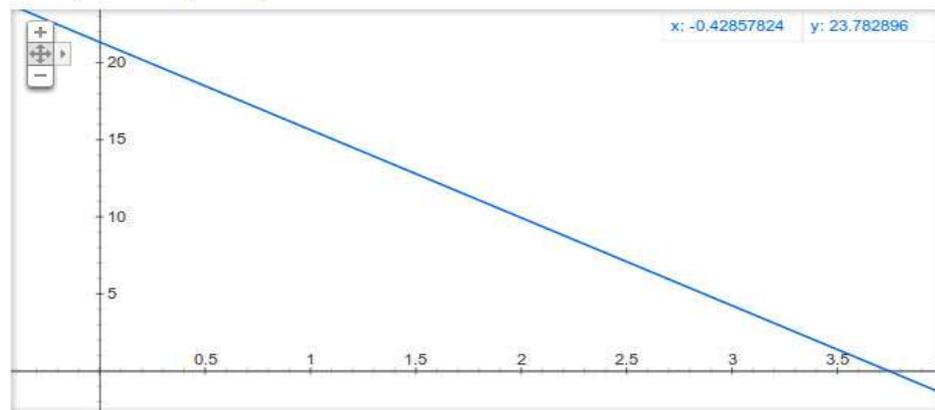


Figura 19. Relación de la ecuación de pH y voltaje medidos. (25)

2.5.3.3 Sensor de turbidez

Este sensor tiene gran utilidad para medir los grados de suciedad del agua utilizando técnicas de transmisión de luz cuya frecuencia cambia de acuerdo a la cantidad de sólidos suspendidos totales (SST) en el agua. A mayor SST, el nivel de turbidez en el agua aumenta. (26) Las características de operación dadas por el fabricante son las siguientes:

- Voltaje de operación: 5V DC
- Corriente: 40mA (MAX)
- Tiempo de respuesta: <500ms
- Método de salida: Análogo
- Salida analógica: 0-4.5V
- Salida Digital: High/Low (Se puede ajustar el valor de umbral al ajustar el potenciómetro)
- Temperatura de operación: 5°C~90 °C
- Temperatura de almacenamiento: -10°C~90°C.
- Peso: 30g.



Figura 20. Aspecto físico del sensor de turbidez (26)

2.5.3.4 Dispositivo de medición de oxígeno disuelto

El sensor utilizado para medir esta variable presenta un costo elevado, por lo que no fue adquirido, por lo tanto para determinar esta condición física, se utilizó un dispositivo portátil de medición, EcoSense DO200A, con esta herramienta se realizan mediciones como: oxigenación disuelta en partes por millar (%ppt), presión barométrica (mBar), temperatura en grados centígrados, cabe resaltar que el registro de variable de hace de manera independiente al prototipo del sistema que se desarrolló (27)



Figura 21. Kits de medición de oxígeno disuelto en el agua, EcoSense DO200A (27)

Tabla 8. Especificaciones de medición de datos del dispositivo de medición de oxígeno disuelto EcoSense DO200A, dados por el fabricante (27)

Pantalla	Escala	Precisión	Resolución
O_2 disuelto (ppm o mg/L)	0 a 20,00 (ppm o mg/L)	$\pm 2\%$ de la lectura o $\pm 2\%$ de la saturación del aire, lo que sea mayor	0,001 mg/L
O_2 disuelto % de sat de aire	0- 200%	$\pm 2\%$ de la lectura o $\pm 2\%$ ppm, lo que sea mayor	0,1%
Temperatura en $^{\circ}C(^{\circ}F)$	-6,0 a 46 $^{\circ}C$ (21 a 115 $^{\circ}F$)	$\pm 0,3^{\circ}C \pm 1$ cifra	0,1 $^{\circ}C$
Compensación de la presión		600 a 1100 mBar (450 a 825 mm Hg)	
Compensación de la salinidad		De 0,0 a 40,0 ppt	
Sonda ATM		Termistor, 10K Ω a 25 $^{\circ}C$	
Respaldo de la calibración		Si	

Tabla 9. Concentración de oxígeno disuelto equivalente a un grado de temperatura en el ambiente (31).

Temperatura	Oxígeno disuelto(mg/L)	Temperatura	Oxígeno disuelto(mg/L)
0	14,6	16	9,9
1	14,2	17	9,7
2	13,8	18	9,6
3	13,5	19	9,3
4	13,1	20	9,1
5	12,8	21	8,9
6	12,5	22	8,7
7	12,1	23	8,6
8	11,8	24	8,4
9	11,6	25	8,3
10	11,3	26	8,1
11	11	27	8
12	10,8	28	7,8

13	10,5	29	7,7
14	10,3	30	7,6
15	10,1	31	7,5

2.5.4 Umbral de medición de las variables seleccionadas para la calidad del agua.

- El PH su valor oscila entre 0 y 14, en el agua dedicada para cultivo de peces, este valor optimo se encuentra ente 6,5 y 8,5 siendo 7 el valor ideal deseado,
- Oxígeno disuelto oscila en una escala de 0 a 20 ppm o mg/l, siendo el factor más importante para mantener la fauna piscícola, en la piscicultura el rango óptimo es por encima de 7 ppm o mg/l, pero este valor depende de la precipitación, la altura sobre el nivel del mar y condiciones climáticas del área.
- El % saturación del aire, su escala oscila entre 0 y 200% y su valor se ve afectado por la temperatura del agua, el viento y la precipitación principalmente, el rango optimo del % saturación del aire, para el cultivo de los peces tiene que ser mayor al 40 %.
- La Temperatura óptima del agua para una cría de peces se encuentra en un rango entre 20 y 36⁰C.
- Turbidez, para el caso particular es ajustable, estableciendo un umbral y de acuerdo al mismo se determina la condición se suciedad.

2.5.5 Visualización de la información

La visualización de la información se da en tiempo real y para ellos se utilizó una pantalla LCD, con un protocolo de comunicación I2C para hacer más factible la distribución de los terminales y tener información contante del estado de las variables.

2.5.5.1 PANTALLA LCD.

La pantalla LCD (Liquid Crystal Display) o pantalla de cristal líquido es utilizada para visualizar las variables e información necesaria que se requiera de un sistema electrónico. (28)

2.5.5.2 MÓDULO I2C.

Este módulo permite la comunicación entre el microcontrolador y la pantalla LCD, el protocolo de comunicación I2C permite transferir bits entre 2 dispositivos digitales además se puede administrar de una manera óptima la distribución de puertos ya los datos se transmiten mediante dos cables. (28)



Figura 22. Pantalla LCD y módulo I2C respectivamente. [28]

2.5.6 Comunicación

La comunicación hombre maquina es uno de los mecanismos más importante de la automatización industria, permitiendo tomar acciones y generando signos de alarmas cuando un proceso cambia su condición física que afecte la producción; dentro de los sistemas de monitoreo se asocian un conjunto de mecanismos y protocolos de comunicación, que de acuerdo a la infraestructura tecnológica de comunicación existen sistemas que se adaptan al contexto comunicacional.

Con información recopilada en el accionar del proyecto se adecuó la comunicación hombre maquina mediante el uso de tecnología GSM ya que las características de los dispositivos no son aptas para utilizarlos en comunicaciones más robustas.

2.5.6.1 MÓDULO GSM/GPRS SIM800L.

Trabaja en las bandas de 850, 900, 1800 y 1900 MHz. permite utilizar datos de voz y mensajes en los proyectos, se requiere utilizar una sim card de segunda generación para su funcionamiento según los datos del fabricante el módulo GSM/GPRS SIM800L tiene las siguientes características de funcionamiento.

- 2 Voltaje de Operación -3.4V ~ 4.4V
- 3 Consumo de corriente 0.7 mA
- 4 Interfaz Serial UAR
- 5 Enviar y recibir mensajes SMS
- 6 Receptor FM
- 7 Datos GPRS
- 8 Nivel Lógico de 3V a 5V
- 9 Velocidad máxima de transmisión = 85.6 Kbps
- 10 Protocolo TCP/IP en chip
- 11 Soporta Reloj en tiempo real (RTC)
- 12 Velocidades de transmisión serial desde 1200bps hasta 115200bps



Figura 23. Aspecto físico del módulo GSM (39)

2.5.7 . REGISTRO DE INFORMACION

La finalidad de registrar los datos es para tener información y en base a ella, hacer un análisis de las variables y hacer predicciones futuras de su comportamiento,

Para este registro de datos se utilizó el Módulo SD card, que permite insertarle una memoria Micro SD que guarda los datos del sistema por un tiempo prolongado, la alimentación es de 3.3V o 5V usando los pines respectivos. (30)



Figura 24. Aspecto físico del módulo SD. (30)

2.5.8 MEDIO

El medio donde se desarrolla el estudio y la implementación del proyecto, es una fuente hídrica de aproximadamente 10000m² con un nivel de profundidad aproximado de 15m donde se dedican hace aproximadamente 7 año a la explotación de tilapia roja.

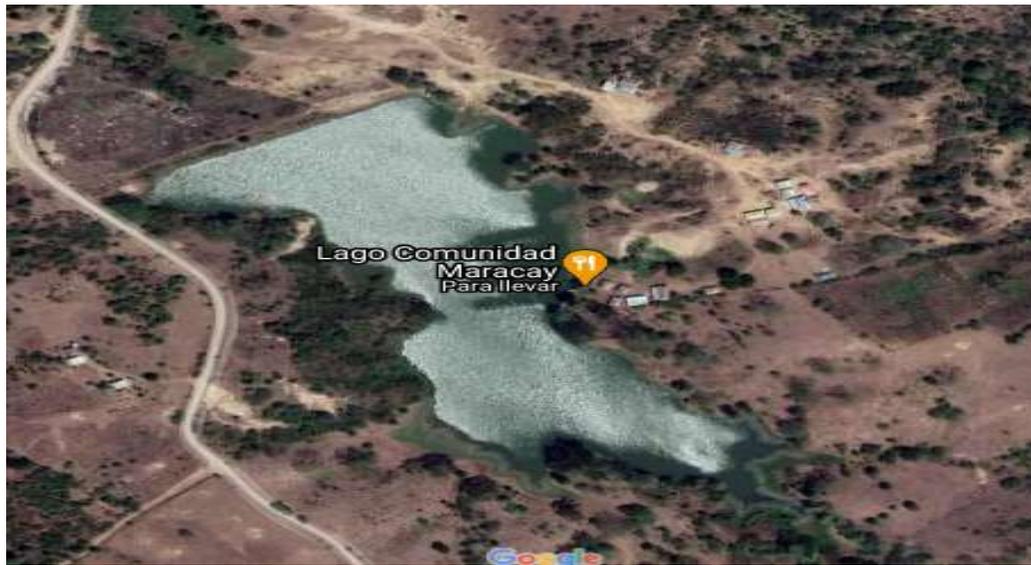


Figura 25. Fuente hídrica donde se va a realiza el estudio de calidad del agua

2.6 CRITERIO DE SELECCIÓN DE MATERIALES Y COMPONENTES

Arduino mega 2560

¿Por qué la utilización de arduino mega y no otro sistema embebido?

Es de entender que existen otros sistemas embebido más robustos como raspberry, psoc y otros, en el actual proyecto la selección del sistema embebido arduino mega, es debido a que su encapsulado tiene las suficientes entradas analógicas y digitales requeridas para interconectar cada uno de los sensores que se están utilizando para la adquisición de datos, además por su lenguaje de código abierto que contiene una gama de librería completas, todas estas características a un precio asequible, además la adquisición de señales y desarrollo de programas es relativamente fácil.

¿Por qué medir temperatura, turbidez, pH y oxígeno en el agua donde se cultivan los peces?

Las fuentes hídricas están constituidas por un conjunto de variables físicas y químicas que determinan las condiciones de vida de la fauna acuática, en las especies de peces dedicadas a la explotación las variables más importantes para un correcto crecimiento y engorde, son: La temperatura, potencial de hidrogeno, turbidez y oxigenación.

Termistor NTC

¿Por qué la utilización de un Termistor NTC en vez de otro tipo de sensor?

Existe una gama amplia de sensores de temperatura, como termopares, RTD y otros. La selección del termistor NTC, es por sus características físicas y de operatividad, su encapsulado lo hace útil para soportar fenómenos abruptos, como golpes y los cambios de temperatura se reflejan muy rápido con un margen de error mínimo.

- Rango de operatividad: -50 a 250 °C
- Precisión alta

SENSOR DE PH – MSP430

¿Por qué usar un sensor PH MSP430 en vez de otro tipo de sensor?

El enfoque de este proyecto es de nivel educativo, por lo tanto es necesario adecuar los recursos económicos invertidos, por esta razón la utilización de este sensor, su rango y precisión no presenta buenas características como otros sensores a nivel industrial más robustos, pero contiene las características necesarias para el proceso requerido.

- Rango pH: 0-14
- Error: 0.3Ph

Sensor de turbidez

¿Por qué usar un sensor de turbidez en vez de otro tipo de sensor?

