

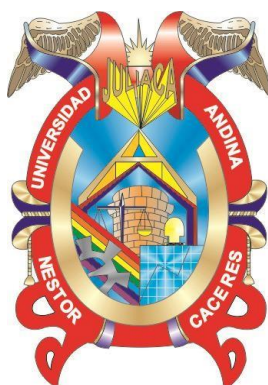


UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA



**SISTEMA AUTOMATIZADO DE MONITOREO Y CONTROL
PARA TANQUES DESTINADOS A LA CRIANZA DE
ALEVINES EN LA CIUDAD DE PUNO – 2025**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. LUIGI PAOLO GONZALES CACERES

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECATRÓNICO

JULIACA – PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

**SISTEMA AUTOMATIZADO DE MONITOREO Y CONTROL
PARA TANQUES DESTINADOS A LA CRIANZA DE
ALEVINES EN LA CIUDAD DE PUNO – 2025**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. LUIGI PAOLO GONZALES CACERES

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECATRÓNICO**

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:


Dr. CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR

PRIMER MIEMBRO

:


Dr. BENJAMÍN CHUQUIMAMANI QUINTO

SEGUNDO MIEMBRO

:


Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN

ASESOR DE TESIS

:


M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN - P21

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ****RESOLUCIÓN DECANAL N° 1606-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliana, 26 de noviembre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025 - CU - 12313 presentado por el (la) Bachiller: **LUIGI PAOLO GONZALES CACERES** estudiante de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatrónica** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **LUIGI PAOLO GONZALES CACERES**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **SISTEMA AUTOMATIZADO DE MONITOREO Y CONTROL PARA TANQUES DESTINADOS A LA CRIANZA DE ALEVINES EN LA CIUDAD DE PUNO - 2025**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en mérito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Dr. CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR
- * **1er Miembro** : Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO
- * **2do Miembro** : Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN

ARTICULO SEGUNDO. – RECONOCER como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**.

ARTICULO TERCERO. – APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **LUIGI PAOLO GONZALES CACERES**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **SISTEMA AUTOMATIZADO DE MONITOREO Y CONTROL PARA TANQUES DESTINADOS A LA CRIANZA DE ALEVINES EN LA CIUDAD DE PUNO - 2025** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : jueves 04 de diciembre del 2025
- * **HORA** : 08:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 204 - FICP

ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatrónica** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP 39730UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. César G. Camargo Najjar
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc.
Archivo
interesado (n)

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1356-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 22 de octubre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU-9584 por el señor (a): **LUIGI PAOLO GONZALES CACERES** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 970-2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 020 - 2025 del integrante del comité de investigación **EPIM** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **LUIGI PAOLO GONZALES CACERES**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulada: **SISTEMA AUTOMATIZADO DE MONITOREO Y CONTROL PARA TANQUES DESTINADOS A LA CRIANZA DE ALEVINES EN LA CIUDAD DE PUNO - 2025**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Ing. Adwar Ranulfo Sanchez Carreón** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatrónica** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 020 - 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **SISTEMA AUTOMATIZADO DE MONITOREO Y CONTROL PARA TANQUES DESTINADOS A LA CRIANZA DE ALEVINES EN LA CIUDAD DE PUNO - 2025**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **LUIGI PAOLO GONZALES CACERES**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el Tema Titulada: **SISTEMA AUTOMATIZADO DE MONITOREO Y CONTROL PARA TANQUES DESTINADOS A LA CRIANZA DE ALEVINES EN LA CIUDAD DE PUNO - 2025** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) **la), M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatrónica** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CS. PURASDr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc.
Archivo
interesado (n)

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 949-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 29 de agosto del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU- 6339, presentado por el señor (a) **LUIGI PAOLO GONZALES CACERES** solicitando **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACIÓN**, el Proveedor del Director de la Unidad de Investigación de la FICP, y la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 429-2025-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación de la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, para optar el título profesional de Ingeniero Mecatrónico.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **LUIGI PAOLO GONZALES CACERES** ha presentado cambio de asesor de tesis del tema investigación Titulado: **SISTEMA AUTOMATIZADO DE MONITOREO Y CONTROL PARA TANQUES DESTINADOS A LA CRIANZA DE ALEVINES EN LA CIUDAD DE PUNO - 2025**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico**.

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la FICP a tomado conocimiento que el asesor **Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI** no tiene vínculo laboral en la facultad de ingenierías y ciencias puras y existiendo la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 429-2025-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación de la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**.

Estando, a la solicitud del ejecutante y en cumplimiento al reglamento al Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención Grados Académicos y Títulos Profesionales; el director de la Unidad de Investigación **Dr. Fritz Willy Mamani Apaza** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió el proveído favorable del cambio de asesor de investigación del tema titulado: **SISTEMA AUTOMATIZADO DE MONITOREO Y CONTROL PARA TANQUES DESTINADOS A LA CRIANZA DE ALEVINES EN LA CIUDAD DE PUNO - 2025**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACIÓN**, designado al señor (a): **LUIGI PAOLO GONZALES CACERES**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el Tema Titulado: **SISTEMA AUTOMATIZADO DE MONITOREO Y CONTROL PARA TANQUES DESTINADOS A LA CRIANZA DE ALEVINES EN LA CIUDAD DE PUNO - 2025** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN**, se le asigna como:

ASESOR: M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente **M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



cc:
Archivo 2025
Ingresado (a)

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 429-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 11 de junio del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU- 3733, presentado por el señor (a) **LUIGI PAOLO GONZALES CACERES** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 341-2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 013-2025 del integrante del comité de investigación **EPIM** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **LUIGI PAOLO GONZALES CACERES** ha presentado su propuesta de investigación Titulada: **SISTEMA AUTOMATIZADO DE MONITOREO Y CONTROL PARA TANQUES DESTINADOS A LA CRIANZA DE ALEVINES EN LA CIUDAD DE PUNO - 2025**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Ing. Adwar Ranulfo Sanchez Carreón** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatrónica** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 013-2025- aprobando la propuesta de investigación titulada: **SISTEMA AUTOMATIZADO DE MONITOREO Y CONTROL PARA TANQUES DESTINADOS A LA CRIANZA DE ALEVINES EN LA CIUDAD DE PUNO - 2025**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **LUIGI PAOLO GONZALES CACERES**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el Tema Titulada: **SISTEMA AUTOMATIZADO DE MONITOREO Y CONTROL PARA TANQUES DESTINADOS A LA CRIANZA DE ALEVINES EN LA CIUDAD DE PUNO - 2025** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatrónica** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURASDr. OSCAR V. VIANONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
Dr. [Firma] Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc.
Archivo 2025
Interesado (a)



LUIGI PAOLO GONZALES CACERES

**SISTEMA AUTOMATIZADO DE MONITOREO Y CONTROL PARA
TANQUES DESTINADOS A LA CRIANZA DE ALEVINES EN LA C...**

 Trabajos de tesis para ingreso a repositorio

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::13016:591410078

Fecha de entrega

15 may 2026, 23:49 GMT-5

Fecha de descarga

16 may 2026, 0:00 GMT-5

Nombre del archivo

T036_73264820_T.docx

Tamaño del archivo

21.2 MB

145 páginas

14.113 palabras

82.069 caracteres



TESIS UANCV

10% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 8%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 9%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

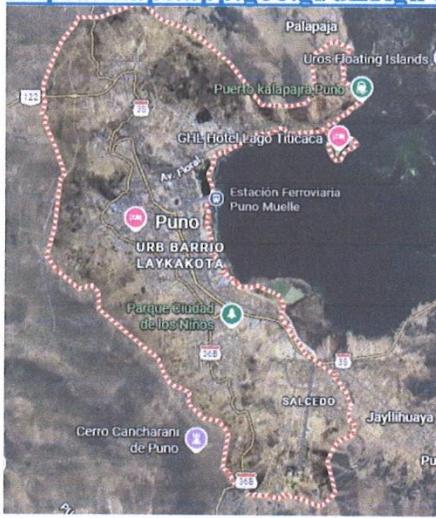
Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
SISTEMA AUTOMATIZADO DE MONITOREO Y CONTROL PARA TANQUES DESTINADOS A LA CRIANZA DE ALEVINES EN LA CIUDAD DE PUNO - 2025	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	LUIGI PAOLO GONZALES CACERES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	73264820
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0009-0654-634X
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	01323821
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-4595-7589
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02441152
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02406088
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	02063066
Datos de investigación	
Línea de investigación	TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN P-21
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	Ubicación Geográfica País: Perú Departamento: Puno Provincia: Puno Distrito: Puno Coordenadas: Latitud: 15° 50' 36" S Longitud: 70° 01' 25" O URL maps https://maps.app.goo.gl/dLRghVfV2XRh8h9B7 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Junio 2025 – Noviembre 2025
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería, Tecnología https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00 Sistemas de Automatización, Sistemas de Control https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.03



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CERCES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo **LUIGI PAOLO GONZALES CACERES** identificado con DNI Nro. **73264820** en mi condición de egresado de:

- ☒ **Escuela Profesional**
☐ **Programa de Segunda Especialidad,**
☐ **Programa de Maestría o Doctorado**

INGENIERÍA MECATRÓNICA

informo que he elaborado el/la ☒ Tesis o ☐ Trabajo de Investigación, ☐ Trabajo Académico denominada:

SISTEMA AUTOMATIZADO DE MONITOREO Y CONTROL PARA TANQUES DESTINADOS A LA CRIANZA DE ALEVINES EN LA CIUDAD DE PUNO - 2025

Asesorado por: M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 13 de abril del 2026


FIRMA ASESOR


FIRMA TESISTA



Huella



DEDICATORIA

A Dios, mi guía y mi fortaleza, quien en cada paso ha sido mi luz en la oscuridad y mi refugio en los momentos de duda.

Te agradezco por brindarme la salud, la paciencia y la sabiduría para poder completar esta etapa.

Dedico este logro a Ti, con todo mi corazón, reconociendo que en Ti reside la verdadera razón de mi éxito y esperanza.



AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi total agradecimiento a mi **Padre Gonzalo**, a mi **Madre Yolanda**, a mi **Hermana Karen**, a mi **Tío Raúl**, a mi **Madrina Hilda** y amigos como **Haochen Gou** por haberme apoyado moralmente en el desarrollo de la presente **tesis**, cuyo apoyo incondicional han sido de mi mayor inspiración e impulso que me ha permitido seguir adelante.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
ÍNDICE GENERAL	v
INDICE DE FIGURAS	xi
INDICE DE TABLAS	xvi
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
INTRODUCCION	xix

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	1
1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA.....	2
1.2.1. Problema General	2
1.2.2. Problemas Específicos.....	2
1.3. JUSTIFICACION.....	2
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.....	3
1.4.1. Objetivo General	3
1.4.2. Objetivos Específicos.....	3
1.5. HIPOTESIS.....	3
1.5.1. Hipótesis General.....	3
1.5.2. Hipótesis Específicas	3
1.6. VARIABLES DE INVESTIGACION	4
1.6.1. Variable Independiente	4
1.6.2. Variable Dependiente.....	4



1.7. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	4
1.7.1. Operacionalización de la variable independiente	4
1.7.2. Operacionalización de la variable dependiente	5

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. BASES TEORICAS	6
2.1.1. A nivel Internacional	6
2.1.2. A nivel Nacional	6
2.2. DEFINICION DE TERMINOS	7
2.2.1. Sistema de Control.....	7
2.2.2. Clasificación de los Sistemas de Control.....	8
2.2.2.1. Sistemas de control de lazo abierto	8
2.2.2.2. Sistemas de control de lazo cerrado	8
2.2.3. Sensores y Actuadores	9
2.2.3.1. Sensor de temperatura.....	10
2.2.3.2. Sensor de Distancia Ultrasónico	10
2.2.3.3. Sensor de pH.....	11
2.2.3.4. Relé	11
2.2.3.5. Electrobombas.....	11
2.2.3.6. Electroválvulas	11
2.2.3.7. Motores DC.....	11
2.2.4. Variables de Control.....	11
2.2.4.1. Temperatura	12
2.2.4.2. Nivel de Agua	12
2.2.4.3. pH	12



2.2.4.4.	Iluminación.....	12
2.2.5.	El controlador	13
2.2.5.1.	Arduino	13
2.2.5.2.	ESP8266.....	13
2.2.6.	Diseño Asistido por Computadora (CAD)	14
2.2.6.1.	AutoCAD	14
2.2.6.2.	SolidWorks.....	15

CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1.	METODO DE INVESTIGACION.....	16
3.1.1.	Enfoque de Investigación.....	16
3.1.2.	Tipo de Investigación	16
3.1.3.	Nivel de Investigación	16
3.2.	AMBITO DE LA INVESTIGACION	17
3.3.	POBLACION Y MUESTRA.....	17
3.4.	TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOGIDA DE INFORMACION	17
3.5.	RECOGIDA DE DATOS	18
3.6.	ELECCION DE COMPONENTES Y DISPOSITIVOS.....	18
3.6.1.	Librerías	18
3.6.1.1.	Librería LCDWIKI	18
3.6.1.2.	Librería SPI.....	18
3.6.1.3.	Librería OneWire	19
3.6.1.4.	Librería DallasTemperature.....	19
3.6.1.5.	Librería Servo	19
3.6.1.6.	Librería WiFiUDP	19