Al trabajar con arduino se requieren sensores cuyos protocolos de comunicación y adquisición de datos, sean compatibles con la tarjeta, este sensor tiene la



particularidad de tener en su encapsulado, salidas analógicas y digitales. Además es utilizado en diversos campos de medición como: ríos, fuentes de agua residuales, arroyos, mediciones de laboratorio, etc. con tiempo de respuesta menor 500ms.

EcoSense DO200A

¿Por qué la utilización del dispositivo portátil EcoSense DO200A y no un sensor de medición de oxígeno?

La gama de sensores para medir el oxígeno disuelto en el agua es muy alta, siempre y cuando esto presenta un costo elevado, haciendo difícil su adquisición, es por ello la utilización del dispositivo *EcoSense DO200A*, esta herramienta de medición brinda información sobre el oxígeno disuelto en el agua, porcentaje de oxigenación disuelta en el agua, temperatura en el agua ajustable a agua dulces o salubres. Basándose en esta utilidad se determina medir estas variables de manera independiente, generando el registro pertinente.

MÓDULO GSM/GPRS SIM800L

¿Por qué la utilización del MÓDULO GSM/GPRS SIM800L y no otro tipo de comunicación?

La localización geográfica del área de influencia donde se desarrolló el proyecto es una zona apartada con deficiencia en la conectividad a internet, por ende los dispositivos móviles inteligentes son muy escasos en los miembros de la asociación, además la mediciones se deben realizar en la parte interna del lago a una distancia considerable, por tal motivo las características de funcionalidad que brinda el módulo GSM/GPRS SIM800L son de gran utilidad para generar las alertas pertinentes, ya que utiliza el estándar de comunicaciones móviles de segunda generación, adaptable a la tecnología comúnmente utilizada en los miembros de la asociación.



SC-CER96940

Módulo SD

¿Por qué utilizar el módulo SD para el registro de datos y no otro sistema de comunicación remota?

Uno de los objetivos principales del actual proyecto es el registro de datos, siempre y cuando las condiciones de ubicación en la parte interna del lago y la carencia de tecnologías inteligentes de comunicación conllevo a utiliza el modulo SD para el registro de variables.

¿Por qué la utilización de material flotante y hermético para construcción del prototipo?

Las condiciones física de los materiales a utilizar para encapsular el prototipo debe ser hermético, flotantes y esta acto para soportar condiciones físicas y climáticas ambientales, por que estará monitoreando en un periodo de tiempo prolongado en la superficie del afluente hídrico.

2.7 IMPLEMENTACIÓN

Teniendo en cuenta el criterio de selección de los materiales y herramientas en esta sección se encapsula y se pone en función el conjunto multisensorial haciendo ensayos en diferentes escenarios, evaluando su comportamiento.

2.8 VALIDACIÓN

En esta etapa se realizan las prácticas de campo requeridas, evaluando el funcionamiento del sistema y la medición de las variables, además se abordara con los miembros asociados a ASOMARACAY la importancia de la tecnología y como mediante ella se puede sacar provecho para subsanar problemáticas presentes en el entorno, adecuando a las características del área.

2.9 RESULTADOS

En base a la validación de los resultados se grafica el comportamiento de las variables, teniendo en cuenta la hora y el estado del clima, discriminado por fecha,

y condiciones ambientales del área. En mismo orden de idea se selecciona la variable más importante y se realiza la proposición del sistema de control teniendo presente la medición de las variables obtenidas.

2.10 PROPOSICIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL

- ✓ Un estudio sobre la Calidad del agua mediante la caracterización física, química y microbiológica de la quebrada espinal en el departamento del Tolima, establece que: “El oxígeno disuelto es uno de los indicadores más importantes de la calidad del agua” ya con esta variable se garantiza la vida en la ecología acuática (34).
- ✓ En un estudio realizado por la Universidad Nacional de Huancavelica en Perú, plantean que en un ambiente encerrado cuando hay cierta cantidad de peces, el oxígeno tiende a ser muy escaso por las condiciones limitadas del espacio físico que comparten, por tal motivo el oxígeno es una variable importante controlar en los sistemas de producción piscícola.(35)
- ✓ la universidad de llanos en su artículo publicado denominado Fundamentos de la tecnología biofloc (BFT). Una alternativa para la piscicultura en Colombia determina que “las concentraciones de oxígeno disuelto en el agua es el principal limitante para el buen desempeño productivo de los peces, para lo cual existen diferentes formas de mejoramiento”(36)

Para el actual proyecto se propone un sistema de control en lazo cerrado, para la oxigenación del agua en los reservorios piscícolas de municipio de Morroa, donde se seleccionan las variables y parámetros que componen el entorno de desarrollo del proyecto realizando un análisis detallado para identificar factores que influyen. Para realizar el control retroalimentado para la oxigenación disuelta, se implementó el diagrama de bloque de la figura 26.

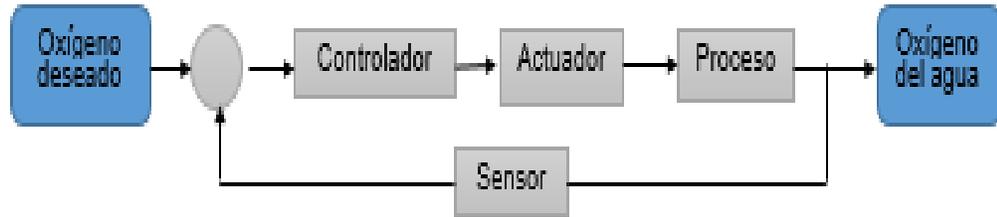


Figura 26. Diagrama en bloque del sistema de control en lazo cerrado para controlar la oxigenación disuelta en el agua dedicada a la piscicultura en “ASOMARACAY”.

La entrada es adquirida por un registro que se lleva acerca del proceso para el control retroalimentado, en este caso particular la lectura se toma de un sensor que determina del comportamiento del oxígeno disuelto en diferentes periodos del día en el medio donde se realiza la actividad piscícola, en la figura 52 se observa el flujo grama donde se realiza el paso a paso del controlador retroalimentado propuesto.

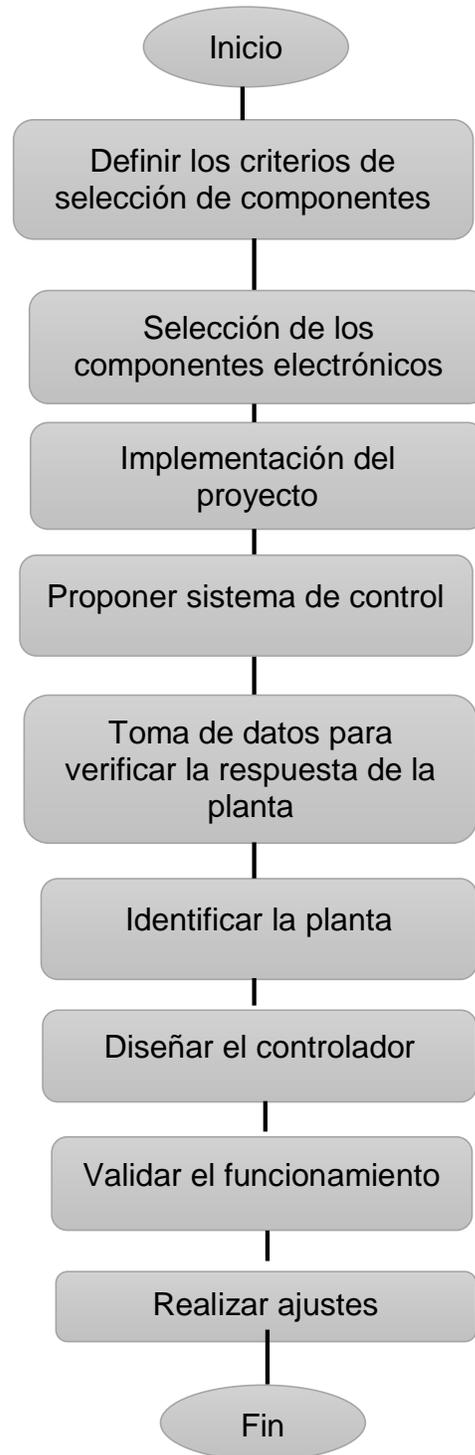


Figura 27. Flujo del control en lazo cerrado (Elaboración propia)

- **Definir criterio de selección de componentes**

Para implementar el controlador en lazo cerrado se recomiendan equipos industriales que brinden una respuesta óptima y que cumplan con el registro INVIMA.

Cuando se hace la identificación de la variable se hace menos complejo el diseño del controlador, ya que modelando el proceso se requiere de aplicar un conjunto de análisis aplicando técnicas matemáticas lo que hace que el proceso sea más complicado.

- **Selección de los componentes**

En la selección de los componentes se tiene en cuenta la aplicación, características de funcionamiento y aplicabilidad de cada uno de ellos, para el caso del sistema de aireación para los peces, se requiere el actuador, sensor y controlador

- **Implementación del proyecto**

Se Implementa el proyecto y se evalúa de manera superficial el comportamiento del mismo, evaluando las condiciones de funcionamiento.

- **Proponer el sistema de control**

La mayoría de sistemas automáticos requieren de un control para generar una producción eficiente una facilidad u control de los procesos que se está haciendo Se propone el sistema de control en lazo cerrado

- **Toma de datos y verificación de respuesta**

Se recomienda evaluar en un tiempo pertinente el comportamiento de la variable a controlar ya que se ve afectada ante eventuales eventos climáticos y condiciones ambientales donde se localiza el proyecto.

- **Identificar planta**

Aplicando métodos matemáticos o basándose de software se hace el proceso de caracterización de la plata



- **Diseñar el controlador**

El diseño del controlador se hace evaluando el comportamiento de las variables

- **Validar funcionamiento**

Validar el funcionamiento en lazo cerrado y se analiza el comportamiento

- **Realizar ajustes**

De acuerdo a los ajustes finos realizados se da por concluido el funcionamiento del sistema de control propuesto.



SC-CER96940





CAPITULO 3

RESULTADOS

3. TABULACIÓN DE DATOS

3.1.1. Selección de la muestra:

En este apartado no se tuvo en cuenta el la formula estadística para seleccionar la muestra, debido a que 5 de las personas que componen la asociación “ASOMARACAY” presentan dificultad de lectura, por lo que 13 de las 18 .fueron las seleccionada para aplicar le la encuesta determinando una muestra de $n=13$

- ✓ A la pregunta aplicada en la encuesta ¿Cuál es la mayor dificultad que se les presenta en el cultivo de la tilapia roja?, el 69% de la población encuestada manifiesta que presenta dificultades en seguir, registrar las condiciones ambientales y las variables asociadas a la calidad del agua ya que desconocen la importancia de llevar un registro de estos datos, omitiendo estas prácticas a cabalidad.



SC-CER96940



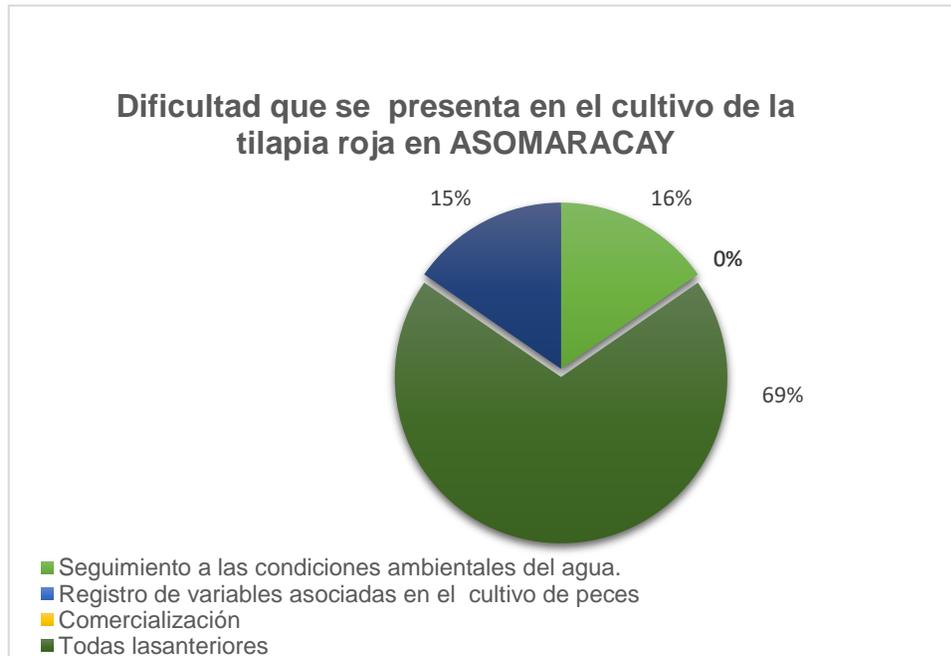


Figura 28. Dificultad que presentan en la asociación “ASOMARACAY” en el cultivo de tilapia roja. (Elaboración propia)

- ✓ En cuando a la pregunta sobre los dispositivos móviles personales asequibles en los miembros de la asociación, gama y calidad de la señal telefónica, el 62% de ellos cuenta con un dispositivo móvil (figura 29) y de ese índice poblacional manifiesta que el 61% de los dispositivos son de gama media y baja, y tan solo el 8% de gama alta, el resto no sabe y no responde la pregunta (figura 30), en cuanto a la señal telefónica un 69% manifiestan que es regular mientras que el 23% responde que es buena(figura 31).

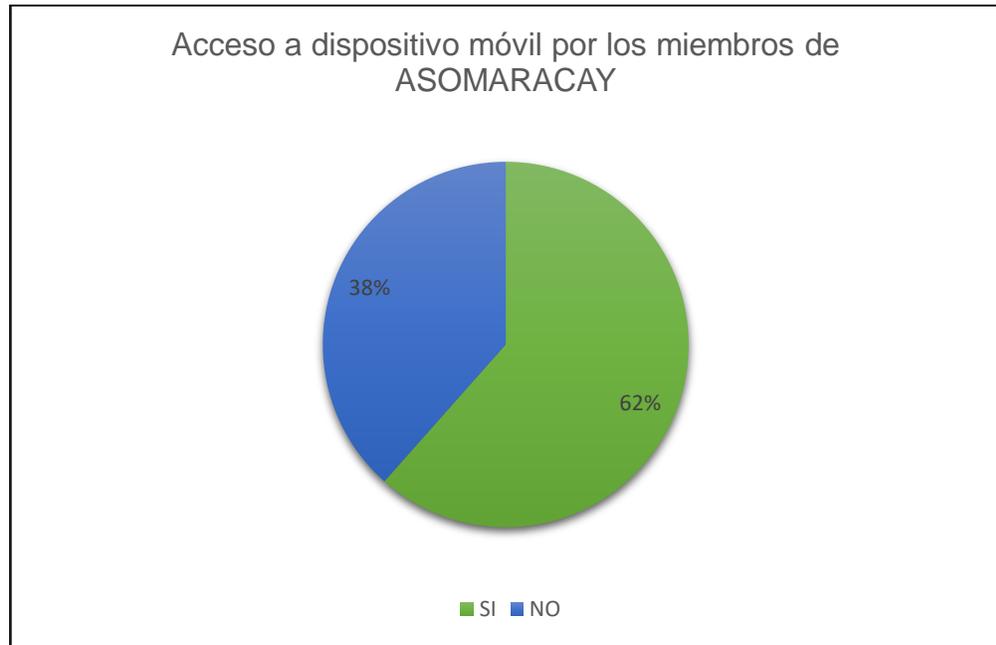


Figura 29. Información si los miembros de la asociación “ASOMARACAY” cuentan con dispositivos móviles (celular). (Elaboración propia)

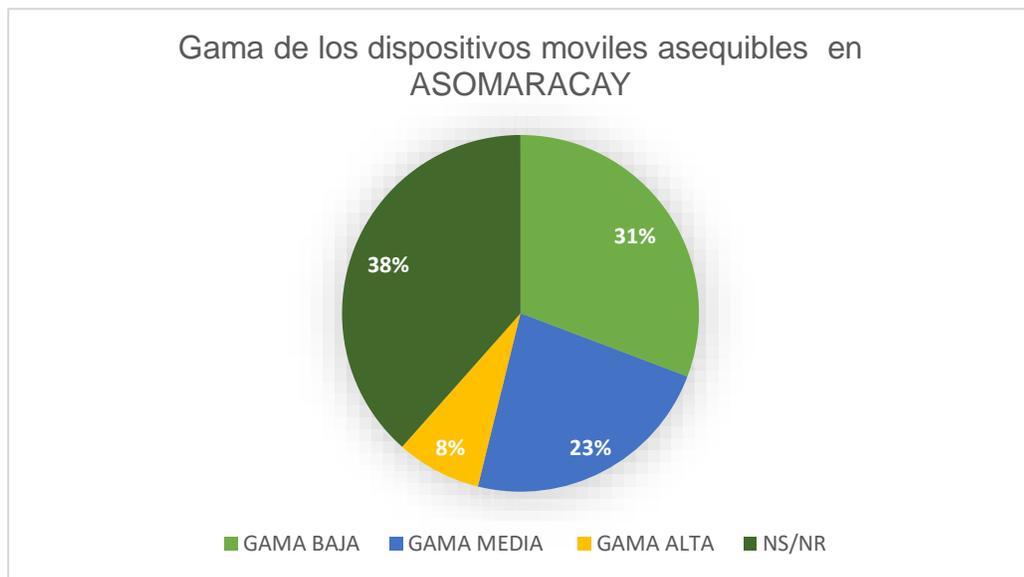


Figura 30. Información sobre la Gama de los dispositivos móviles (celular) con que cuentan los miembros de la asociación “ASOMARACAY”. (Elaboración propia)

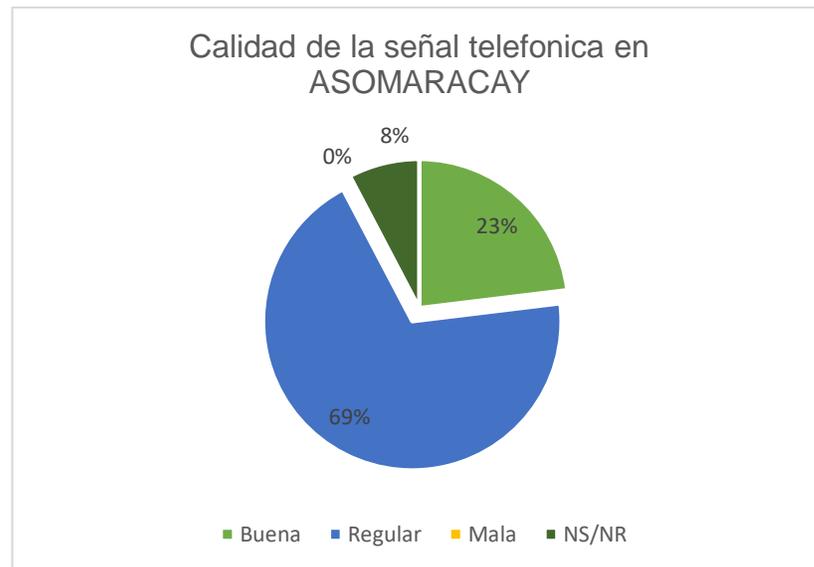


Figura 31. Información sobre la Calidad de la señal telefónica en la población donde se encuentra localizada la asociación “ASOMARACAY” (Elaboración propia)

- ✓ En cuanto a la conexión a internet, la población en objeto de estudio la encuesta arrojó como resultado que el 23 % de los que se conectan a internet (figura 32), el 15% de ella manifiesta que la calidad del mismo es muy regular, mientras que el 8% asegura que es de mala y el resto con un 77% no responden a la pregunta (figura 33)

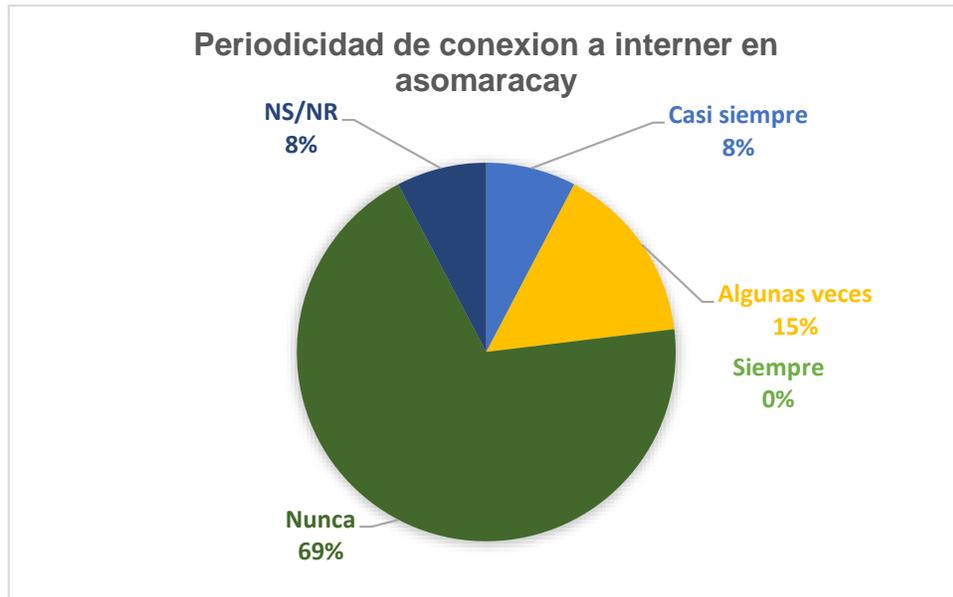


Figura 32. Información sobre periodicidad de la conexión a internet en los miembros de la asociación “ASOMARACAY”. fuente. (Elaboración propia)

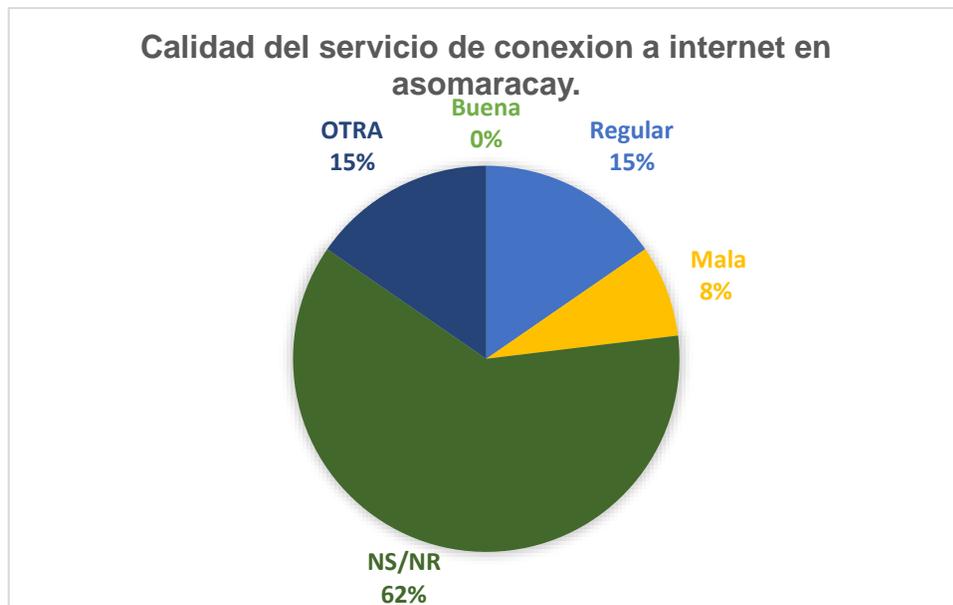


Figura 33. Información sobre Calidad de la conexión a internet en los miembros de la asociación “ASOMARACAY” que accede a este servicio. fuente (Elaboración propia)



3.1.2. Análisis de resultados de la encuesta.

Los datos arrojados por la encuesta permite concluir que las practicas piscícolas en la asociación “ASOMARACAY”, están enfatizadas únicamente en la cría engorde, y distribución de tilapia roja mas no, en el estudio y monitoreo de la calidad del agua, por lo tanto surge la propuesta de crear un sistema que permita mantener un registro constante de variables importantes asociadas a este campo de estudio, de las cuales a partir de un análisis se determinó que ellas son: las turbidez, oxigenación disuelta, temperatura y PH, valiéndose de la implementación de un conjunto de componentes para hacer tecnologías conocer de primera mano, cuando existe una alteración en las variables y de esta manera tomar acciones correctivas, generando una alertas tempranas ante una eventualidad. Ya que estas influye de manera directa en el desarrollo del pescado.

Otro apartado a tener en cuenta son los dispositivos móviles de los miembros de la asociación, en base a ello y a la calidad del servicio de conectividad a redes de comunicación se determina la tecnología comunicacional para el prototipo, los datos recolectados permiten afirmar que la gama telefónica mayormente utilizada son los de gama baja y media con un porcentaje del 61% , es por ello que se determina utilizar para la comunicación hombre maquina el protocolo GSM, siendo consecuente con la tecnología de los dispositivos móviles de los miembros, aunque la conectividad a redes de datos presenta buena característica en tecnologías de cuarta generación, se limita el proceso de comunicación por la gama y el acceso muy limitado a servicios de internet banda ancha.

Otro criterio a tener en cuenta es que el sistema debe estar ubicado en la superficie soportando las diferentes condiciones ambientales que se presente durante el periodo de estudio.