3.6.1.7.	Librería ESP8266WiFi	19
3.6.1.8.	Librería NTPClient	20
3.6.1.9.	Librería SoftwareSerial	20
3.6.2.	Componentes Sistema de Control (Circuito de Mando)	20
3.6.2.1.	Arduino Mega 2560	20
3.6.2.2.	ESP8266 WemosD1 Mini	21
3.6.2.3.	Pantalla TFT 3,5" ILI9486	22
3.6.2.4.	Pulsadores Analógicos	23
3.6.2.5.	PCB de terminales de tornillo para Arduino Mega 2560	23
3.6.2.6.	Convertidor de nivel lógico bidireccional 5V a 3,3V	24
3.6.2.7.	Placa Control con regulador PWM (Actuador)	24
3.6.2.8.	Modulo Relé (Actuador)	25
3.6.3.	Componentes Sistema de control (Circuito de mando - Sensores) .	26
3.6.3.1.	Sensor de Temperatura	26
3.6.3.2.	Sensor ultrasónico	27
3.6.3.3.	Sensor pH	28
3.6.4.	Componentes Sistema de control (Circuito de Potencia – Actuadores)	
		29
3.6.4.1.	Varilla calefactora	29
3.6.4.2.	Electrobomba	30
3.6.4.3.	Electroválvula	31
3.6.4.4.	Servomotor	32
3.6.4.5.	Bomba de vacío de aire	33
3.6.4.6.	Luces Led	34
3.6.4.7.	Ventilador	35



3.6.5. Componentes Sistema de control (Alimentación).....	35
---	----

CAPITULO IV

ANALISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. PRESENTACION	37
4.1.1. Primera fase	37
4.1.1.1. Diseño de soporte de la pantalla.....	37
4.1.1.2. Diseño Botones Analógicos	38
4.1.1.3. Diseño de soporte para el ESP8266	39
4.1.1.4. Diseño soporte sensor de distancia ultrasónico.....	40
4.1.1.5. Diseño soporte para los conectores.....	41
4.1.1.6. Soporte PCB sensor pH	42
4.1.1.7. Soporte AC Euro Plug macho	43
4.1.1.8. Soporte ventilador	44
4.1.2. Segunda fase	45
4.1.3. Tercera fase	48
4.1.3.1. Programación del ESP8266	48
4.1.3.2. Programación del Arduino Mega 2560.....	51
4.1.4. Cuarta fase.....	79
4.2. ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS	81
4.2.1. Pruebas Realizadas	84
4.2.2. Resultados función Temperatura.....	86
4.2.3. Resultados Nivel de agua	87
4.2.4. Resultados Control pH	89
4.2.5. Resultados Control de Alimentación.....	90
4.2.6. Resultados Control bomba de Oxigeno	91



4.2.7. Resultados Control Iluminación	94
4.2.8. Control cambio de Agua.....	96
4.2.9. Resultados adicionales	97
4.3. DISCUSION DE RESULTADOS	100
CONCLUSIONES.....	101
RECOMENDACIONES	102
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	103
ANEXOS	110



INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Representación de un sistema de control mediante bloques.....	8
Figura 2 Sistema control lazo abierto.....	8
Figura 3 Sistema control lazo cerrado	9
Figura 4 Diagrama de bloques de un sistema de control	10
Figura 5 El Arduino.....	13
Figura 6 El ESP8266.....	14
Figura 7 Software AutoCAD	15
Figura 8 SolidWorks	15
Figura 9 Pantalla TFT 3,5"	22
Figura 10 Pulsadores Analógicos	23
Figura 11 Bloque de terminales	23
Figura 12 Convertidor de Nivel Lógico.....	24
Figura 13 Regulador PWM.....	25
Figura 14 Modulo relé 8 canales.....	26
Figura 15 Sensor de Temperatura	27
Figura 16 Sensor distancia ultrasónico.....	28
Figura 17 Sensor de pH	29
Figura 18 Varilla calefactora	30
Figura 19 Electrobomba.....	31
Figura 20 Electroválvula.....	32
Figura 21 Servomotor.....	33
Figura 22 Bomba de Vacío	34
Figura 23 Luces Led.....	34
Figura 24 Ventilador.....	35



Figura 25 Fuentes de Alimentación	36
Figura 26 Diseño soporte pantalla vista isométrica, SolidWorks.....	37
Figura 27 Ensamblaje de la pantalla.....	38
Figura 28 Diseño Soporte Pulsadores, vista isométrica. SolidWorks.....	38
Figura 29 Ensamblaje de los pulsadores.....	39
Figura 30 Diseño soporte ESP8266 vista isométrica. SolidWorks	39
Figura 31 Ensamblaje ESP8266	40
Figura 32 Diseño Soporte PCB S.U., vista isométrica. SolidWorks	40
Figura 33 Ensamblaje PCB S.U.....	41
Figura 34 Diseño soporte conectores, vista isométrica. SolidWorks.....	41
Figura 35 Ensamblaje de los conectores	42
Figura 36 Soporte PCB pH, vista isométrica. SolidWorks	42
Figura 37 Ensamblaje PCB pH	43
Figura 38 Diseño soporte Euro Plug, vista isométrica. SolidWorks	43
Figura 39 Ensamblaje Euro Plug	44
Figura 40 Diseño soporte ventilador, vista isométrica. SolidWorks.....	44
Figura 41 Ensamblaje Ventilador	45
Figura 42 Diagrama de flujo ESP8266	48
Figura 43 Definición de Librerías ESP8266.....	49
Figura 44 Declaración de Redes ESP8266	49
Figura 45 Configuración UTC	50
Figura 46 void setup ESP8266	50
Figura 47 void loop ESP8266	51
Figura 48 Diagrama de Bloques Temperatura.....	52
Figura 49 Fijar Temperatura	52



Figura 50 Lectura de datos y control de temperatura	53
Figura 51 Dibujo sistema de Ventilación.....	53
Figura 52 Ventilador de entrada aire.....	54
Figura 53 Ventilador salida aire	54
Figura 54 Diagrama bloques control nivel de agua	55
Figura 55 Fijar altura física del tanque.....	56
Figura 56 Fijar altura de agua	56
Figura 57 Lectura y control nivel de agua	57
Figura 58 Soporte externo S.U. vista isométrica. SolidWorks	58
Figura 59 Soporte externo S.U. vista explosionada. SolidWorks	58
Figura 60 Ensamblaje soporte externo S.U.	59
Figura 61 Control nivel de agua	59
Figura 62 Diagrama bloques control pH	61
Figura 63 Soluciones buffer pH.....	62
Figura 64 Control sensor pH	63
Figura 65 Soporte externo sensor pH, vista isométrica, SolidWorks	64
Figura 66 Soporte externo sensor pH, vista explosionada. SolidWorks.....	64
Figura 67 Ensamblaje sensor pH.....	65
Figura 68 Diagrama bloques, control alimento.	65
Figura 69 Fijar ciclo alimento	66
Figura 70 Fijar tiempo de alimento.....	66
Figura 71 Elegir ciclo utilizado	67
Figura 72 Control alimento	67
Figura 73 Dispensador de alimento, vista isométrica. SolidWorks.....	68
Figura 74 Dispensador de alimento, vista explosionada. SolidWorks.....	68



Figura 75 Ensamblaje dispensador alimento	69
Figura 76 Diagrama de bloques, control oxígeno	70
Figura 77 Control bomba de aire	71
Figura 78 Carcasa bomba aire, vista isométrica. SolidWorks	71
Figura 79 Carcasa bomba aire, vista explosionada. SolidWorks	72
Figura 80 Ensamblaje bomba aire	72
Figura 81 Diagrama bloques control iluminación	74
Figura 82 Control iluminación	74
Figura 83 Control horas iluminación	75
Figura 84 Lampara RGBW, vista isométrica, SolidWorks	75
Figura 85 Lampara RGBW, vista explosionada, SolidWorks	76
Figura 86 Ensamblaje lampara RGBW	76
Figura 87 Diagrama de bloques cambio agua	78
Figura 88 Control cambio de agua	78
Figura 89 Diseño del tanque, visto isométrica, SolidWorks	80
Figura 90 Ensamblaje tanque	80
Figura 91 Gabinete control Vacío	81
Figura 92 Gabinete de control con primeros componentes	82
Figura 93 Gabinete finalizado Vista 1	82
Figura 94 Gabinete finalizado Vista 2	83
Figura 95 Gabinete finalizado Vista 3	83
Figura 96 Gabinete finalizado Vista 4	84
Figura 97 Tanque de prueba	85
Figura 98 Alevín Trucha Arcoíris	85
Figura 99 Medición de temperatura. Setpoint 17°C	86



Figura 100 Medición temperatura, Pluma digital	86
Figura 101 Evolución de temperatura	87
Figura 102 Medición de nivel de agua. Setpoint 23cm	88
Figura 103 Medición nivel agua, flexómetro	88
Figura 104 Evolución nivel de agua	89
Figura 105 Medición pH	90
Figura 106 Medición pH, Pluma digital	90
Figura 107 Control Dispensador	91
Figura 108 Dispensador de alimento cargado	91
Figura 109 Control Bomba oxígeno 29%	92
Figura 110 Bomba oxígeno 29%	92
Figura 111 Control Bomba oxígeno 100%	93
Figura 112 Bomba oxígeno 100%	93
Figura 113 Control Iluminación 1%	94
Figura 114 Lámpara 1%	95
Figura 115 Control Iluminación 100%	95
Figura 116 Lámpara 100%	96
Figura 117 Control cambio de agua SC	96
Figura 118 Tabla 1 recogida de información	114
Figura 119 Tabla 2 recogida de información	115



INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de la variable independiente	4
Tabla 2 Operacionalización de la variable dependiente	5
Tabla 3 Ficha de datos Arduino Mega 2560	21
Tabla 4 Ficha de datos ESP8266 WemosD1	21
Tabla 5 Ficha de datos Pantalla TFT 3,5"	22
Tabla 6 Ficha de datos Regulador PWM	24
Tabla 7 Ficha de datos Relé 8 canales	25
Tabla 8 Ficha de datos Sensor de Temperatura	26
Tabla 9 Ficha de datos Sensor de Distancia Ultrasónico	27
Tabla 10 Ficha de datos Sensor pH.....	28
Tabla 11 Ficha de datos varilla calefactora	29
Tabla 12 Ficha de datos Electrobomba	30
Tabla 13 Ficha de datos Electroválvula	31
Tabla 14 Ficha de datos Servomotor	32
Tabla 15 Ficha de datos, Bomba de vacío	33
Tabla 16 Fuentes de alimentación	36
Tabla 17 Rangos de temperatura Considerando clima de Puno.....	55
Tabla 18 Control mínimo y máximo de nivel de agua.....	60
Tabla 19 Alimento brindado Nicovita (g).....	69
Tabla 20 Distribución de valores de la bomba de oxígeno	73
Tabla 21 Distribución de valores lámpara RGBW	77
Tabla 22 Tabla resumen Toma 1 de parámetros medidos.....	98
Tabla 23 Tabla resumen Toma 2 de parámetros medidos.....	99



RESUMEN

El estudio pretende diseñar un sistema que permita monitorear y controlar en tiempo real de manera local las condiciones ambientales de tanques utilizados para la crianza de alevines de baja cantidad en la ciudad de Puno, asegurándonos de que estas se mantengan en los niveles deseados y puedan ser modificados según las necesidades de cada especie de alevín, al mismo tiempo nos permite detectar posibles alteraciones a tiempo facilitando nuestra intervención para mejorar los resultados deseados, además se presenta los instrumentos utilizados para poder completar con éxito el proceso de control, desde sensores y actuadores controlados por el microcontrolador "ATmega2560", permitiéndonos recopilar la información y analizar los ecosistemas acuáticos de los tanques que están siendo utilizados en la crianza de alevines.

Finalmente, se presenta el diseño del gabinete de control, diseños de piezas 3D y la creación de una interfaz intuitiva permitiendo al operador comprender el sistema, modificando parámetros según nuestras necesidades, al mismo tiempo el sistema pretende disminuir en gran parte la intervención humana validando la capacidad del sistema de control presentado.

Palabras clave: Sistema de control, Alevines, Arduino MEGA2560, Sensores y Actuadores, SOLIDWORKS.



ABSTRACT

The study aims to design a system that allows for real-time local monitoring and control of the environmental conditions of tanks used for raising small fry in the city of Puno. This ensures that these conditions remain at desired levels and can be modified according to the needs of each fry species. It also allows us to detect potential alterations in time, facilitating our interventions to improve the desired results. The study also presents the instruments used to successfully complete the control process, including sensors and actuators controlled by the ATmega2560 microcontroller, allowing us to collect information and analyze the aquatic ecosystems of the tanks used for fry rearing.

Finally, the study presents the design of the control cabinet, 3D part designs, and the creation of an intuitive interface that allows the operator to understand the system and modify parameters according to their needs. At the same time, the system aims to greatly reduce human intervention validating the capabilities of the presented control system.