SC-CER96940

3.2. DISEÑO DEL SISTEMA

3.2.1. Comunicación serial arduino con su entorno de desarrollo

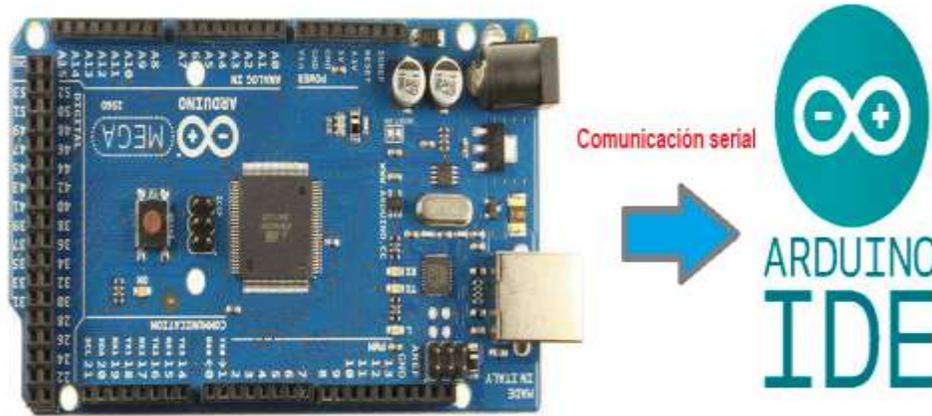


Figura 34. Secuencia de adquisición y monitoreo de variables con el IDE de arduino (24)

3.2.2. Código de arduino

El siguiente diagrama de flujo, son los bloques lógicos que conforman el sistema, empieza con el proceso de definición de variables, lectura de pines analógicos, fórmulas de obtención de parámetros, luego el proceso de visualización y guardado de las variables, para el envío de mensajes se definen unas horas en específico para dar la información al personal encargado y el proceso se repite cíclicamente, en la Figura 35. Diagrama de flujo lógico del sistema de monitoreo y seguimiento de variables asociada en la calidad del agua para el cultivo de peces. Se observa el diagrama lógico del sistema a implementar.

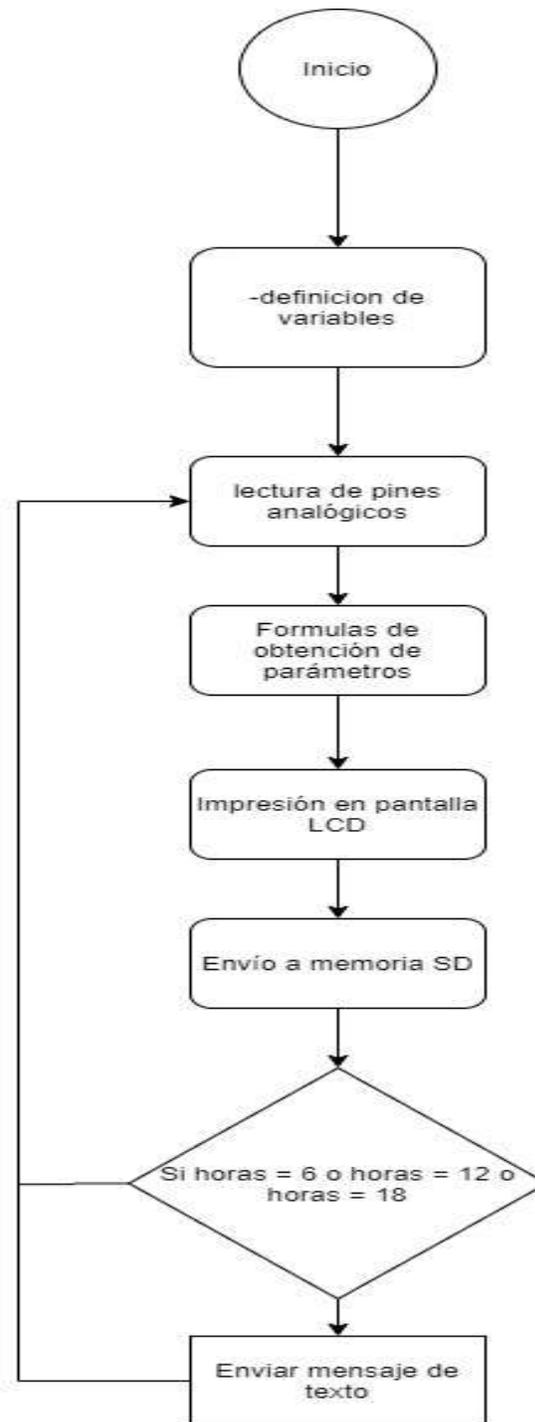


Figura 35. Diagrama de flujo lógico del sistema de monitoreo y seguimiento de variables asociada en la calidad del agua para el cultivo de peces

3.2.3. Diseño y construcción

En la tabla 10, se puede visualizar el los materiales y componentes utilizados para el diseño e implementación del sistema de monitoreo de variables para los reservorios piscícola, en donde se diseñó la estructura donde va encapsulado la distribución sensorica y de circuitería, teniendo presente las dimensiones de todos ellos como se registra en la tabla 11.

Tabla 10. Lista de materiales y componentes

CANTIDAD	COMPONENTE O MATERIAL	PRECIO
1	Estructura del sistema	\$128.000
1	Arduino mega	\$45.000
1	Sensor de PH	\$96.280
1	Sensor de turbidez	\$60.000
1	NTC	\$8000
1	Módulo GSM 8000I	\$22.000
1	Modulo SD	\$6.000
1	Memoria SD 8 GB	\$18.000
1	Modulo reloj	\$14.000
x	Circuitería externa	\$67.000
1	LCD 16 x 2	\$18.000
1	Sincard	\$5000
	TOTAL	\$489.280

Tabla 11. Dimensiones del prototipo del sistema de medición y seguimiento de variables involucradas en el cultivo de peces.

DIMENSIONES DEL ANCAPSULADO HERMÉTICO	
Altura (cm)	10
Ancho (cm)	18
Profundidad (cm)	13
DIMENSIONES DEL SISTEMA FLOTANTE	
Altura (cm)	120
Ancho (cm)	43

A continuación en la figura 34, se puede visualizar el diseño de la estructura hermética donde se encapsularán los componentes del sistema de seguimiento y visualización de variables que influyen en la calidad del agua para el cultivo de peces, en el mismo orden de idea, en la figura 36 y 37, se puede visualizar la estructura de manera física y flotante del sistema respectivamente.

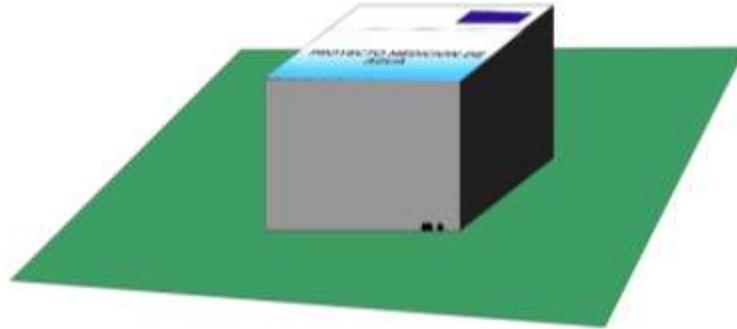


Figura 36. Diseño de la parte hermética del sistema en sketchup (Elaboración propia)



Figura 37. Estructura final de la parte hermética del sistema de seguimiento de la calidad del agua asociadas en el cultivo de peces. (Elaboración propia)



Figura 38. Estructura del sistema de flotación (Elaboración propia)

3.2.4. Materiales de construcción

3.2.4.1. Materiales del sistema hermético

Las características físicas de los materiales permiten seleccionar diversas opciones de aplicabilidad teniendo en cuenta los fenómenos físicos a los que son sometidos, para este caso particular es necesario aislar la etapa funcional del medio ya que este presenta una muy alta probabilidad de tener contacto con el agua, por ende se utiliza un material de acrílico impermeabilizado con silicona industrial.



Figura 39. Caja hermética hecha a base de acrílico (elaboración propia)

3.2.4.2. *Diseño de construcción del sistema flotante*

Teniendo en cuenta lo planteado el principio de Arquímedes para el comportamiento que deben tener los materiales que deben flotar, se seleccionó una espuma donde estará fijado el sistema hermético acompañado de una estructura realizada en tubería PVC, para brindar mayor soporte y estabilidad al sistema hermético, la selección de este material es debido a que el entorno cerrado donde crían los peces es echo en base al mismo y brinda buenas características flotante, otro criterio a tener en cuenta son las afectaciones biológicas de la fauna presente en el medio acuícola ya que esta puede generar afectaciones u alteraciones en las mediciones del sistema, de acuerdo lo dicho anteriormente se procede a aislar el conjunto de sensores con un tipo de material que no afecta las mediciones y un conjunto de señalizaciones que ahuyentan la fauna presente.



Figura 40. Sistema de flotación con tubería PVC y espuma, donde se ensambla la etapa funcional del sistema. (Elaboración propia)

3.3. RESULTADO DEL PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN

En la figura 41 y figura 42, se pueden observar los resultados del proceso de implementación del actual proyecto, en donde se encapsula todo el conjunto de módulos y sensores que validan el funcionamiento del sistema, además del mecanismo flotante para recolectar variables desde diferentes ubicaciones dentro del afluyente hídrico.



*Figura 41. Encapsulamiento de las etapa funcional del sistema de monitoreo y seguimiento de variables para la calidad del agua en cultivos de peces.
(Elaboración propia)*



Figura 42. Encapsulamiento de la etapa funcional y mecanismo flotante del sistema de monitoreo y seguimiento de variables para la calidad del agua en cultivos de peces. (Elaboración propia)

3.4. RESULTADOS DE CALIBRACIÓN, REGISTRO DE VARIABLE Y ENVIO DE INFORMACION AL TELEFONO MOVIL.

En la figura 43 se observa el proceso de calibración del sensor de PH caracterizando las condiciones, en aras de tener el mayor porcentaje de precisión en la medición, en la figura 44, se puede visualizar el registro de variables en los ensayos realizados y en la figura 45, la recepción de la información a través del mensaje de texto.



Figura 43. Calibración del sensor de PH. (Elaboración propia)

0/0/2000	0:0:0	Temperatura=	27.79	Turbidez =	2845.63	Ph=	6.57
0/0/2000	0:0:0	Temperatura=	27.79	Turbidez =	2845.63	Ph=	6.58
0/0/2000	0:0:0	Temperatura=	27.79	Turbidez =	2845.63	Ph=	6.58
0/0/2000	0:0:0	Temperatura=	27.79	Turbidez =	2845.63	Ph=	6.57
0/0/2000	0:0:0	Temperatura=	27.49	Turbidez =	2845.63	Ph=	6.58
0/0/2000	0:0:0	Temperatura=	27.79	Turbidez =	2845.63	Ph=	6.55
0/0/2000	0:0:0	Temperatura=	27.79	Turbidez =	2845.63	Ph=	6.57
0/0/2000	0:0:0	Temperatura=	27.79	Turbidez =	2845.63	Ph=	6.56
0/0/2000	0:0:0	Temperatura=	27.79	Turbidez =	2845.63	Ph=	6.57
0/0/2000	0:0:0	Temperatura=	27.49	Turbidez =	2845.63	Ph=	6.56
0/0/2000	0:0:0	Temperatura=	27.49	Turbidez =	2845.63	Ph=	6.58
0/0/2000	0:0:0	Temperatura=	27.49	Turbidez =	2845.63	Ph=	6.57
0/0/2000	0:0:0	Temperatura=	27.49	Turbidez =	2845.63	Ph=	6.58
0/0/2000	0:0:0	Temperatura=	27.49	Turbidez =	2845.63	Ph=	6.57
0/0/2000	0:0:0	Temperatura=	27.49	Turbidez =	2845.63	Ph=	6.58
0/0/2000	0:0:0	Temperatura=	27.49	Turbidez =	2845.63	Ph=	6.56
0/0/2000	0:0:0	Temperatura=	27.49	Turbidez =	2845.63	Ph=	6.57
0/0/2000	0:0:0	Temperatura=	27.49	Turbidez =	2845.63	Ph=	6.57
0/0/2000	0:0:0	Temperatura=	27.49	Turbidez =	2845.63	Ph=	6.56
0/0/2000	0:0:0	Temperatura=	27.49	Turbidez =	2857.76	Ph=	6.60
0/0/2000	0:0:0	Temperatura=	27.79	Turbidez =	2841.48	Ph=	6.59
0/0/2000	0:0:0	Temperatura=	27.49	Turbidez =	2845.63	Ph=	6.61
0/0/2000	0:0:0	Temperatura=	27.79	Turbidez =	2841.48	Ph=	6.61

Figura 44. Registro de datos de temperatura, turbidez y pH. (Elaboración propia)



Figura 45. Recepción del mensaje de texto a través de módulo GSM.
(Elaboración propia)

3.5. RESULTADOS DE LA VALIDACION DEL SISTEMA.

En la figura 44, se puede visualizar la realización de actividades de campo evaluando en diferentes puntos las mediciones del sistema y el registro de variables para un periodo de tiempo determinado para diferentes horarios; en la figura 45 se observa la recepción de información mediante mensaje de texto del estado actual del valor de las variables y en la figura 46 muestra los datos almacenados en tiempo discriminados por hora y fecha.