Keywords: Control system, Alevines, Arduino MEGA2560, Sensors and Actuators, SOLIDWORKS.



INTRODUCCION

La crianza de alevines es una parte muy importante en la producción de acuicultura, donde la eficacia y el manejo de las condiciones del medio ambiente son necesarios para asegurar resultados favorables. En la ciudad Puno, existen lugares con potencial en la acuicultura, ya sean en especies de consumo en las que destaca la "Trucha", igualmente se tienen ejemplares de tipo "ornamental" que son cuidados por su valor estético, sin embargo, ambos tipos de alevines y especies requieren cuidados similares, pero ajustándose a diferentes parámetros. Para poder asegurar su supervivencia y manejar los tanques de crianza a mano trae retos con la precisión, la eficacia y habilidad para reaccionar a cambios en el entorno.

Esta tesis tiene como objetivo crear un sistema automático de control que ayude a mejorar el manejo de los tanques usados para la crianza de alevines. Este método trata de unir tecnologías de sensores, actuadores y un control en tiempo real permitiendo una supervisión constante y precisa.

Capítulo I, En esta sección se desarrolla los fundamentos en términos generales del estudio, tales como la problemática, el desarrollo de las variables y la motivación general que inspiró a realizar la investigación.

Capítulo II, En esta sección se muestra la información ya conocida y recopilada por otros autores respecto al tema de investigación.

Capítulo III, En esta sección se muestra la metodología del estudio realizado, su ámbito de investigación y la elección de los componentes utilizados dentro del sistema de control.

Capítulo IV, En esta sección se incluye los resultados obtenidos del sistema de control como los resultados, programación y uso de los componentes del sistema



de control y las pruebas realizadas, asimismo unas recomendaciones y mejoras que se podrían implementar si algún investigador decide utilizar como antecedente la investigación realizada para fines que crea conveniente.



CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Los centros de crianza de alevines en tanques, suelen presentar algunos desafíos de carácter importante con la constante supervisión de las condiciones ambientales, ya que está relacionado con la prevención de enfermedades y condiciones de reproducción que suele limitar la eficiencia productiva. Los criaderos de alevines en tanques pequeños suele ser una práctica común en muchas ciudades.

Pero se está generando la necesidad de desarrollar estrategias con el uso de la tecnología que nos permita mejorar mucho más la calidad y supervivencia de los alevines para garantizar su sostenibilidad.

En Puno existen muchos centros de acuicultura que maneja un monitoreo manual, lo que implica una revisión constante de factores vitales como temperatura, pH, nivel de agua y alimentación y a veces la falta de precisión con respecto a la detección de cambios en dichos parámetros, aunque pueden ser desapercibidos pueden generar un impacto negativo en la salud de los alevines, además resaltando que Puno se encuentra a 3820 m.s.n.m. por lo tanto las variables como pH y temperatura son muy particulares en la ciudad.



1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema General

¿Cómo implementamos un sistema que nos permita el monitoreo y control en tiempo real en los tanques que están siendo utilizados en la crianza de alevines?

1.2.2. Problemas Específicos

PE₁: ¿Cómo construir un sistema intuitivo para mejorar la precisión para mejorar la eficiencia y rentabilidad en el tanque de crianza?

PE₂: ¿Cómo realizar una programación efectiva para el monitoreo de parámetros vitales en el tanque de crianza?

PE₃: ¿Cómo recopilar la información de los sensores y ajustarlos mediante los actuadores para lograr los parámetros deseados por el operador?

1.3. JUSTIFICACION

La implementación de este sistema es una respuesta a la necesidad de perfeccionar la crianza de alevines, garantizando la calidad del agua, controlando en tiempo real mediante sensores y actuadores los parámetros vitales dentro del ecosistema acuático considerando las naturaleza de Puno, facilitando una respuesta ante posibles desviaciones, reduciendo el riesgo de mortalidad en los ejemplares, además aporta a la innovación tecnológica, el desarrollo se fundamenta en los principios de control aplicado a la acuicultura permitiendo un control confiable y eficiente con posibilidad de implementar futuras ampliaciones y mejoras.



1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

1.4.1. Objetivo General

Implementar un sistema de control que permita monitorear y controlar en tiempo real parámetros importantes en tanques de crianza de alevines para la ciudad de Puno.

1.4.2. Objetivos Específicos

OE₁: Programar y ejecutar un algoritmo de control eficiente y estable.

OE₂: Crear una interfaz amigable que permita al usuario monitorear y variar de forma eficiente los parámetros del entorno acuático, con el propósito de adaptarse a condiciones de cría según la especie de alevines.

OE₃: Corroborar la precisión de los datos obtenidos y confiabilidad del sistema dentro de las condiciones reales en Puno, garantizando su funcionalidad.

1.5. HIPOTESIS

1.5.1. Hipótesis General

La integración de un sistema de control accederá a la mejora de las condiciones ambientales reduciendo en gran parte la dependencia de la intervención manual garantizando su eficiencia.

1.5.2. Hipótesis Específicas

HE₁: La integración de los sensores y actuadores facilitará la optimización del control con respecto a las variaciones ambientales reduciendo los errores humanos.

HE₂: La programación en la interfaz de Arduino ayudará a mantener un correcto control.

HE₃: La interfaz ayudará al operario una fácil manipulación y control de las variables.

1.6. VARIABLES DE INVESTIGACION

1.6.1. Variable Independiente

- Sistema automatizado de monitoreo y control.

1.6.2. Variable Dependiente

- Estabilidad de la calidad del agua.

1.7. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

1.7.1. Operacionalización de la variable independiente

Tabla 1

Operacionalización de la variable independiente

Variable Independiente			
Variable	Definición	Dimensiones	Indicadores
Sistema automatizado de monitoreo y control	Conjunto de componentes que permiten supervisar y regular de manera autónoma los parámetros físico-químicos del agua en tanques destinados a la crianza de alevines.	Nivel de automatización de monitoreo y control.	Cantidad de parámetros monitoreados y controlados que tiene el sistema de control.
		Integración funcional del sistema.	Funcionamiento integrado del sistema.
		Eficiencia operativa.	Tiempo de respuesta del sistema.
		Continuidad operativa.	Horas de operación continua.

Nota. Los materiales que se utilizan para la construcción del gabinete de control no son considerados variables de estudio, ya que no influyen en la medición ni en la estabilidad de la calidad del agua (Supo, 2015).

Fuente. Elaboración Propia



1.7.2. Operacionalización de la variable dependiente

Tabla 2

Operacionalización de la variable dependiente

Variable Dependiente			
Variable	Definición	Dimensiones	Indicadores
Estabilidad de la calidad del agua	Grado en que los parámetros del agua se mantienen constantes y dentro de rangos óptimos para la crianza de alevines mediante un sistema automatizado.	Continuidad de la térmica.	Variación de la temperatura del agua.
		Continuidad de alimento.	Ciclos de alimento funcionales y cantidad adecuada.
		Estabilidad del agua.	Variación del nivel de agua.
		Estabilidad global.	Desviación de los parámetros.

Nota. Elaboración Propia



CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. BASES TEORICAS

La investigación se enfoca en conceptos relacionados a la acuicultura, automatización y sistemas de control permitiendo un diseño que pueda garantizar las condiciones óptimas de crianza en alevines en tanques, contribuyendo a mejorar la productividad y su desarrollo sostenible, recurrimos a una indagación de referencias obtenidas a nivel nacional e internacional que nos permitan un nexo a nuestro sistema de mando y correcto uso de sensores utilizados.

2.1.1. A nivel Internacional

“CONTROL Y MONITORIZACIÓN DE UN ACUARIO EN TIEMPO REAL MEDIANTE TECNOLOGÍA OPEN SOURCE, 2015”, El autor tiene como motivación y objetivo desarrollar un sistema electrónico basado en proyectos Open Aquarium que integre la plataforma Raspberry, con el fin de monitorear y controlar la información recopilada recibida por sensores para otorgar el mantenimiento de acuarios (Lapiente Solórzano, 2015) Pág. 12.

2.1.2. A nivel Nacional

“Diseño y monitoreo de un sistema automatizado para la mejora de la calidad de las piscigranjas en el distrito de ingenio, 2022”, El autor busca



implementar un sistema que permita monitorear y simular el control automatizado en una piscigranja para controlar los parámetros de Temperatura, pH y Oxígeno disuelto en peces alevines del distrito de Ingenio – Junín. La muestra incluyó tres estanques con un conteo de 20 pulsos pudiendo recopilar información de parámetros como temperatura y pH, permitiendo a los encargados del lugar poder usar esa información a su favor para obtener los mejores resultados posibles en sus ejemplares. (Orihuela Zacarias, 2022) Pág. 17, 97.

“Diseño de un sistema automatizado para control y supervisión de acuario usando tecnologías inalámbricas gprs y bluetooth, 2018”, El autor en su investigación busca una manera de diseñar un sistema automatizado para el control y supervisión de un acuario, monitoreando variables como temperatura, nivel y pH del acuario logrando monitorear la temperatura nivel y pH del acuario, además de automatizar un sistema de iluminación, y algunos otros elementos del acuario. (Garcia Noriega, 2018), Pag 20.

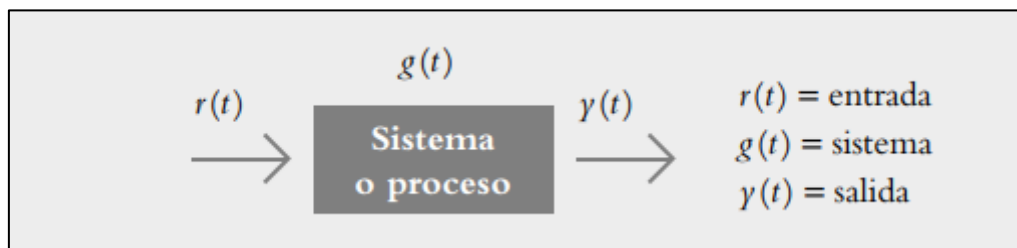
2.2. DEFINICION DE TERMINOS

2.2.1. Sistema de Control

Un sistema de control es una comunicación de elementos que crean una configuración denominada sistema, por lo tanto, dicho arreglo es capaz de controlarse por sí mismo, al cual se le inserta una señal de entrada $r(t)$, para poder obtener una salida $y(t)$, la unión entrada – salida es similar a una relación “causa y efecto” por lo que se relaciona la salida con la entrada y de la misma manera un sistema de control puede ser manifestado mediante bloques. (Hernández Gaviño, 2010) Pág. 2

Figura 1

Representación de un sistema de control mediante bloques.



Nota. Tomado de “Introducción a los sistemas de control” Fuente: (Hernández Gaviño, 2010)

2.2.2. Clasificación de los Sistemas de Control

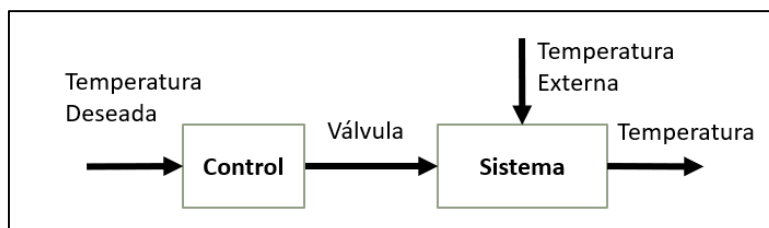
Los sistemas de control se clasifican en “sistemas de lazo abierto” (no automáticos) y “sistemas de lazo cerrado” (automáticos). (Hernández Gaviño, 2010) *Pág. 5*

2.2.2.1. Sistemas de control de lazo abierto

Es el sistema en el la entrada es independiente de la salida, el controlador envía una señal predefinida sin saber el estado actual del sistema.

Figura 2

Sistema control lazo abierto



Nota: Tomado de “Lazo Abierto, Lazo Cerrado” Fuente: (Castaño Giraldo, s.f.)

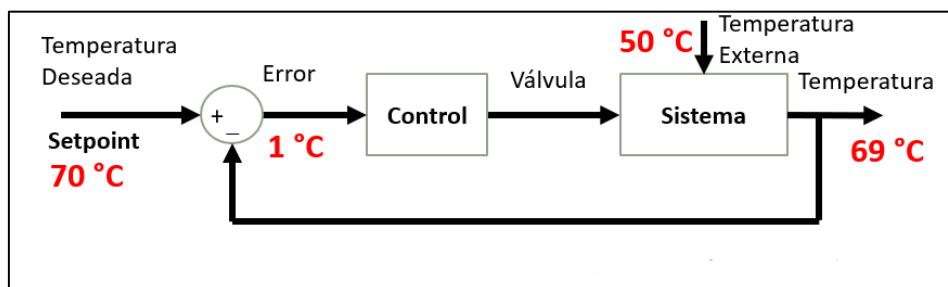
2.2.2.2. Sistemas de control de lazo cerrado

Es el sistema en el que una acción depende de la salida, estos sistemas generalmente utilizan un sensor que detecta la respuesta real para comprobarla

con una referencia a la entrada, eso los caracteriza como “sistemas retroalimentados”.

Figura 3

Sistema control lazo cerrado

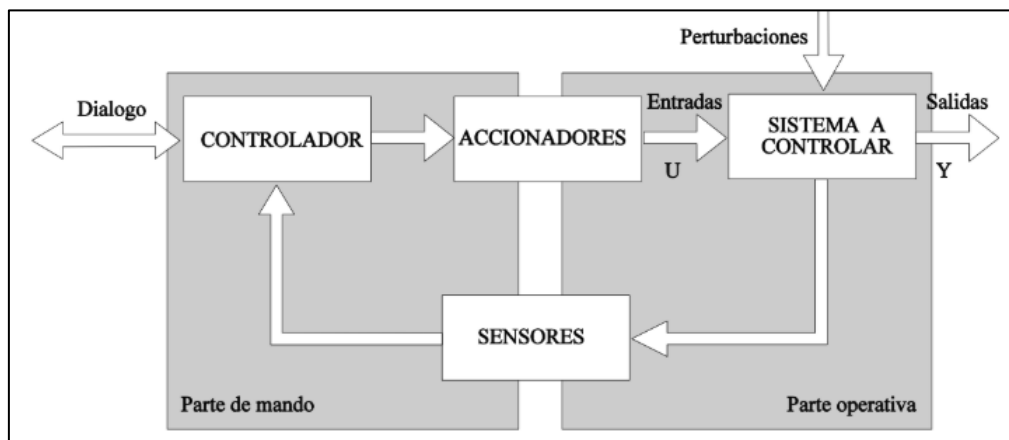


Nota. Tomado de “Lazo Abierto, Lazo Cerrado” Fuente: (Castaño Giraldo, s.f.)

2.2.3. Sensores y Actuadores

Los sensores y actuadores son una parte fundamental de cualquier sistema de control automatizado, los sensores son dispositivos que nos permiten conocer los valores reales de las variables físicas y en el proceso las convierten en señales eléctricas para que el controlador pueda recopilar esta información y enviar una respuesta sobre los elementos que intervienen en el proceso, existen variedades de sensores como los de interruptores de acción mecánica, sensores de proximidad, ultrasónicos, lengüetas, etc. Los sensores son importantes para lograr una acción oportuna del controlador y este hacer uso de los actuadores, que son los encargados de convertir las señales eléctricas de respuesta del controlador en otro tipo de señales como eléctricas, neumáticas, hidráulicas, etc. Permitiendo un control del sistema. Fuente: (Alberto, Pablo, & Rebeca, 2025)

Cap.2

Figura 4*Diagrama de bloques de un sistema de control*

Nota. Tomado de “Introducción a la Automatización Industrial” Fuente: (Alberto, Pablo, & Rebeca, 2025)

Para el estudio, se realizó una investigación de los sensores y actuadores que podrían cumplir con éxito los objetivos del sistema de control propuesto, de los cuales son:

2.2.3.1. Sensor de temperatura

Es un dispositivo que tiene la capacidad de medir la temperatura física y convertirla en una señal eléctrica proporcional a la temperatura, dicha señal eléctrica puede ser interpretada por el controlador. Son dispositivos utilizados ampliamente en la industria. *Fuente:* (temperatura, s.f.)

2.2.3.2. Sensor de Distancia Ultrasónico

Son dispositivos que pueden medir la distancia que se encuentra entre ellos y un objeto físico mediante las ondas de ultrasonido, el sensor funciona enviando una onda que choca contra el objetivo y produce un rebote, esta acción permite al sensor determinar la distancia física que existe, igualmente, esta información se transforma en una señal eléctrica que puede ser interpretado por el controlador. *Fuente:* (Ultrasonico, s.f.)

2.2.3.3. Sensor de pH

Es un dispositivo tipo electrodo que puede medir la actividad de iones de hidrogeno que existen en una solución de prueba, el cual es necesario para determinar la acidez o alcalinidad de la solución en una escala de 0 a 14.

Fuente: (dlesauvage, 2024)

2.2.3.4. Relé

Es un actuador eléctrico similar a un interruptor que puede abrir o cerrar circuitos de potencia utilizando una señal eléctrica de bajo voltaje, su uso es muy amplio. *Fuente:* (Rele, s.f.)

2.2.3.5. Electrobombas

Es un actuador de tipo electromecánico, que convierte la energía en movimiento mecánico, pero solo para bombear elementos hidráulicos y neumáticos, existen variedad de tipos y aplicaciones. *Fuente:* (Electrobombas, s.f.)

2.2.3.6. Electroválvulas

Es un actuador de tipo electromecánico que utiliza un electroimán, su función es la de un interruptor, con la diferencia que la electroválvula influye en el paso o bloqueo de canales utilizados para transportar elementos hidráulicos y neumáticos. *Fuente:* (Electrovalvula, s.f.)

2.2.3.7. Motores DC

Son actuadores de tipo mecánico que transforma la energía en esfuerzo físico, existen muchas variedades y amplio uso. *Fuente:* (DC, s.f.)

2.2.4. Variables de Control

Las variables de control son aquellos parámetros que se mantienen constantes dentro de un estudio y es monitoreado con sumo cuidado porque

alguna alteración puede influir de cierta manera en los resultados esperados, las variables utilizadas en el estudio presentado son las siguientes:

2.2.4.1. Temperatura

Es una magnitud física que determina el termino de calor o frio que es una medida de la cantidad de energía que existe en un objeto, cuanta mas sea la energía concentrada, la magnitud se determinará como calor, en cambio el frío hace referencia a la energía liberada del objeto. Su unidad de medida son los Kelvin "°K", Celsius "°C" y Fahrenheit "°F" *Fuente:* (Calor, s.f.)

2.2.4.2. Nivel de Agua

Es la altura que tiene el agua dentro de un tanque o deposito, se toma como punto de referencia el fondo del tanque, en términos de automatización es sumamente necesario para la seguridad del sistema de control permitiendo evitar desbordamientos, detectar posibles pérdidas de líquido y facilitando a las electrobombas su funcionamiento, su medida puede representarse en centímetros (cm) metros (m), etc. *Fuente:* (s.f., Jioxin Mirror Acrylic, 2019)

2.2.4.3. pH

El pH es una variable refiriéndose al potencial de hidrogeno de la concentración de iones de hidrogeno (H^+), resultando en términos de acidez o alcalinidad de en una escala de 0 a 14, donde 7 indica un valor neutral, si es bajo a 7 indica acidez y si es superior a 7 indica alcalinidad, controlar esta variable es importante ya que un pH inadecuado puede afectar al sistema inmunológico y generar más vulnerabilidad a enfermedades. *Fuente:* (Marcel, s.f.)

2.2.4.4. Iluminación

Se refiere a la acción de proveer luz a un espacio ya sea naturalmente o artificialmente, aunque se le conozca como un fin decorativo cuando nos

referimos al estudio presentado la iluminación es una variable importante ya que depende de la iluminación reducir el estrés de los alevines y promover el desarrollo de plantas acuáticas si en caso hubiera. *Fuente:* (Martin, 2023)

2.2.5. El controlador

2.2.5.1. Arduino

Es una plataforma de desarrollo de hardware libre que incorpora un microcontrolador reprogramable y una serie de pines hembra que permiten la conexión entre el microcontrolador y diferentes sensores y actuadores, existen muchas PCB de Arduino que varían en sus entradas y salidas, tamaño y capacidades. *Fuente:* (Arduino s. , s.f.)

Figura 5

El Arduino



Nota. "Arduino MEGA2560". *Fuente:* (Arduino s. , s.f.)

2.2.5.2. ESP8266

Es un microcontrolador con capacidad Wi-Fi diseñada por la empresa de origen Chino Espressif Systems, permite que dispositivos electrónicos puedan conectarse a internet mediante conexión Wi-Fi, contiene un microprocesador de

32 bits, instrucciones TCP/IP y pines GPIO con el que también puede interactuar con sensores y actuadores. (Llamas, s.f.)

Figura 6

El ESP8266



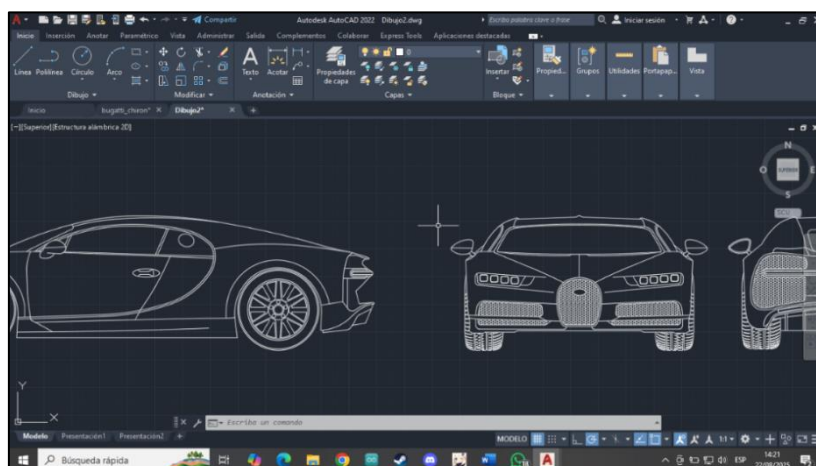
Nota. "Placa de desarrollo WIFI ESP8266". Fuente: (Llamas, s.f.)

2.2.6. Diseño Asistido por Computadora (CAD)

Generalmente conocido por sus siglas "CAD Computer – Aided Design" es una herramienta muy usada en áreas como ingeniería, diseño gráfico y arquitectura, permitiendo al usuario crear modelos bidimensionales como planos a modelos tridimensionales, donde la precisión y eficiencia resalta mucho más que con métodos tradicionales en papel, los softwares más conocidos que lideran la lista son "AutoCAD y SolidWorks". *Fuente:* (MCAD, 2022)

2.2.6.1. AutoCAD

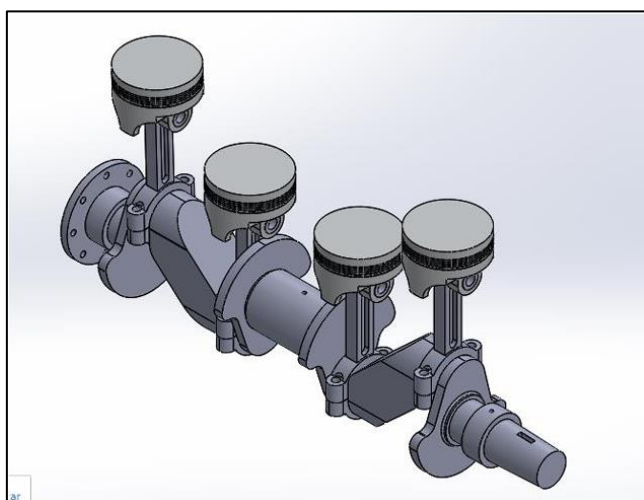
Es un programa desarrollado por Autodesk usado para diseñar, dibujos, planos y piezas optimizando el proceso de dibujo con precisión y reduciendo errores manuales. *Fuente:* (Alicia, s.f.)

Figura 7*Software AutoCAD*

Nota. "Software AutoCAD 2022". Fuente: (AUTODESK, s.f.)

2.2.6.2. SolidWorks

Es un programa creado por la empresa SolidWorks para la creación del modelado tridimensional, usado en ingeniería y diseño industrial facilitando al usuario la creación de piezas 3D, ensamblaje y dibujos donde igualmente resalta su eficiencia y precisión. *Fuente:* (SolidWorks, s.f.)

Figura 8*SolidWorks*

Nota. "Software SolidWorks 2020". Fuente: (SolidWorks, s.f.)



CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1. METODO DE INVESTIGACION

3.1.1. Enfoque de Investigación

Las características del estudio presentado son propias de un enfoque Cuantitativo por utilizar técnicas que permitieron recopilar variables mediante instrumentos y a su vez poder analizarlos, medirlos y restablecer relación entre ellos, se buscó precisión e interpretación de los resultados en función de las variables estudiadas.

3.1.2. Tipo de Investigación

El tipo de investigación es tecnológico de nivel aplicativo, por recurrir a una secuencia sistemática para el desarrollo de proyectos tecnológicos a la mano con la innovación, buscando determinar las relaciones de causa y efecto entre las variables mediante una manipulación de las variables independientes y observando los efectos de las variables dependientes permitiendo establecer relaciones causales.

3.1.3. Nivel de Investigación

El nivel de investigación es igualmente aplicativo, debido a que se utilizan conocimientos en automatización para el diseño y la implementación del sistema de control, el cual interviene directamente en el tanque de crianza de alevines.

3.2. AMBITO DE LA INVESTIGACION

El sistema automatizado de monitoreo y control para tanques destinados a la crianza de alevines será implementado en un espacio personal debido a las dimensiones del tanque, pero en base a las capacidades del sistema ya programadas, el sistema tiene la posibilidad de ser implementado en laboratorios de estudio de pisciculturas, espacios de pequeños acuicultores o mantenimiento de acuarios con tanques no mayores a los 100cm de altura.

3.3. POBLACION Y MUESTRA

La población aplicada vendría a ser el tanque utilizado para la investigación, basándonos en sistemas de criado existentes que serán monitoreados y controlados por el proyecto. La muestra sería el conjunto de alevines permitiendo obtener resultados que nos permitan analizar y mejorar las condiciones de crianza en la ciudad de Puno.