Figura 46. Actividades de campo para la medición y captura de información en los reservorios piscícolas de ASOMARACAY. (Elaboración propia)

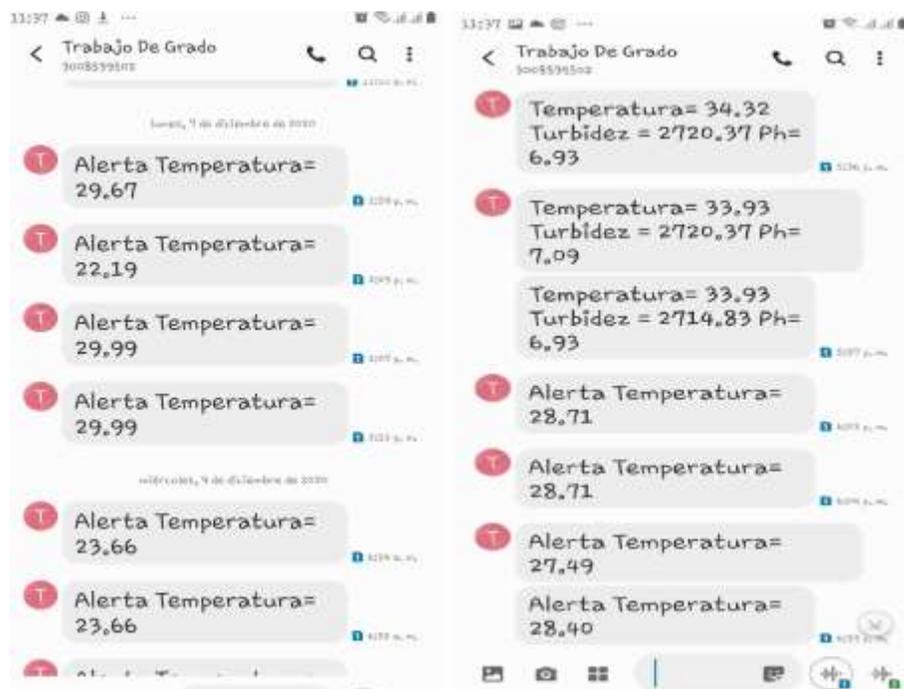


Figura 47. Recepción de los mensajes de texto generando la información y alerta en la validación del sistema. (Elaboración propia)

9/12/2020	14:14:56	Temperatura=	32.06	Turbidez =	1138.26	Ph=	7.10
9/12/2020	14:14:57	Temperatura=	32.06	Turbidez =	951.06	Ph=	7.38
9/12/2020	14:14:58	Temperatura=	32.06	Turbidez =	930.53	Ph=	7.46
9/12/2020	14:15:0	Temperatura=	32.06	Turbidez =	1054.53	Ph=	7.51
9/12/2020	14:15:1	Temperatura=	32.06	Turbidez =	1265.46	Ph=	7.29
9/12/2020	14:15:2	Temperatura=	32.06	Turbidez =	1159.33	Ph=	7.05
9/12/2020	14:15:4	Temperatura=	32.06	Turbidez =	951.06	Ph=	8.77
9/12/2020	14:15:5	Temperatura=	32.06	Turbidez =	1265.46	Ph=	7.16
9/12/2020	14:15:6	Temperatura=	32.06	Turbidez =	910.05	Ph=	7.98
9/12/2020	14:15:7	Temperatura=	32.06	Turbidez =	930.53	Ph=	7.33
9/12/2020	14:15:9	Temperatura=	32.06	Turbidez =	951.06	Ph=	7.39
9/12/2020	14:15:10	Temperatura=	32.06	Turbidez =	930.53	Ph=	7.23
9/12/2020	14:15:11	Temperatura=	32.06	Turbidez =	1138.26	Ph=	7.92
9/12/2020	14:15:13	Temperatura=	32.06	Turbidez =	1222.85	Ph=	7.66
9/12/2020	14:15:14	Temperatura=	32.06	Turbidez =	992.29	Ph=	7.61
9/12/2020	14:15:15	Temperatura=	32.06	Turbidez =	910.05	Ph=	7.72
9/12/2020	14:15:17	Temperatura=	32.06	Turbidez =	1159.33	Ph=	7.96
9/12/2020	14:15:18	Temperatura=	32.06	Turbidez =	1075.38	Ph=	7.68
9/12/2020	14:15:19	Temperatura=	32.06	Turbidez =	1265.46	Ph=	7.00
9/12/2020	14:15:20	Temperatura=	32.06	Turbidez =	1138.26	Ph=	7.83
9/12/2020	14:15:22	Temperatura=	32.06	Turbidez =	1159.33	Ph=	7.83
9/12/2020	14:15:23	Temperatura=	32.06	Turbidez =	1180.45	Ph=	7.92
9/12/2020	14:15:24	Temperatura=	32.06	Turbidez =	869.25	Ph=	8.52
9/12/2020	14:15:26	Temperatura=	32.06	Turbidez =	1117.25	Ph=	8.72
9/12/2020	14:15:27	Temperatura=	32.06	Turbidez =	1117.25	Ph=	8.77
9/12/2020	14:15:28	Temperatura=	32.06	Turbidez =	1117.25	Ph=	7.52
9/12/2020	14:15:29	Temperatura=	32.06	Turbidez =	1117.25	Ph=	7.58
9/12/2020	14:15:31	Temperatura=	32.06	Turbidez =	1054.53	Ph=	7.83
9/12/2020	14:15:32	Temperatura=	32.06	Turbidez =	1117.25	Ph=	7.05
9/12/2020	14:15:33	Temperatura=	32.06	Turbidez =	1096.29	Ph=	7.17
9/12/2020	14:15:35	Temperatura=	32.06	Turbidez =	1075.38	Ph=	7.94
9/12/2020	14:15:36	Temperatura=	32.06	Turbidez =	1075.38	Ph=	7.85
9/12/2020	14:15:37	Temperatura=	32.06	Turbidez =	1075.38	Ph=	7.69
9/12/2020	14:15:39	Temperatura=	32.06	Turbidez =	1054.53	Ph=	7.59
9/12/2020	14:15:40	Temperatura=	32.06	Turbidez =	1054.53	Ph=	7.58
9/12/2020	14:15:41	Temperatura=	32.06	Turbidez =	1075.38	Ph=	7.57

Figura 48. Variables almacenadas de la calidad del agua en el proceso de validación del sistema (Elaboración Propia)

3.6. RESULTADO DEL COMPORTAMIENTO DEL OXÍGENO DISUELTO EN DIFERENTES PERIODOS.

El oxígeno disuelto es una variable que depende de las condiciones ambientales presentes en el medio donde se realiza el estudio, es de entender que esta medida se ve afectada por fenómenos como: sombra, incidencia solar, lluvias, vientos, profundidad de la fuente hídrica, etc. por ende se tomaron multiplex medidas durante 4 días consecutivo sacando un promedio de ellas y se evaluó el comportamiento en diferentes periodos de tiempo, mostrando en las figuras siguientes:

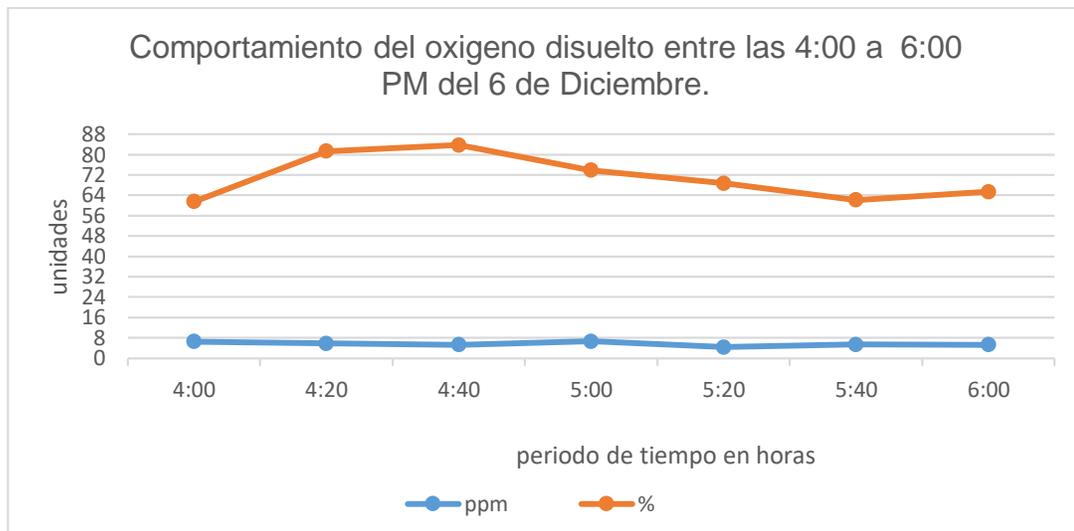


Figura 49. Comportamiento de las variables oxígeno disuelto y porcentaje de saturación entre las 4 PM y 6 PM. (Elaboración propia)

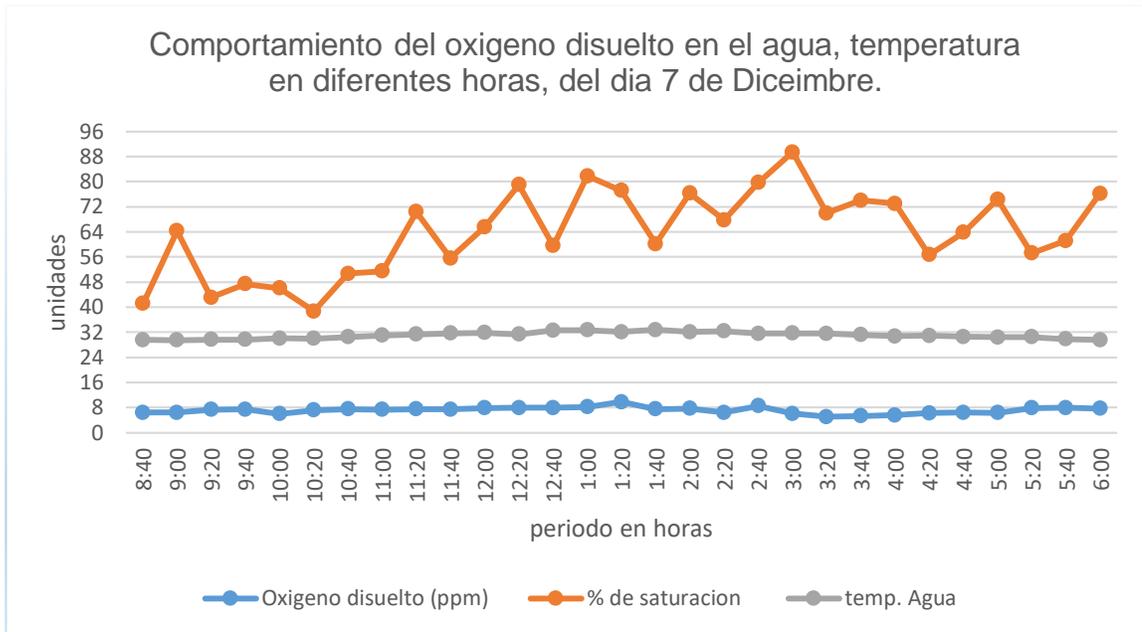


Figura 50. Comportamiento de las variables oxígeno disuelto, porcentaje de saturación en relación con la temperatura del agua entre las 8:40 am y 6:00 PM. (Elaboración propia)

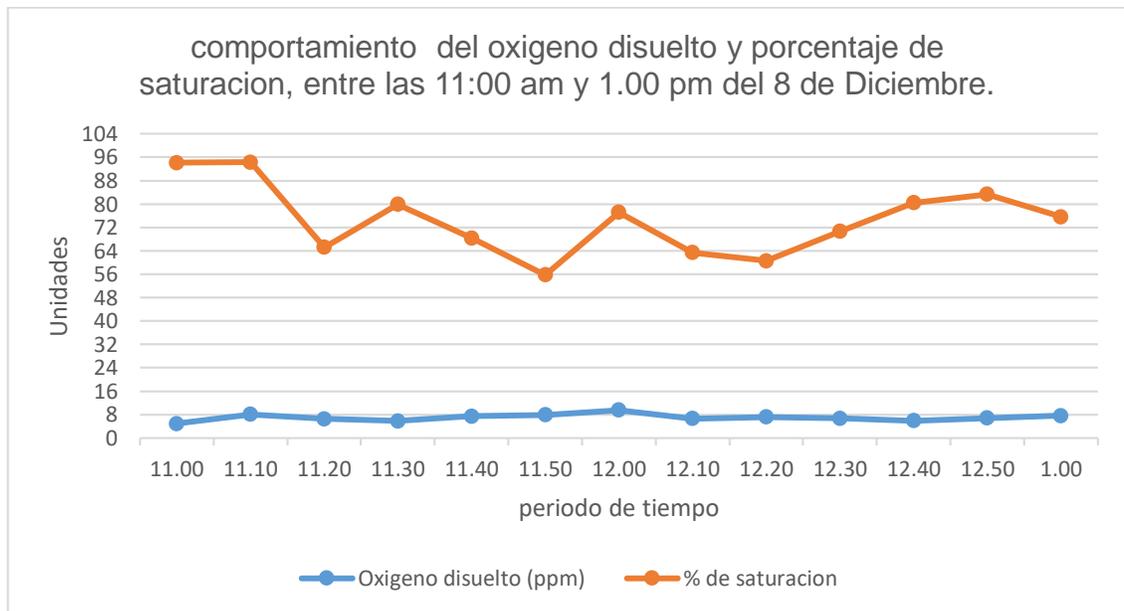


Figura 51. Comportamiento de las variables oxígeno disuelto y porcentaje de saturación entre las 11:00AM y 1:00 PM. (Elaboración propia)