3.4. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOGIDA DE INFORMACION

Para la obtención de datos significativos para el desarrollo del estudio presentado, se empleó una entrevista semiestructurada con responsables en cuidado de alevines tanto ornamentales como de consumo para recopilar información sobre los procesos de crianza de alevines, limitaciones existentes, problemas frecuentes en el control de sus tanques y sus necesidades particulares para un control más eficiente.

Mediante la observación directa, se llevó a cabo una inspección de los métodos de control en los tanques de crianza, obteniendo datos como temperatura, nivel de agua y pH. Esta técnica ayudó a complementar la información de la entrevista pudiendo recopilar datos más precisos. "(Ver Anexo 2)".

3.5. RECOGIDA DE DATOS

La técnica combina el uso de sensores, controladores automáticos programables, sistemas de comunicación y una interfaz amigable para el usuario, con el fin de lograr un monitoreo y control eficiente en tiempo real en la crianza de alevines mediante la observación y recopilación de las variables en tiempo real.

3.6. ELECCION DE COMPONENTES Y DISPOSITIVOS

Se ha empleado las funciones del software de código abierto ARDUINO y librerías adicionales como LCDWIKI, SPI, OneWire, DallasTemperature, Servo, WiFiUDP, ESP8266WiFi, NTPClient y SoftwareSerial, para la programación adecuada de los sensores y la interfaces graficas que tendría dicho sistema de control, a su vez se escogieron los siguientes sensores y actuadores más adecuados para un correcto funcionamiento en tanques de crianza pequeños con el propósito de realizar un control eficiente en la crianza de alevines.

3.6.1. Librerías

3.6.1.1. Librería LCDWIKI

Diseñada para la programación de pantallas TFT de 8 y 16 bits, con controladores como ILI9325, ILI9328, ILI9341, HX8357D, HX8347G, HX8347I, ILI9486 y ST7735S. *Fuente:* (s.f., Github, s.f.)

3.6.1.2. Librería SPI

Diseñada con el propósito de permitir una comunicación serial tipo maestro y esclavo entre el Arduino y otros dispositivos como sensores, pantallas, etc.

Fuente: (Arduino, ArduinoDocs, 2023)

3.6.1.3. Librería OneWire

Permite la lectura y escritura de datos de múltiples sensores a través de un solo cable, por lo que simplemente ocupa un solo pin del Arduino, esencial para sensores como temperatura DS18B20. *Fuente:* (Martinez, 2015)

3.6.1.4. Librería DallasTemperature

Librería dedicada para la comunicación e interpretación de datos de un sensor de temperatura, especialmente del DS18B20 facilitando su lectura en grados Celsius, Kelvin o Fahrenheit, va de la mano con la librería OneWire.

Fuente: (Burton, s.f.)

3.6.1.5. Librería Servo

Como su nombre indica, esta librería permite el control de servomotores con el fin de controlar un punto preciso con respecto a la posición del servomotor, mediante el uso de pulsos de señal permite saber el ángulo al que debe girar dicho actuador. *Fuente:* (Margolis, 2024)

3.6.1.6. Librería WiFiUDP

Usado en dispositivos ESP, esta librería permite enviar y recibir datos mediante el Protocolo de Datagramas de Usuario (UDP) un protocolo utilizado en internet. *Fuente:* (Arduino, Arduino Docs, 2024)

3.6.1.7. Librería ESP8266WiFi

Librería especialmente usada en ESP8266 para que este dispositivo pueda acceder a internet convirtiéndose en una estación o actúen como puntos de acceso. *Fuente:* (Grokhotkov, 2017)



3.6.1.8. Librería NTPClient

Librería diseñada con el propósito en la obtención de datos en hora y fecha en tiempo real a través del Protocolo de Tiempo de Red, permitiendo sincronizar el ESP con el Tiempo Universal Coordinado (UTC).

Fuente: (Weinberg, 2022)

3.6.1.9. Librería SoftwareSerial

Permite simular los pines digitales del Arduino convirtiéndolos en puertos seriales RX, TX permitiendo la comunicación del Arduino con sensores u otros dispositivo Arduino con el fin de lograr un proyecto.

Fuente: (Arduino, Arduino Docs, 2022)

3.6.2. Componentes Sistema de Control (Circuito de Mando)

Para lograr un sistema de control, se mencionó anteriormente que deben existir sensores y actuadores que controlados correctamente por el microcontrolador pueden cumplir con las necesidades requeridas por el usuario, para el proyecto se consideró:

3.6.2.1. Arduino Mega 2560

Microcontrolador de tipo ATmega2560 utilizado para este proyecto que posee bastantes características, ideal para proyectos básicos y complejos debido a su gran cantidad de entradas y salidas que posee.

Tabla 3*Ficha de datos Arduino Mega 2560*

Descripción	Parámetros
Microcontrolador	ATmega2560
Memoria Flash	256KB
SRAM	8KB
Voltaje de funcionamiento	5V
Tensión de entrada	5V – 12V
Pines E/S	54 (15 de tipo PWM)
Entrada analógica	16
Rango de temperatura de operación	-25°C – 85°C
Cable de programación	USB - tipo B
Conexión a internet	No

Nota. Elaboración propia**3.6.2.2. ESP8266 WemosD1 Mini**

Utilizado en la investigación para realizar una comunicación serial con el Arduino mega con posibilidad a implementar futuras mejoras o nuevas funciones que puedan cumplir con nuevas necesidades posteriormente.

Tabla 4*Ficha de datos ESP8266 WemosD1*

Descripción	Parámetros
Microcontrolador	ESP8266
Memoria Flash	4MB
SRAM	96KB
Voltaje de funcionamiento	3,3V
Tensión de entrada	5V
Pines GPIO	11
Entrada analógica	1
Rango de temperatura de operación	-40°C – 125 °C
Cable de programación	USB - Tipo C
Conexión a internet	Si
Protocolo Conectividad	TCP/IP
Puerto Serial	3,3V

Nota. Elaboración propia

3.6.2.3. Pantalla TFT 3,5" ILI9486

Pantalla utilizada como una interfaz gráfica para mostrar el valor de variables y realizar un control según las necesidades del usuario

Tabla 5

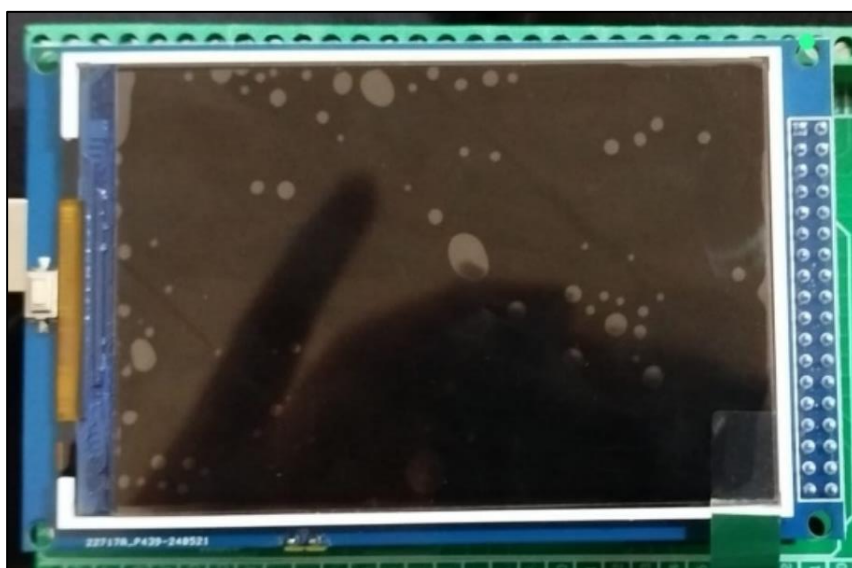
Ficha de datos Pantalla TFT 3,5"

Descripción	Parámetros
Voltaje de funcionamiento	3,3V
Tensión de entrada	5V
Corriente de funcionamiento	150mA
Controlador Grafico	ILI9486
Resolución	480p x 320p
Táctil	No
Pantalla a color	Si 16bits)

Nota. Elaboración Propia

Figura 9

Pantalla TFT 3,5"



Nota. "Módulo de pantalla 5V LCD TFT 3,5" 320p x480p". Fuente: (Aditya, 2024)

3.6.2.4. Pulsadores Analógicos

Matriz de pulsadores de conexión analógica, con una tensión de entrada de 5V, usado para modificar los parámetros del sistema de control.

Figura 10

Pulsadores Analógicos



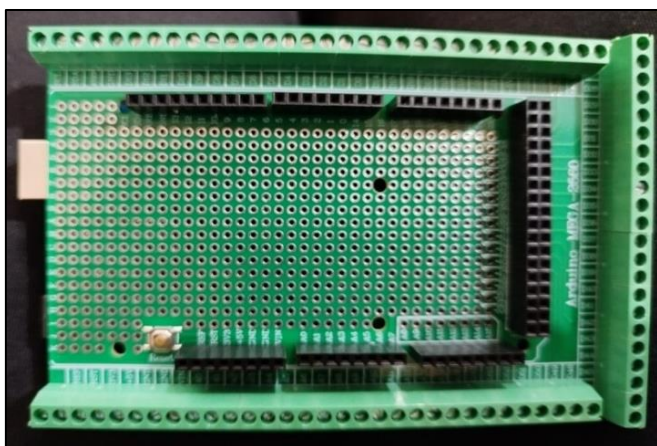
Nota. "Módulo expansión 5 teclas, 5V". Fuente: (keyestudio, s.f.)

3.6.2.5. PCB de terminales de tornillo para Arduino Mega 2560

Prototipo PCB para asegurar compatible con Arduino Mega2560 para garantizar una conexión segura y firme con los demás componentes.

Figura 11

Bloque de terminales



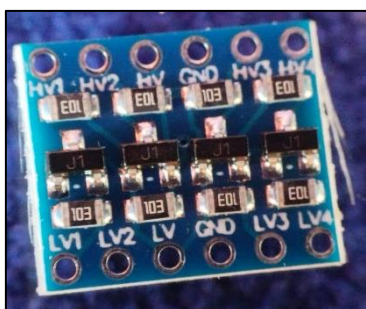
Nota. "Bloque de terminales de tornillo, compatible con Arduino MEGA". Fuente: (Electronica, s.f.)

3.6.2.6. Convertidor de nivel lógico bidireccional 5V a 3,3V

Placa electrónica que convierte las señales de 5V a 3,3V, esencial para la comunicación serial entre el Arduino Mega2560 y el ESP8266 ya que ambos microcontroladores trabajan en voltajes de 5V y 3,3V respectivamente.

Figura 12

Convertidor de Nivel Lógico



Nota. "Convertidor I2C 4 canales". Fuente: (Naylamp, Conversor de nivel lógico 4CH 5V/3.3V, s.f.)

3.6.2.7. Placa Control con regulador PWM (Actuador)

Circuito electrónico utilizado para controlar mediante modulación de ancho de pulso (PWM) la intensidad de iluminación o velocidad de motores.

Tabla 6

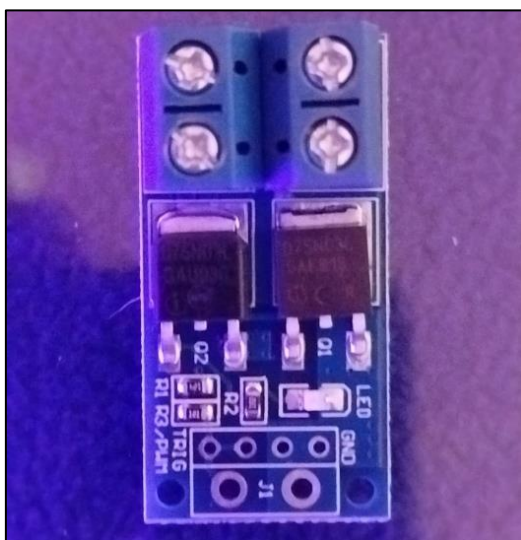
Ficha de datos Regulador PWM

Descripción	Parámetros
Voltaje de funcionamiento	3,3V – 20V
Tensión de entrada y salida	5V – 36V
Corriente máxima	15A
Rango de temperatura de operación	-40°C – 85°C

Nota. Elaboración Propia

Figura 13

Regulador PWM



Nota. “Módulo de accionamiento de interruptor MOSFET”. Fuente: (Aliexpress, s.f.)

3.6.2.8. Módulo Relé (Actuador)

Placa electrónica para el control del circuito de mando con el circuito de fuerza.

Tabla 7

Ficha de datos Relé 8 canales

Descripción	Parámetros
Voltaje de funcionamiento	5V-12V
Corriente en funcionamiento	90mA
Voltaje de carga	AC:250V / 10A DC: 30V/10A
Compuerta	NA / NC
Vida Util	10 Millones de veces

Nota. Elaboración Propia

Figura 14

Modulo relé 8 canales



Nota. "Módulo de relé optoacoplador de 8 canales". Fuente: (Naylamp, Módulo Relay 8CH 5VDC, s.f.)

3.6.3. Componentes Sistema de control (Circuito de mando - Sensores)

Componentes electrónicos que nos permitirán realizar un control preciso de las variables, en el desarrollo del proyecto se utilizó:

3.6.3.1. Sensor de Temperatura

Sensor para detectar niveles de temperatura en suelo y agua.

Tabla 8

Ficha de datos Sensor de Temperatura

Descripción	Parámetros
Sensor	DS18B20
Voltaje de Funcionamiento	3V – 5V
Rango de detección	-10°C – 85°C
Corriente en funcionamiento	1,5mA
Longitud cable	1m
Impermeabilidad	Si

Nota. Elaboración Propia

Figura 15*Sensor de Temperatura*

Nota. "DS18B20 impermeable 5V". Fuente: (Naylamp, Sensor de Temperatura Digital DS18B20, s.f.)

3.6.3.2. Sensor ultrasónico

Dispositivo que emite ondas ultrasónicas para medir la distancia física existente entre el sensor y un objeto

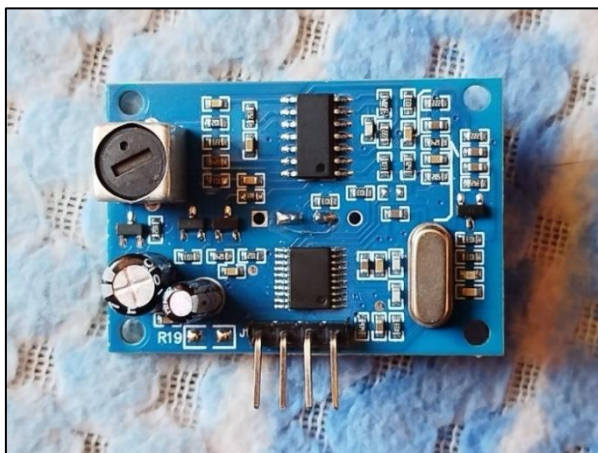
Tabla 9*Ficha de datos Sensor de Distancia Ultrasónico*

Descripción	Parámetros
Sensor	AJ-SR04M
Voltaje de Funcionamiento	5V
Rango de detección	20cm – 4,5m
Corriente en funcionamiento	30mA
Longitud cable	2,5m
Impermeabilidad	Si

Nota. Elaboración Propia

Figura 16

Sensor distancia ultrasónico



Nota. "Sensor ultrasónico impermeable 5V". Fuente: (Naylamp, Sensor Ultrasonido JSN-SR04T, s.f.)

3.6.3.3. Sensor pH

Electrodo sensible, capaz de detectar parámetros de pH en el agua, tales como alcalinidad o acidez detectando la actividad de iones de hidrogeno y representado su valor entre 0 y 14.

Tabla 10

Ficha de datos Sensor pH

Descripción	Parámetros
Sensor	PH BNC
Voltaje de Funcionamiento	5V
Rango de detección pH	0 – 14
Corriente en funcionamiento	5mA - 10m
Rango de temperatura	-10°C – 50°C
Impermeabilidad	Si

Fuente. Elaboración Propia

Figura 17

Sensor de pH



Nota. "Sensor regulador de PH líquido 5V, PH BNC 0 – 14". Fuente: (Electromania, s.f.)

3.6.4. Componentes Sistema de control (Circuito de Potencia – Actuadores)

Equipos que nos ayudan a interpretar las señales eléctricas del microcontrolador y convertirla en una acción física, para la investigación se utilizó:

3.6.4.1. Varilla calefactora

Equipo utilizado para subir la temperatura del agua.

Tabla 11

Ficha de datos varilla calefactora

Descripción	Parámetros
Material	Acero Inoxidable
Voltaje de funcionamiento	24V DC
Potencia	50W
Longitud de cable	1m

Nota. Elaboración Propia

Figura 18

Varilla calefactora



Nota. "Varilla calefactora de agua, 24V 50W". Fuente: (AIIICIO, s.f.)

3.6.4.2. Electrobomba

Dispositivo capaz de succionar agua y empujarla hacia un determinado lugar mediante canales, en el caso del estudio presentado se utiliza mangueras.

Tabla 12

Ficha de datos Electrobomba

Descripción	Parámetros
Voltaje de funcionamiento	24V DC
Corriente en funcionamiento	400mA
Potencia	5.8W
Tasa de Flujo	240L / H
Ruido	> 40dB
Impermeabilidad	Si

Nota. Elaboración Propia

Figura 19

Electrobomba



Nota. "Bomba de tanque, motor sin escobillas, 24V". Fuente: (Store S. O., s.f.)

3.6.4.3. Electroválvula

Dispositivo que controla el paso de fluido o gases abriendo o cerrando la válvula, para el sistema de control se eligió una electroválvula de tipo normalmente cerrado "NC".

Tabla 13

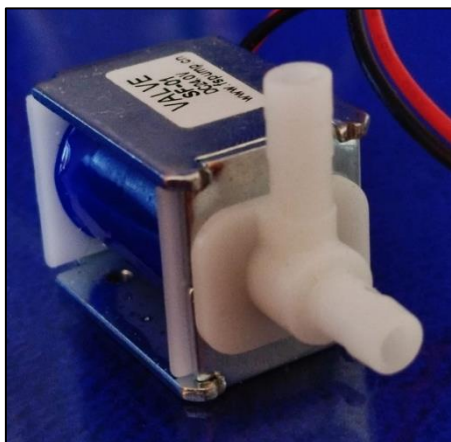
Ficha de datos Electroválvula

Descripción	Parámetros
Voltaje de funcionamiento	24V DC
Corriente en funcionamiento	< 100mA
Potencia	< 3W
Gama de Presion	0-450mmhg
Temperatura de Funcionamiento	0°C – 55°C
Impermeabilidad	No

Nota. Elaboración Propia

Figura 20

Electroválvula



Nota. "Mini válvula solenoide 24V". Fuente: (Store M. S., s.f.)

3.6.4.4. Servomotor

Motor que permite un control preciso de la velocidad, posición y aceleración, además posee un torque considerable.

Tabla 14

Ficha de datos Servomotor

Descripción	Parámetros
Servomotor	SG90 9G 360°
Voltaje de funcionamiento	3V – 7,2V
Torque	1.3kg/cm – 1.5kg/cm
Angulo rotación 180°	4ms
Temperatura de Funcionamiento	0°C – 55°C
Impermeabilidad	No

Nota. Elaboración Propia

Figura 21

Servomotor



Nota. "Servomotor SG90 360° 5V". Fuente: (Naylamp, Micro Servo SG90 1.5Kg, s.f.)

3.6.4.5. Bomba de vacío de aire

Dispositivo que funciona con un motor, el movimiento de este motor permite la succión de aire mediante un diafragma de vacío y la empuja mediante otro canal de salida, se pueden conectar mangueras para el transporte del aire.

Tabla 15

Ficha de datos, Bomba de vacío

Descripción	Parámetros
Bomba	370 Air Pump
Voltaje de funcionamiento	3V – 6V
Corriente de funcionamiento	210mA – 320mA
Flujo de aire	1.5 – 2.5 L/ m
Rango de presión	400 – 750 mmHg
Rango de temperatura	5°C – 55°C

Nota. Elaboración Propia

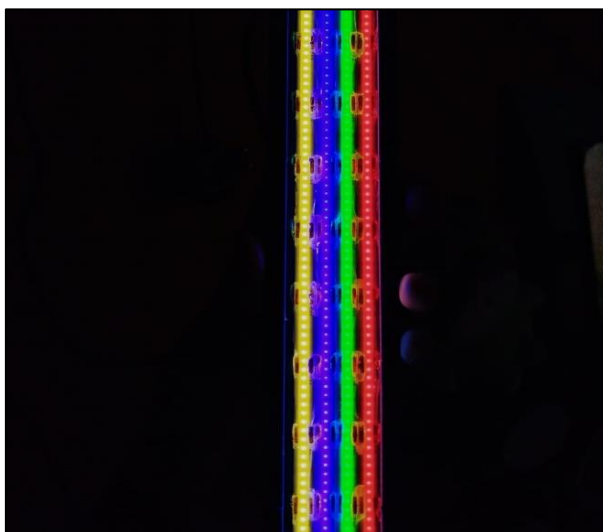
Figura 22*Bomba de Vacío*

Nota. "Bomba de vacío de aire, 5V". Fuente: (Store M. W., s.f.)

3.6.4.6. Luces Led

Tira que permite la iluminación artificial lineal y en alta densidad, de distintos colores.

Para el trabajo de investigación se utilizaron cuatro tiras de luces led con colores rojo, verde, azul y blanco (RGBW).

Figura 23*Luces Led*

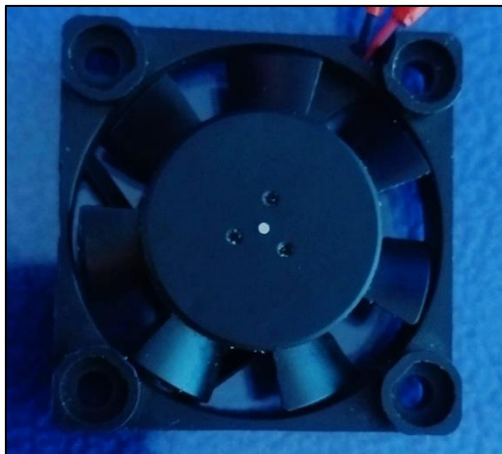
Nota. "Luces LED COB Flexible 5V". Fuente: (store, s.f.)

3.6.4.7. Ventilador

Dispositivo utilizado para refrigerar un sistema disipando el calor y evitar su sobrecalentamiento, el ventilador elegido cuenta con un voltaje de funcionamiento de 5 V y una corriente de funcionamiento de 200mA.

Figura 24

Ventilador



Nota. “Ventilador de refrigeración 40mm, 5v”. Fuente: (Naylamp, Ventilador axial 40*40mm 5VDC, s.f.)

3.6.5. Componentes Sistema de control (Alimentación)

Se utilizaron 5 fuentes de alimentación todas con una tensión de entrada de 220V AC / 60Hz, pero con salidas de tensión y corrientes diferentes, con el fin de poder energizar cada componente con su respectiva tensión de entrada.

Tabla 16

Fuentes de alimentación

Fuentes de Alimentación, Tensión de entrada: 100 – 240V AC 50 / 60 Hz	
Tensión de Salida	Aplicación
24V – 2.5A DIN	Varilla calefactora
24V – 0.63A DIN	Electrobombas, Electroválvulas
5v – 2.4A DIN	Modulo relé, Pantalla TFT, Ventiladores, Iluminación LED, Módulos PWM, Bomba de aire, Servomotor
5V – 1A	Arduino Mega2560
5v – 1A	ESP8266 WemosD1 Mini

Nota. Elaboración Propia

Figura 25

Fuentes de Alimentación



Nota. “Fuente de alimentación conmutada de carril DIN 5V. y 24V”. Fuente: (STORE, s.f.)

CAPITULO IV

ANALISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. PRESENTACION

La ejecución del estudio presentado se desarrolló en 4 fases:

4.1.1. Primera fase

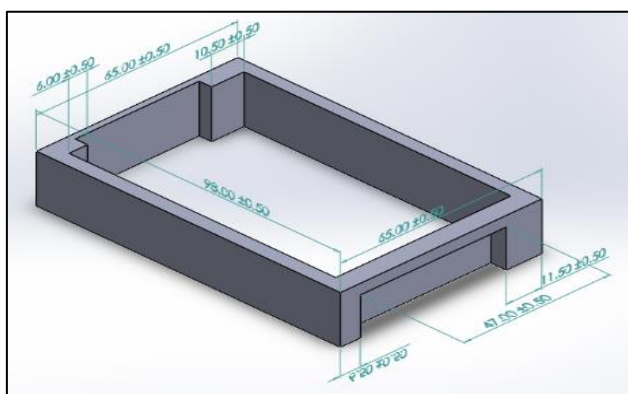
Consistió en la creación del gabinete de control donde se insertarían los componentes electrónicos y a su vez en el diseño de piezas y soportes 3D con el programa "SolidWorks" tomando en cuenta las medidas reales de cada componente electrónico que iría adentro del gabinete de control.