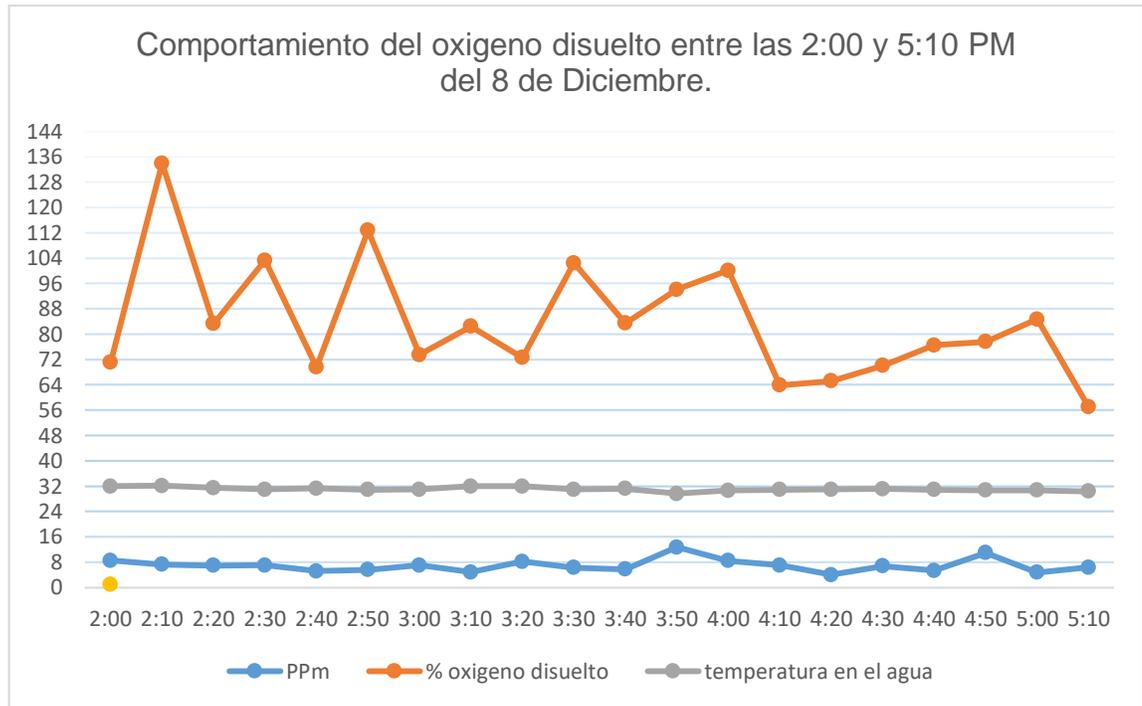


Figura 52. Comportamiento de las variables oxígeno disuelto, porcentaje de saturación en relación con la temperatura entre las 2 PM y 5:10PM. (Elaboración propia)

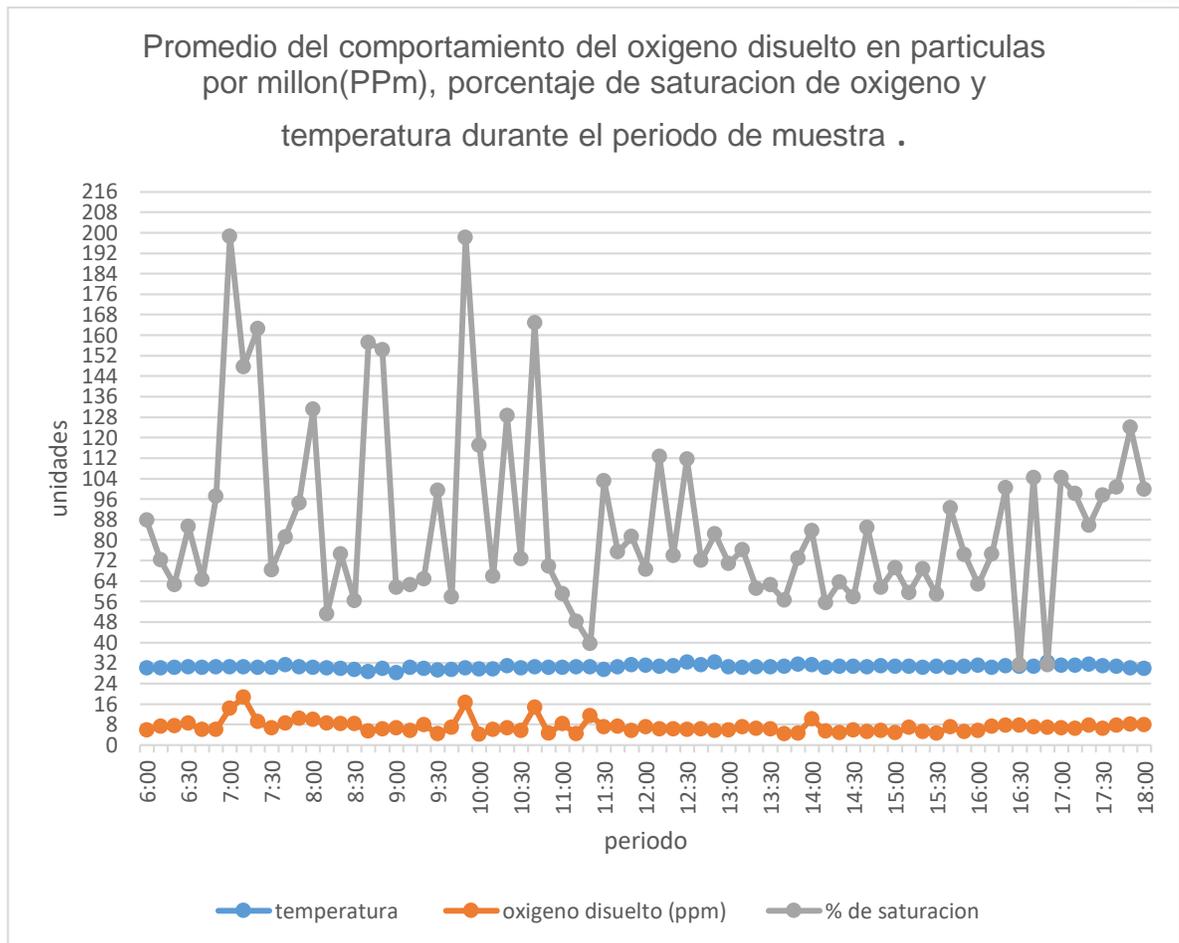


Figura 53. Promedio de los valores obtenidos de oxígeno, porcentaje de saturación de oxígeno y temperatura en el agua durante el periodo de toma de muestra en los reservorios piscícolas de ASOMARACAY. (Elaboración propia)



CONCLUSIONES

Utilizando técnicas estadísticas se logró recopilar la información importante que conlleva a determinar los mecanismos de producción piscícolas en la asociación ASOMARACAY, características de conectividad a redes de información y tecnología de los teléfonos móviles, arrojando resultados importantes que se tuvieron en cuenta en el desarrollo del actual proyecto, adecuándolo a las necesidades encontradas en el entorno.

Se logró desarrollar el sistema de monitoreo que contiene un conjunto de subsistemas que captan la información, como el valor del potencial hídrico, temperatura, grados de suciedad en los reservorios piscícolas de la asociación ASOMARACAY, permitiendo que esos datos sean almacenados en una memoria y visualizados en una pantalla, para posteriormente informar mediante comunicación remota a los usuarios asociados producción piscícola.

La implementación del sistema de registro y monitoreo de variables críticas en los reservorios piscícolas de Morroa incidió positivamente en el proceso de caracterización de la calidad del agua al haber registrado datos precisos, generando la información y alerta pertinente en los diferentes escenarios donde se realizó la medición, para un periodo de 4 días.

El impacto generado por el sistema implementado en los miembros de la comunidad y asociaciones del municipio de Morroa, generó grandes expectativas ya que vieron de primera mano cómo mediante la tecnología de monitoreo, se puede tener un registro en tiempo real de las variables críticas que inciden en la calidad del agua.



SC-CER96940



Se propuso un sistema de control teniendo en cuenta la variable más importante asociada a la calidad del agua para mantener la ecología acuática y de esta manera garantizar un ambiente apto para la piscicultura, identificando cada componente y materiales requeridos para su implementación.



SC-CER96940

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Mass Rosso, M. M., & Caro Madera, L. M. (2020). *Producción piscícola en la Subregión San Jorge, departamento de Córdoba, año 2018* (Doctoral dissertation, Facultad de Ciencias Agrícolas).
- (2) L. A. Plazas Pemberthy y N. E. Paz Ruiz, «Diseño e implementación de un sistema de monitoreo de parámetros de calidad de agua en cultivo de tilapia en una granja piscícola del departamento del Cauca», *Publ. investig.*, vol. 13, n.º 2, pp. 11 - 22, jul. 2019.
- (3) JURADO, ING MARCO; GRACIELA, SANTOS BENAVIDES PAOLA. *Red inalámbrica de sensores para el monitoreo de la calidad del agua en la crianza de peces*. 2019.
- (4) PEMBERTHY, Luz Adriana Plazas; RUIZ, Nelson Emilio Paz. *Diseño e implementación de un sistema de monitoreo de parámetros de calidad de agua en cultivo de tilapia en una granja piscícola del departamento del Cauca*. *Publicaciones e Investigación*, 2019, vol. 13, no 2, p. 11-22.
- (5) MANTILLA SÁNCHEZ, Jeisson David, et al. *Estudio de Pre-Factibilidad para el Diseño de un Dispositivo de Monitoreo de las Variables de Acidez (PH) y Temperatura en la Producción de Tilapia*
- (6) Perez Bado, M. A. y Contreras Aristizabal, P. D. (2019) *Diseño e implementación de un sistema automatizado de oxigenación del agua para el criadero acuícola valle del mar ubicado en Santa Marta (tesis de pregrado)*. Universidad Cooperativa de Colombia, Santa Marta. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12494/16514>
- (7) Enciso, L., Romero, N., & Zelaya-Policarpo, E. *Diseño e Implementación de un Sistema de bajo costo para Control de Seguridad y Ubicación de vehículos* Design and Implementation of a Low Cost System for Vehicle Safety and Location Control.
- (8) MERINO, M.; SALAZAR, G.; GÓMEZ, D. *Guía práctica de piscicultura en Colombia*. Bogotá, Colombia, 2006.
- (9) LA, C. A., LA, A. Y., & TODOS, N. P. (2016). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos*. FAO, Roma.
- (10) CNA-MADR. "Cadena Nacional de Acuicultura- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural". Dirección de Cadenas Pecuarias, Pesqueras y Acuícolas, Cadena de la Acuicultura; 2019
- (11) Boyd, C. E. (2018). *Aquaculture pond fertilization*. *CAB Reviews*, 13(002), 1-12.
- (12) Cline, D. (2012). *Water quality in aquaculture*. Alabama Cooperative Extension System, Auburn University, USA.
- (13) Sigler, A., & Bauder, J. (2017). *Alcalinidad, pH, y sólidos disueltos totales*. Obtenido de Well Educated Educación en el Agua de Pozo: <http://region8water.colostate>.



edu/PDFs/we_espanol/Alkalinity_pH_TDS, 20, 2012-11.