4.1.1.1. Diseño de soporte de la pantalla

Para la pantalla TFT 3.5"

Figura 26

Diseño soporte pantalla vista isométrica, SolidWorks



Nota. Elaboración Propia

Figura 27

Ensamblaje de la pantalla



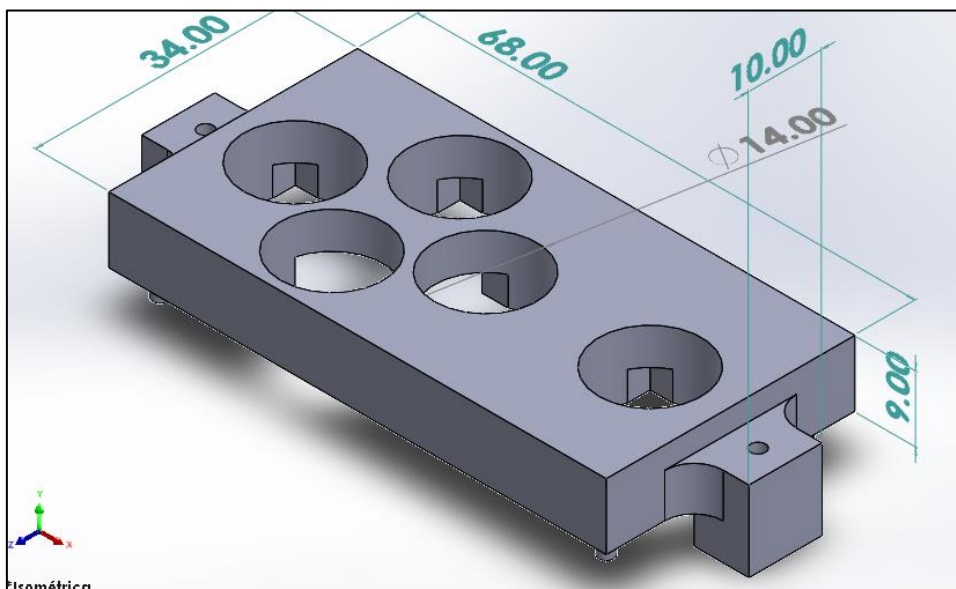
Nota. Elaboración Propia

4.1.1.2. Diseño Botones Analógicos

Carcasa de protección para los botones analógicos

Figura 28

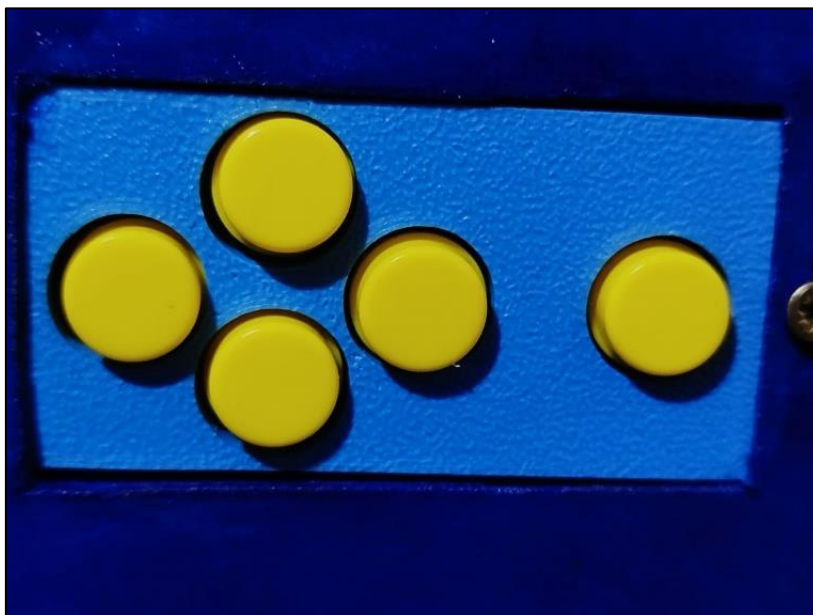
Diseño Soporte Pulsadores, vista isométrica. SolidWorks



Nota. Elaboración Propia

Figura 29

Ensamblaje de los pulsadores



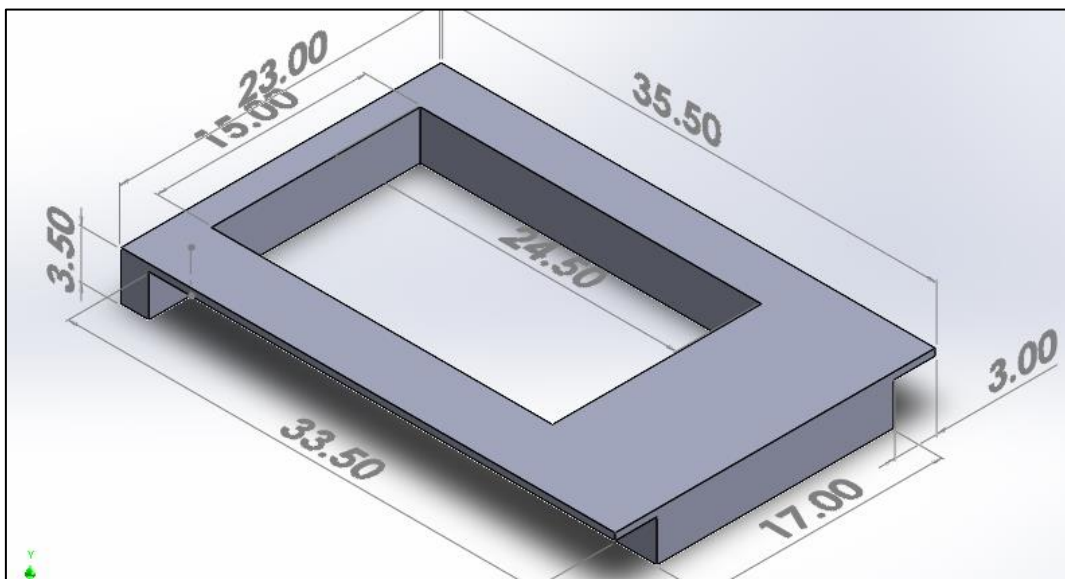
Nota. Elaboración Propia

4.1.1.3. Diseño de soporte para el ESP8266

Pieza utilizada con el fin de darle sujeción al ESP8266

Figura 30

Diseño soporte ESP8266 vista isométrica. SolidWorks



Nota. Elaboración Propia

Figura 31*Ensamblaje ESP8266**Nota.* Elaboración Propia

4.1.1.4. Diseño soporte sensor de distancia ultrasónico

El siguiente diseño consiste en dos partes, la creación del soporte de la placa electrónica y del sensor.

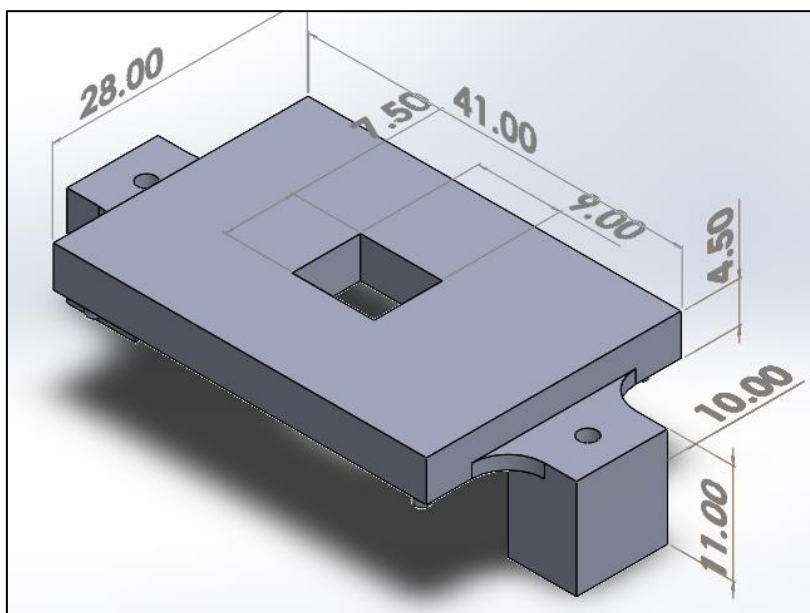
Figura 32*Diseño Soporte PCB S.U., vista isométrica. SolidWorks**Nota.* Elaboración Propia

Figura 33*Ensamblaje PCB S.U.**Nota.* Elaboración Propia

4.1.1.5. Diseño soporte para los conectores

El diseño consistió en un soporte para instalar los conectores que serían utilizados por el gabinete de control para su comunicación con los sensores y actuadores que irían ubicados afuera del gabinete de control, consistió en 3 entradas USB y 6 conectores positivo y negativo tipo hembra.

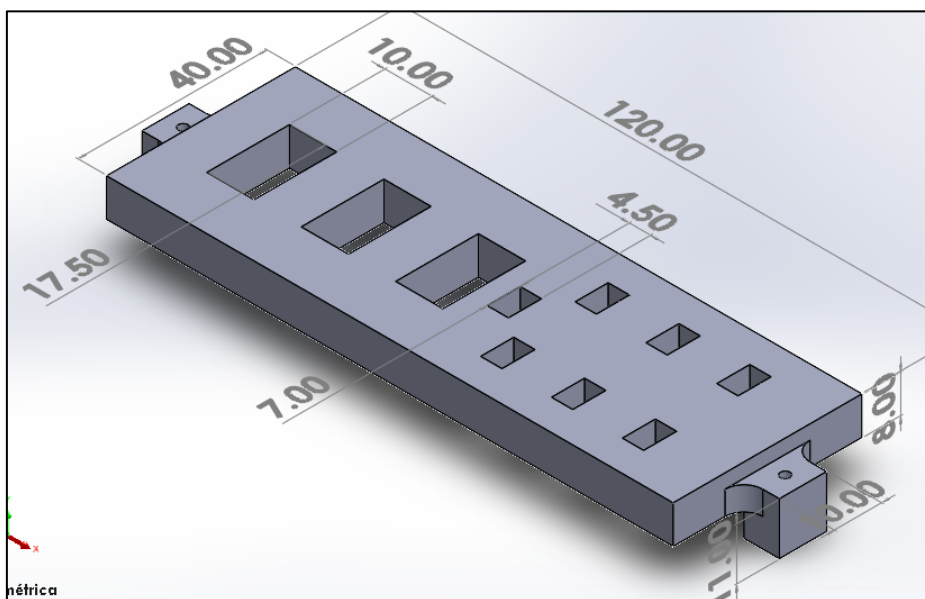
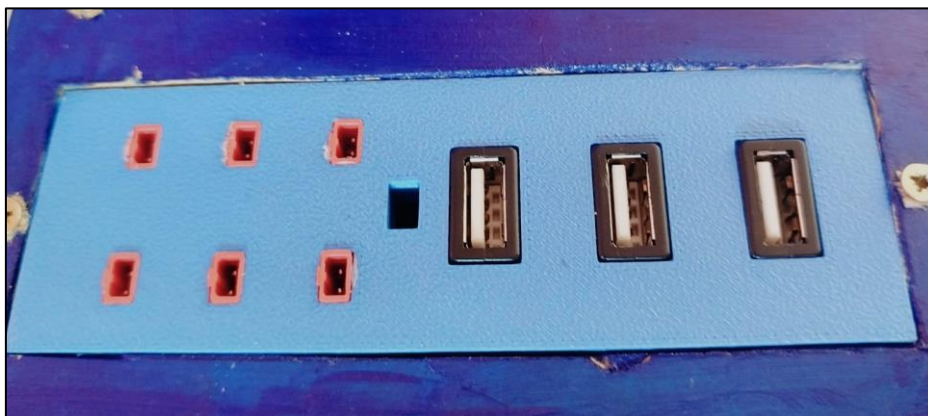
Figura 34*Diseño soporte conectores, vista isométrica. SolidWorks**Nota.* Elaboración Propia

Figura 35

Ensamblaje de los conectores



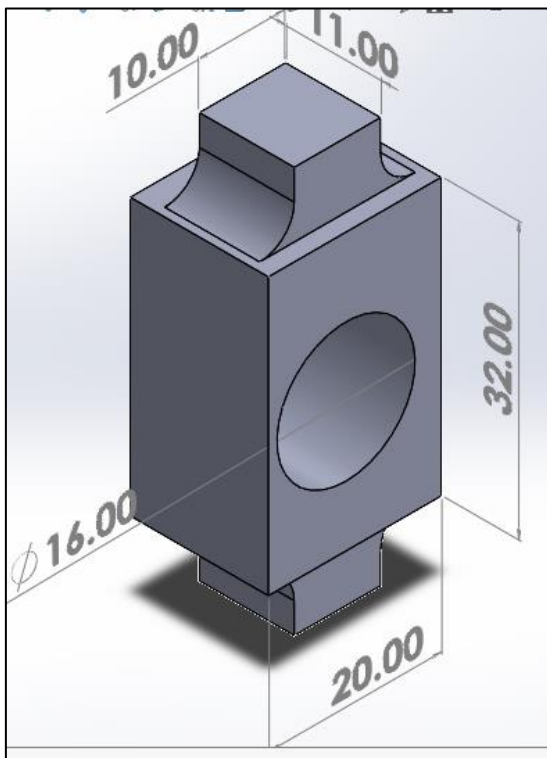
Nota. Elaboración Propia

4.1.1.6. Soporte PCB sensor pH

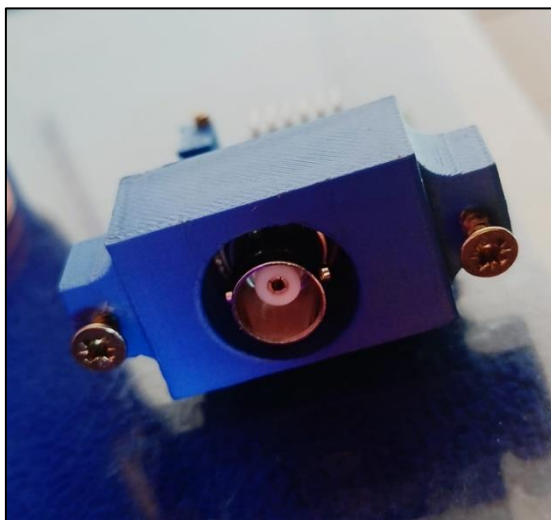
El siguiente diseño se utilizó como soporte para la PCB del sensor de pH.