- (14) Michael Mouly, *The GSM System for Mobile Communications / Bay Foreign Language*
- (15) Naranjo, D. B., Buenaño, D. C., & Mejía, I. T. (2016). Evolución de la tecnología móvil. Camino a 5G. *Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales*.
- (16) Giraldo, Y. B., Giraldo, C. F. S., & Lozano, J. F. M. (2013). *Implementación, control y monitoreo de un sistema de Seguridad vehicular por redes GSM/GPRS* (Doctoral dissertation, Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnologías. Ingeniería en Mecatrónica).
- (17) Ferrer, G. T., de la Cruz Gámez, E., Gómez, M. J. C., & Mata, M. F. J. G. UN MODELO EDUCATIVO VIRTUAL PARA SIMULAR ENTORNOS DE RED MÓVIL.
- (18) Arduino:[<https://www.arduino.cc/>]. productos arduino[consultado 18 de noviembre 2020]. disponible en <https://www.arduino.cc/en/Main/Products>
- (19) Valvano, J. (2010). *Introducción a los sistemas de Microcomputadora: EMBEBIDOS*. Bogota-Colombia : Performance-centered adaptive curriculum for employment needs.
- (20) *fiscalab*. [://www.fiscalab.com]. Principio de Arquímedes .[consultado el 24 de noviembre de 2020] disponible en <https://www.fiscalab.com/apartado/principio-de-arquimedes>
- (21) *economipedia*: [economipedia.com] estadística [Consultado el 23 de noviembre 2020]. disponible en : <https://economipedia.com/definiciones/estadistica.html>
- (22) *PSIMA*:[www.psyma.com]: ¿Cómo determinar el tamaño de una muestra? [Consultado el 23 de noviembre 2020] disponible en : <https://www.psyma.com/company/news/message/como-determinar-el-tamano-de-una-muestra>
- (23) *portal educativo* /www.portaleducativo.net]. Gráficos estadísticos Consultado el 23 de noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.portaleducativo.net/primero-medio/50/graficos-estadisticos>
- (24) Cuno Coaquira, H. (2015). *Automatización y monitoreo de una planta para pasteurización de leche*
- (25) *Electronilab*: [https://electronilab.co/]. Sensor de ph [Consultado el 21 de noviembre de 2020] disponible en <https://scidle.com/es/como-usar-un-sensor-de-ph-con-arduino/>
- (26) *I+D electrónica*: [www.didacticaselectronicas.com/] sensor de turbidez, [Consultado el 21 de noviembre de 2020] disponible en <https://www.didacticaselectronicas.com/index.php/sensores/ambientales/sensor-de-turbidez-calidad-de-agua-sensores-de-turbidez-agua-turbiedad-calidad-de-agua-dfrobot-detail>
- (27) manual de operación del dispositivo de medición. EcoSense DO200A



SC-CER96940





- (28) Naylampmechatronics:[naylampmechatronics.com] Tutorial Arduino y memoria SD y micro SD. [Consultado el 21 de noviembre de 2020] disponible en https://naylampmechatronics.com/blog/38_Tutorial-Arduino-y-memoria-SD-y-micro-SD-.html
- (29) ENEKA[www.eneka.com.uy] Módulo GSM/GPRS SIM800L[Consultado el 23 de noviembre 2020].disponible en: <http://www.eneka.com.uy/robotica/modulos-comunicacion/m%C3%B3dulo-gsm-gprs-sim900-7477-detail.html>
- (30) Naylampmechatronics:[naylampmechatronics.com] Tutorial Arduino y memoria SD y micro SD. [Consultado el 21 de noviembre de 2020] disponible en https://naylampmechatronics.com/blog/38_Tutorial-Arduino-y-memoria-SD-y-micro-SD-.html
- (31) waterboards[www.waterboards.ca.gov]folleto informativo oxígeno disuelto [consultado el 12 de diciembre de 2020] disponible en : https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3110sp.pdf
- (32) Ogata, K. (2010). INGENIERIA MODERNA DE CONTROL. MADRID: PEARSON EDUCACIÓN.
- (33) Cantarero, T. A. (2013). Diseño del Controlador PID. sevilla: Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática.
- (34) cortolima[www.cortolima.gov.co] Factores Físico Químicos y Bacteriológicos de los Ecosistemas Acuáticos [consultado el 12 de diciembre de 2020]. Disponible en: https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/pom_totare/diagnostico/l_211calidad_de_aguas.p
- (35) Villanueva Reyes, M. A., & Rojas Rojas, A. P. (2017). *Calidad del agua mediante la caracterización física, química y microbiológica de la quebrada espinal-tolima* (Doctoral dissertation).
- (36) COLLAZOS-LASSO, Luis F.; ARIAS-CASTELLANOS, José A. Fundamentos de la tecnología biofloc (BFT). Una alternativa para la piscicultura en Colombia. Una revisión. *Orinoquia*, 2015, vol. 19, no 1, p. 77-86.



SC-CER96940

ANEXOS

Anexo 1. Pregunta de la encuesta aplicada



ENCUESTA PARA CONOCER EL PROCESO DE REGISTRO DE VARIABLES FÍSICO QUÍMICAS QUE INFLUYEN EN EL CULTIVO DE TILAPIA ROJA Y EL ACCESO A LAS TIC'S EN LOS MIEMBROS DE LA ASOCIACIÓN DE EXPLOTACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE PISCICULTURA "MARACAY"(A SOMARAY).



Por: Mario Carrascal Carrascal

<p>1. ¿Cuál es la mayor dificultad que se les presenta en el cultivo de la tilapia roja?</p> <ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> Seguimiento a las condiciones ambientales del agua.<input type="radio"/> Registro de variables asociadas en el cultivo de peces<input type="radio"/> Comercialización<input type="radio"/> todas las anteriores <p>2. ¿Maneja un registro de pH, temperatura, turbidez u oxigenación en el reservorio donde se está desarrollando el cultivo de tilapia roja?</p> <ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> Si<input type="radio"/> No<input type="radio"/> alguna ¿Cuál? _____ <p>3. Con que frecuencia suelen medir el PH en el agua donde se está llevando a cabo el cultivo de tilapia roja</p> <ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> Cada semana<input type="radio"/> Cada mes<input type="radio"/> Dos veces en el mes<input type="radio"/> Mayor a un mes<input type="radio"/> Menor a una semana<input type="radio"/> nunca <p>4. ¿Con que frecuencia suele medir la temperatura del agua donde se está llevando a cabo el cultivo de tilapia roja?</p> <ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> Cada día<input type="radio"/> Cada tres días<input type="radio"/> Una vez por semana<input type="radio"/> Cada mes<input type="radio"/> Menor a un mes<input type="radio"/> Mayor a un mes<input type="radio"/> Nunca <p>5. ¿Tienen pensado a futuro incluir un tipo de tecnología para el proceso de monitoreo de condiciones ambientales en el reservorio donde se desarrolla el cultivo de tilapia roja?</p> <ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> Sí<input type="radio"/> No <p>6. Cuenta usted con un dispositivo móvil (celular)</p> <ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> Si<input type="radio"/> No	<p>7. ¿Qué gama es el dispositivo móvil (celular), con que usted cuenta?</p> <ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> Gama baja<input type="radio"/> Gama media<input type="radio"/> Gama alta <p>8. ¿Cuenta con un dispositivo inteligente como, computador o Tablet?</p> <ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> Sí<input type="radio"/> No<input type="radio"/> Cual _____ <p>9. La calidad de la señal telefónica es:</p> <ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> Buena<input type="radio"/> Regular<input type="radio"/> Mala <p>10. ¿Cuenta con conexión a internet?</p> <ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> Siempre<input type="radio"/> Algunas veces<input type="radio"/> Nunca <p>11. ¿Con que periodicidad tiene acceso a internet?</p> <ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> Siempre<input type="radio"/> Casi siempre<input type="radio"/> Algunas veces<input type="radio"/> Nunca <p>12. ¿La calidad del internet es?</p> <ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> Buena<input type="radio"/> Regular<input type="radio"/> Mala <p>13. ¿Está dispuesto a adquirir un computador o dispositivo inteligente para servicios de la asociación?</p> <ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> Si<input type="radio"/> No <p>14. ¿Conoce cuando se muestra una alteración en las condiciones ambientales del reservorio?</p> <ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> Si, ¿cuándo? _____<input type="radio"/> No
--	---

Anexo 2. socialización del proyecto y aplicación de la encuesta



Anexo 3. sistema de jaula para cra de peces en la asociacion asomaracay



Anexo 4. Variables almacenadas de la validación del sistema

9/12/2020 13:53:50	Temperatura= 31.01	Turbidez = 1138.26	Ph= 8.02	9/12/2020 14:14:55	Temperatura= 32.06	Turbidez = 1075.38	Ph= 2.01
9/12/2020 13:53:51	Temperatura= 31.01	Turbidez = 1201.62	Ph= 7.88	9/12/2020 14:14:56	Temperatura= 32.06	Turbidez = 1138.26	Ph= 2.10
9/12/2020 13:53:53	Temperatura= 30.66	Turbidez = 1054.53	Ph= 7.64	9/12/2020 14:14:57	Temperatura= 32.06	Turbidez = 951.06	Ph= 2.38
9/12/2020 13:53:54	Temperatura= 30.66	Turbidez = 1033.73	Ph= 7.66	9/12/2020 14:14:58	Temperatura= 32.06	Turbidez = 930.53	Ph= 2.46
9/12/2020 13:53:55	Temperatura= 30.33	Turbidez = 1075.38	Ph= 7.39	9/12/2020 14:15:0	Temperatura= 32.06	Turbidez = 1054.53	Ph= 2.51
9/12/2020 13:53:56	Temperatura= 29.99	Turbidez = 930.53	Ph= 7.23	9/12/2020 14:15:1	Temperatura= 32.06	Turbidez = 1285.46	Ph= 2.29
9/12/2020 13:53:58	Temperatura= 29.67	Turbidez = 2062.40	Ph= 7.38	9/12/2020 14:15:2	Temperatura= 32.06	Turbidez = 1159.33	Ph= 2.05
9/12/2020 13:53:59	Temperatura= 29.67	Turbidez = 768.19	Ph= 7.01	9/12/2020 14:15:4	Temperatura= 32.06	Turbidez = 951.06	Ph= 8.77
9/12/2020 13:54:0	Temperatura= 29.34	Turbidez = 889.63	Ph= 7.09	9/12/2020 14:15:5	Temperatura= 32.06	Turbidez = 1265.46	Ph= 7.16
9/12/2020 13:54:2	Temperatura= 29.34	Turbidez = 2270.22	Ph= 7.12	9/12/2020 14:15:6	Temperatura= 32.06	Turbidez = 910.05	Ph= 7.98
9/12/2020 13:54:3	Temperatura= 29.03	Turbidez = 971.65	Ph= 7.02	9/12/2020 14:15:7	Temperatura= 32.06	Turbidez = 930.53	Ph= 7.33
9/12/2020 13:54:4	Temperatura= 29.03	Turbidez = 2380.88	Ph= 6.97	9/12/2020 14:15:9	Temperatura= 32.06	Turbidez = 951.06	Ph= 7.39
9/12/2020 13:54:6	Temperatura= 29.03	Turbidez = 2428.90	Ph= 6.96	9/12/2020 14:15:10	Temperatura= 32.06	Turbidez = 930.53	Ph= 7.23
9/12/2020 13:54:7	Temperatura= 28.71	Turbidez = 1054.53	Ph= 7.01	9/12/2020 14:15:11	Temperatura= 32.06	Turbidez = 1138.26	Ph= 7.92
9/12/2020 13:54:8	Temperatura= 28.71	Turbidez = 1054.53	Ph= 6.99	9/12/2020 14:15:13	Temperatura= 32.06	Turbidez = 1222.85	Ph= 7.66
9/12/2020 13:54:9	Temperatura= 28.40	Turbidez = 1075.38	Ph= 7.04	9/12/2020 14:15:14	Temperatura= 32.06	Turbidez = 992.29	Ph= 7.61
9/12/2020 13:54:11	Temperatura= 28.40	Turbidez = 2397.10	Ph= 6.97	9/12/2020 14:15:15	Temperatura= 32.06	Turbidez = 910.05	Ph= 7.72
9/12/2020 13:54:12	Temperatura= 28.40	Turbidez = 2397.10	Ph= 7.28	9/12/2020 14:15:17	Temperatura= 32.06	Turbidez = 1159.33	Ph= 7.96
9/12/2020 13:54:13	Temperatura= 28.40	Turbidez = 971.65	Ph= 7.36	9/12/2020 14:15:18	Temperatura= 32.06	Turbidez = 1075.38	Ph= 7.68
9/12/2020 13:54:15	Temperatura= 28.09	Turbidez = 930.53	Ph= 7.42	9/12/2020 14:15:19	Temperatura= 32.06	Turbidez = 1265.46	Ph= 7.00
9/12/2020 13:54:16	Temperatura= 28.09	Turbidez = 930.53	Ph= 7.46	9/12/2020 14:15:20	Temperatura= 32.06	Turbidez = 1138.26	Ph= 7.83
9/12/2020 13:54:17	Temperatura= 28.09	Turbidez = 992.29	Ph= 7.54	9/12/2020 14:15:22	Temperatura= 32.06	Turbidez = 1159.33	Ph= 7.83
9/12/2020 13:54:18	Temperatura= 28.09	Turbidez = 1075.38	Ph= 7.67	9/12/2020 14:15:23	Temperatura= 32.06	Turbidez = 1180.45	Ph= 7.92
9/12/2020 13:54:20	Temperatura= 27.79	Turbidez = 971.65	Ph= 7.80	9/12/2020 14:15:24	Temperatura= 32.06	Turbidez = 866.25	Ph= 8.52
9/12/2020 13:54:21	Temperatura= 27.79	Turbidez = 848.94	Ph= 7.84	9/12/2020 14:15:26	Temperatura= 32.06	Turbidez = 1117.25	Ph= 8.72
9/12/2020 13:54:22	Temperatura= 27.79	Turbidez = 788.30	Ph= 7.90	9/12/2020 14:15:27	Temperatura= 32.06	Turbidez = 1117.25	Ph= 8.77
9/12/2020 13:54:24	Temperatura= 27.79	Turbidez = 589.65	Ph= 7.95	9/12/2020 14:15:28	Temperatura= 32.06	Turbidez = 1117.25	Ph= 7.52
9/12/2020 13:54:25	Temperatura= 27.79	Turbidez = 1012.98	Ph= 8.03	9/12/2020 14:15:29	Temperatura= 32.06	Turbidez = 1117.25	Ph= 7.58
9/12/2020 13:54:26	Temperatura= 27.79	Turbidez = 2178.96	Ph= 8.04	9/12/2020 14:15:31	Temperatura= 32.06	Turbidez = 1054.53	Ph= 7.83
9/12/2020 13:54:27	Temperatura= 27.49	Turbidez = 808.46	Ph= 8.06	9/12/2020 14:15:32	Temperatura= 32.06	Turbidez = 1117.25	Ph= 7.05
9/12/2020 13:54:29	Temperatura= 27.49	Turbidez = 1054.53	Ph= 8.06	9/12/2020 14:15:33	Temperatura= 32.06	Turbidez = 1086.29	Ph= 7.17
9/12/2020 13:54:30	Temperatura= 27.49	Turbidez = 951.06	Ph= 8.04	9/12/2020 14:15:35	Temperatura= 32.06	Turbidez = 1075.38	Ph= 7.94
9/12/2020 13:54:31	Temperatura= 27.49	Turbidez = 1159.33	Ph= 8.06	9/12/2020 14:15:36	Temperatura= 32.06	Turbidez = 1075.38	Ph= 7.85
9/12/2020 13:54:33	Temperatura= 27.49	Turbidez = 930.53	Ph= 8.05	9/12/2020 14:15:37	Temperatura= 32.06	Turbidez = 1075.38	Ph= 7.69
9/12/2020 13:54:34	Temperatura= 27.49	Turbidez = 992.29	Ph= 8.04	9/12/2020 14:15:39	Temperatura= 32.06	Turbidez = 1054.53	Ph= 7.59
9/12/2020 13:54:35	Temperatura= 27.49	Turbidez = 992.29	Ph= 8.05	9/12/2020 14:15:40	Temperatura= 32.06	Turbidez = 1054.53	Ph= 7.58
9/12/2020 13:54:37	Temperatura= 27.20	Turbidez = 910.05	Ph= 8.04	9/12/2020 14:15:41	Temperatura= 32.06	Turbidez = 1075.38	Ph= 7.57
9/12/2020 13:54:38	Temperatura= 27.20	Turbidez = 930.53	Ph= 8.01	9/12/2020 14:15:42	Temperatura= 32.06	Turbidez = 1075.38	Ph= 7.83
9/12/2020 13:54:39	Temperatura= 27.20	Turbidez = 992.29	Ph= 8.01	9/12/2020 14:15:44	Temperatura= 32.06	Turbidez = 1075.38	Ph= 7.99
9/12/2020 13:54:40	Temperatura= 27.20	Turbidez = 930.53	Ph= 8.02	9/12/2020 14:15:45	Temperatura= 32.06	Turbidez = 1075.38	Ph= 7.14
9/12/2020 13:54:42	Temperatura= 27.20	Turbidez = 1012.98	Ph= 8.02	9/12/2020 14:15:46	Temperatura= 32.06	Turbidez = 930.53	Ph= 7.73
9/12/2020 13:54:43	Temperatura= 27.20	Turbidez = 1096.29	Ph= 8.02	9/12/2020 14:15:48	Temperatura= 32.06	Turbidez = 848.94	Ph= 7.03
9/12/2020 13:54:44	Temperatura= 27.20	Turbidez = 2380.88	Ph= 8.02	9/12/2020 14:15:49	Temperatura= 31.70	Turbidez = 511.69	Ph= 8.51
9/12/2020 13:54:46	Temperatura= 27.20	Turbidez = 1075.38	Ph= 7.99	9/12/2020 14:15:50	Temperatura= 31.70	Turbidez = 282.93	Ph= 8.68
9/12/2020 13:54:47	Temperatura= 27.20	Turbidez = 1033.73	Ph= 8.01	9/12/2020 14:15:51	Temperatura= 31.70	Turbidez = 264.22	Ph= 8.57
9/12/2020 13:54:48	Temperatura= 26.91	Turbidez = 1075.38	Ph= 7.95	9/12/2020 14:15:53	Temperatura= 31.35	Turbidez = 570.08	Ph= 8.31
9/12/2020 13:54:49	Temperatura= 26.91	Turbidez = 1054.53	Ph= 7.88	9/12/2020 14:15:54	Temperatura= 31.01	Turbidez = 208.39	Ph= 8.29
9/12/2020 13:54:51	Temperatura= 26.91	Turbidez = 1117.25	Ph= 7.99	9/12/2020 14:15:55	Temperatura= 30.66	Turbidez = 264.22	Ph= 8.06
9/12/2020 13:54:52	Temperatura= 26.91	Turbidez = 1159.33	Ph= 7.99	9/12/2020 14:15:57	Temperatura= 30.33	Turbidez = 208.39	Ph= 7.96
9/12/2020 13:54:53	Temperatura= 26.91	Turbidez = 2160.07	Ph= 7.55	9/12/2020 14:15:58	Temperatura= 29.99	Turbidez = 282.93	Ph= 7.95
9/12/2020 13:54:55	Temperatura= 26.91	Turbidez = 2178.96	Ph= 7.60	9/12/2020 14:15:59	Temperatura= 29.67	Turbidez = 473.03	Ph= 7.82
9/12/2020 13:54:56	Temperatura= 26.91	Turbidez = 1265.46	Ph= 7.62	9/12/2020 14:16:0	Temperatura= 29.34	Turbidez = 430.53	Ph= 7.71
9/12/2020 13:54:57	Temperatura= 26.91	Turbidez = 2313.85	Ph= 7.54	9/12/2020 14:16:2	Temperatura= 29.34	Turbidez = 320.53	Ph= 7.72
9/12/2020 13:54:58	Temperatura= 26.91	Turbidez = 1265.46	Ph= 7.81	9/12/2020 14:16:3	Temperatura= 29.03	Turbidez = 789.80	Ph= 7.77
9/12/2020 13:55:0	Temperatura= 26.91	Turbidez = 2178.96	Ph= 7.96	9/12/2020 14:16:4	Temperatura= 28.71	Turbidez = 531.10	Ph= 7.63
9/12/2020 13:55:1	Temperatura= 26.91	Turbidez = 2160.07	Ph= 7.90	9/12/2020 14:16:6	Temperatura= 28.71	Turbidez = 270.97	Ph= 7.94
9/12/2020 13:55:2	Temperatura= 26.91	Turbidez = 1117.25	Ph= 7.98	9/12/2020 14:16:7	Temperatura= 28.40	Turbidez = 282.93	Ph= 8.06
9/12/2020 13:55:4	Temperatura= 26.91	Turbidez = 1033.73	Ph= 8.01	9/12/2020 14:16:8	Temperatura= 28.40	Turbidez = 698.61	Ph= 8.09
9/12/2020 13:55:5	Temperatura= 26.91	Turbidez = 153.04	Ph= 8.02	9/12/2020 14:16:10	Temperatura= 28.09	Turbidez = 377.31	Ph= 8.03
9/12/2020 13:55:6	Temperatura= 26.91	Turbidez = 43.79	Ph= 8.03	9/12/2020 14:16:11	Temperatura= 28.09	Turbidez = 1310.78	Ph= 8.09
9/12/2020 13:55:8	Temperatura= 26.91	Turbidez = 453.78	Ph= 8.02	9/12/2020 14:16:12	Temperatura= 28.09	Turbidez = 453.78	Ph= 8.12
9/12/2020 13:55:9	Temperatura= 26.62	Turbidez = 1075.38	Ph= 8.04	9/12/2020 14:16:13	Temperatura= 28.09	Turbidez = 492.33	Ph= 8.36
9/12/2020 13:55:10	Temperatura= 26.62	Turbidez = 1054.53	Ph= 8.04	9/12/2020 14:16:15	Temperatura= 28.09	Turbidez = 531.10	Ph= 8.40
9/12/2020 13:55:11	Temperatura= 26.62	Turbidez = 1054.53	Ph= 8.01	9/12/2020 14:16:16	Temperatura= 27.79	Turbidez = 370.88	Ph= 8.50
9/12/2020 13:55:13	Temperatura= 26.62	Turbidez = 1117.25	Ph= 8.04	9/12/2020 14:16:17	Temperatura= 27.79	Turbidez = 608.28	Ph= 8.51
9/12/2020 13:55:14	Temperatura= 26.62	Turbidez = 1033.73	Ph= 8.04	9/12/2020 14:16:19	Temperatura= 27.79	Turbidez = 628.96	Ph= 8.45
9/12/2020 13:55:15	Temperatura= 26.62	Turbidez = 889.63	Ph= 8.05	9/12/2020 14:16:20	Temperatura= 27.79	Turbidez = 848.69	Ph= 8.44
9/12/2020 13:55:17	Temperatura= 26.62	Turbidez = 828.67	Ph= 8.01	9/12/2020 14:16:21	Temperatura= 27.79	Turbidez = 668.47	Ph= 8.45
9/12/2020 13:55:18	Temperatura= 26.62	Turbidez = 1138.26	Ph= 8.05	9/12/2020 14:16:22	Temperatura= 27.49	Turbidez = 708.20	Ph= 8.45
9/12/2020 13:55:19	Temperatura= 26.62	Turbidez = 1117.25	Ph= 8.05				
9/12/2020 13:55:20	Temperatura= 26.62	Turbidez = 1117.25	Ph= 8.05				
9/12/2020 13:55:22	Temperatura= 26.62	Turbidez = 1138.26	Ph= 8.06				
9/12/2020 13:55:23	Temperatura= 26.62	Turbidez = 1117.25	Ph= 8.06				
9/12/2020 13:55:24	Temperatura= 26.62	Turbidez = 1096.29	Ph= 8.06				
9/12/2020 13:55:26	Temperatura= 26.62	Turbidez = 1096.29	Ph= 8.08				
9/12/2020 13:55:27	Temperatura= 26.62	Turbidez = 1117.25	Ph= 8.09				
9/12/2020 13:55:28	Temperatura= 26.62	Turbidez = 1117.25	Ph= 8.09				
9/12/2020 13:55:30	Temperatura= 26.62	Turbidez = 1159.33	Ph= 8.09				
9/12/2020 13:55:31	Temperatura= 26.62	Turbidez = 1180.45	Ph= 8.12				
9/12/2020 13:55:32	Temperatura= 26.62	Turbidez = 1180.45	Ph= 8.06				
9/12/2020 13:55:33	Temperatura= 26.34	Turbidez = 1201.62	Ph= 8.06				
9/12/2020 13:55:35	Temperatura= 26.34	Turbidez = 1201.62	Ph= 8.04				
9/12/2020 13:55:36	Temperatura= 26.34	Turbidez = 1265.46	Ph= 8.06				
9/12/2020 13:55:37	Temperatura= 26.34	Turbidez = 1222.85	Ph= 8.06				
9/12/2020 13:55:39	Temperatura= 26.34	Turbidez = 1244.13	Ph= 8.06				
9/12/2020 13:55:40	Temperatura= 26.05	Turbidez = 1138.26	Ph= 8.09				
9/12/2020 13:55:41	Temperatura= 26.34	Turbidez = 1244.13	Ph= 8.11				
9/12/2020 13:55:42	Temperatura= 26.34	Turbidez = 1201.62	Ph= 8.12				
9/12/2020 13:55:44	Temperatura= 26.34	Turbidez = 1244.13	Ph= 8.12				
9/12/2020 13:55:45	Temperatura= 25.23	Turbidez = 1075.38	Ph= 8.15				
9/12/2020 13:55:46	Temperatura= 26.14	Turbidez = 1150.33	Ph= 8.16				

Anexo 5. Socialización del proyecto en los miembros de ASOMARACAY



Anexo 6. Validación del sistema





Anexo 7. Calculo del diseño del sistema fotovoltaico

Donde:

P_T = Potencia total

E = Energia

%Pr = porcentaje de perdida

NM = número de paneles solares

hsp = horas solares pico

P_p = potencia pico del panel solar

%Pp = porcentaje de perdida del panel solar

CB = Capacidad de la baterias

N = Dias de autonomia

V_{DC} = Voltage DC

Característica de consumo del sistema de monitoreo

Potencia= 10VA

V= 5 Voltios

I= 2 Amperios

$$P_T = \frac{P}{\%Pr} = \frac{10VA}{0.8} = 12.5VA$$

$$P_T \approx 13VA$$

$$E = (13VA) \times (24H) = 312Wh$$

$$NM = \frac{312Wh}{4.9 \times 80 \times 0.9} = 0.8843$$

NM = 1 panel solar

$$CB = \frac{E \cdot N}{V_{DC} \cdot DoD} = \frac{312 \times 0.5}{12 \times 0.5} = 26 Ah$$

$$CB \approx 30Ah$$

Controlador

PWM. 10 A. 12 VDC



SC-CER96940

Anexo 8. diagrama en bloque del sistema fotovoltaico propuesto para la alimentacion del sistema de monitoreo de variables para los reservorios pisciolas