Figura 36

Soporte PCB pH, vista isométrica. SolidWorks



Nota. Elaboración Propia

Figura 37*Ensamblaje PCB pH**Fuente.* Elaboración Propia**4.1.1.7. Soporte AC Euro Plug macho**

Diseñado para la sujeción del Plug que permitiría la conexión del gabinete al tomacorriente.

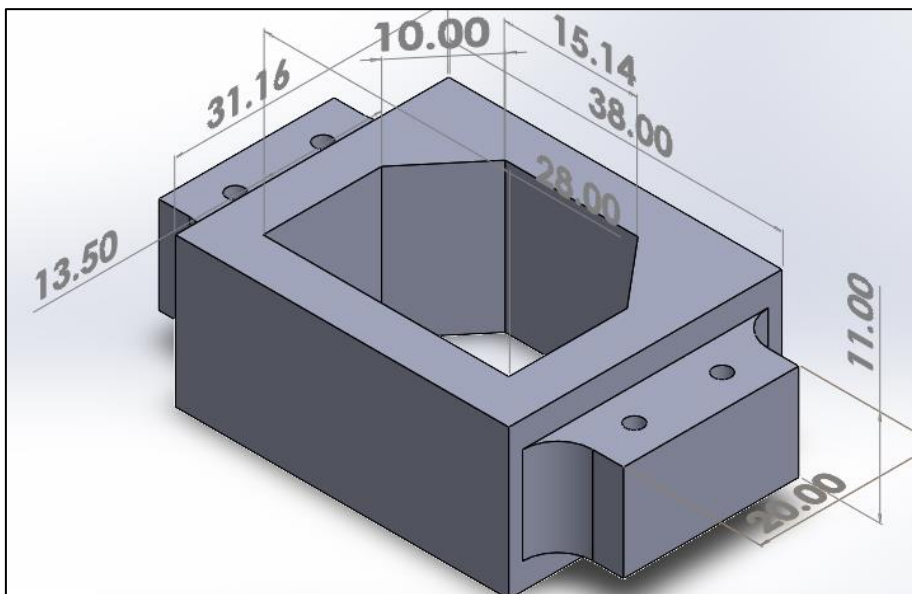
Figura 38*Diseño soporte Euro Plug, vista isométrica. SolidWorks**Nota.* Elaboración Propia

Figura 39*Ensamblaje Euro Plug**Nota. Elaboración Propia***4.1.1.8. Soporte ventilador**

Diseño utilizado para la instalación del ventilador que brindaría al gabinete de control una refrigeración y evitar su sobrecalentamiento, se tomó en consideración dos ventiladores.

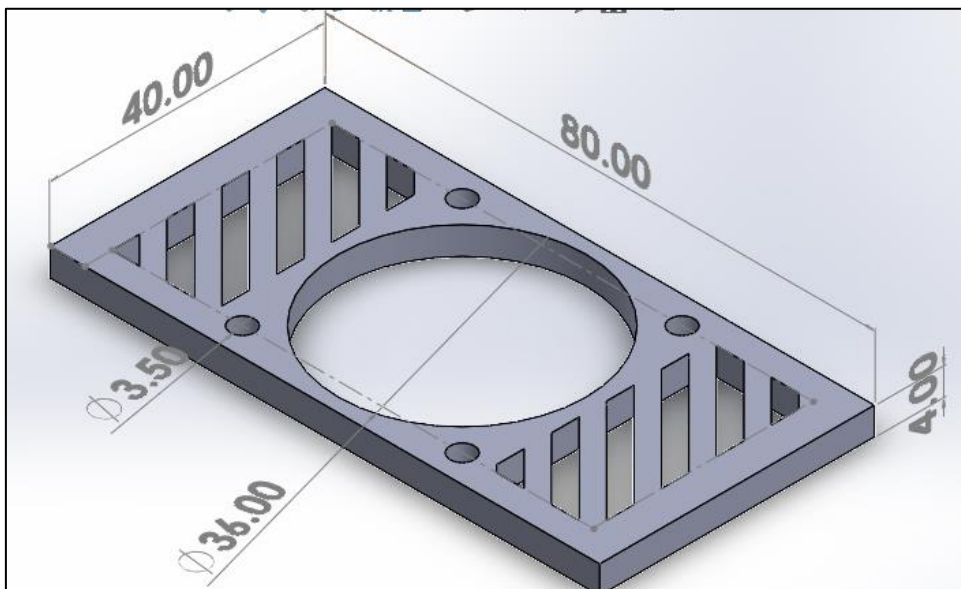
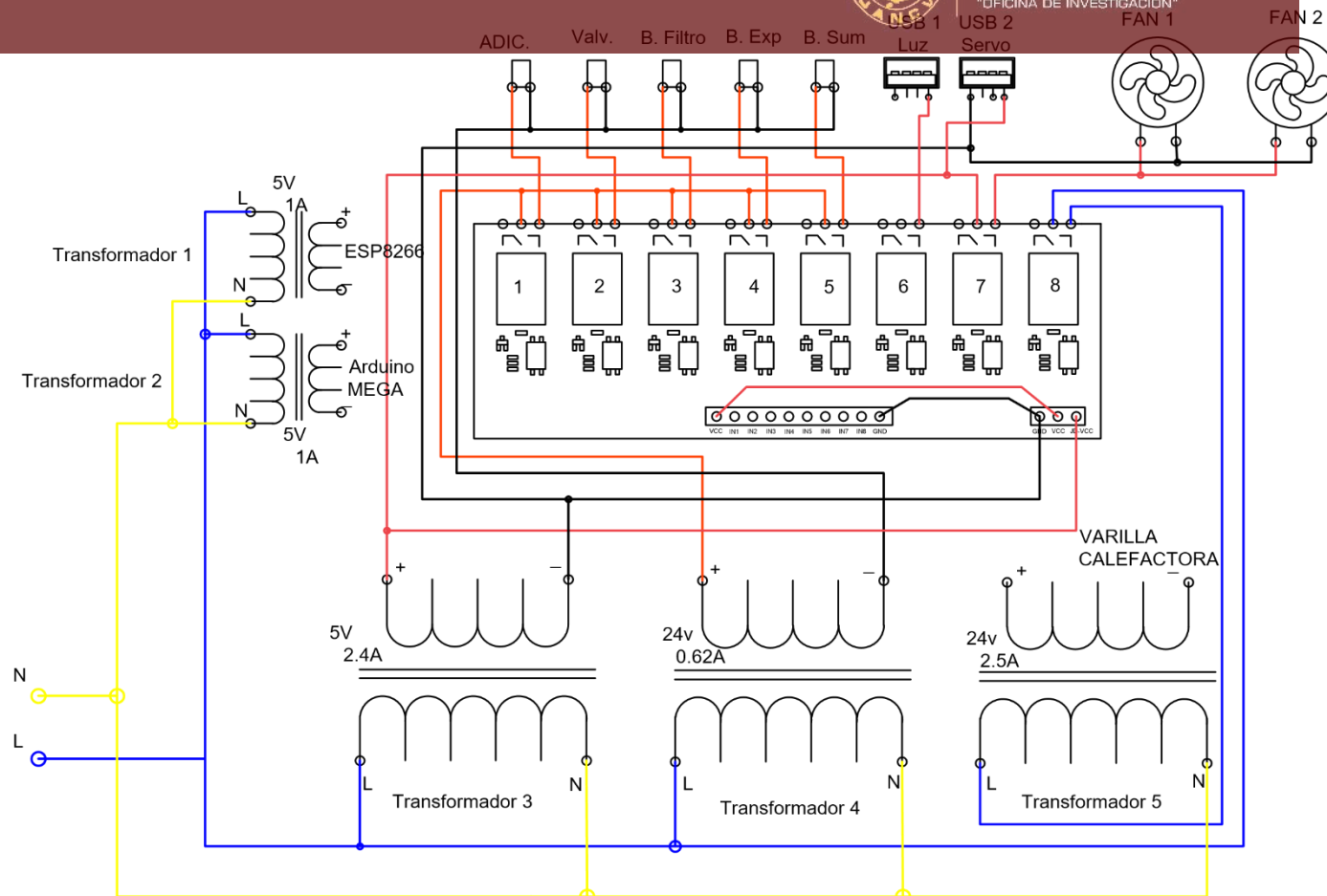
Figura 40*Diseño soporte ventilador, vista isométrica. SolidWorks**Nota. Elaboración propia*

Figura 41*Ensamblaje Ventilador**Nota.* Elaboración Propia

4.1.2. Segunda fase

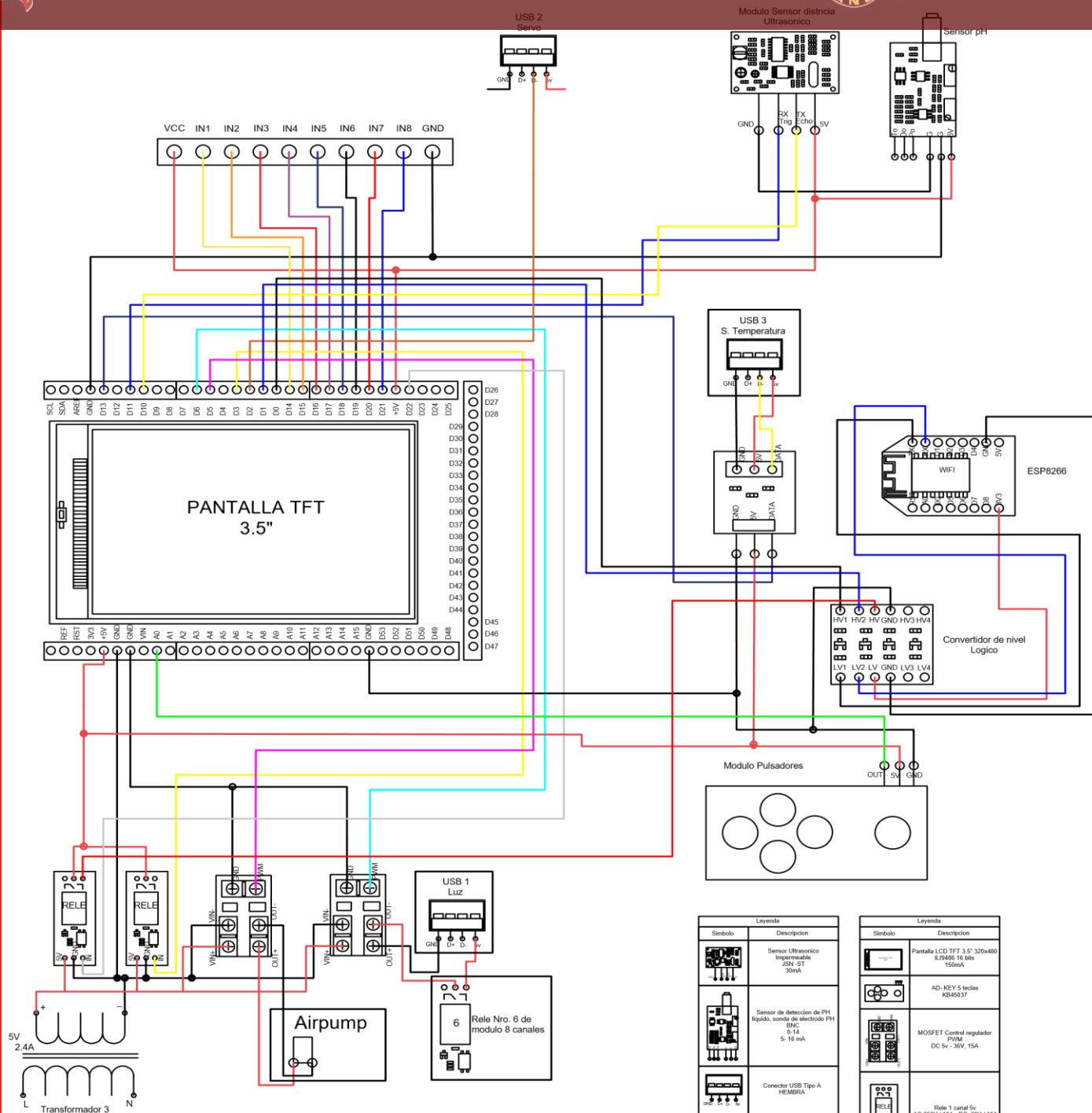
En esta fase se desarrolló el cableado del gabinete de control teniendo como base un esquema eléctrico desarrollado en AutoCAD, este esquema representa la correcta integración y funcionamiento de todos los componentes del sistema, en esta fase se estableció con mucho cuidado el diagrama respetando los niveles de voltaje requeridos por cada elemento, con el propósito de garantizar la seguridad, eficiencia y compatibilidad del control.

A continuación, se presenta el esquema eléctrico que refleja de manera precisa el orden y distribución de los componentes y sus conexiones, esperando pueda servir como una guía visual y pueda ayudar en futuras verificaciones el sistema.



Leyenda	
Simbolo	Descripcion
	Transformador (Fuente de alimentacion DIN) Voltaje Entrada: 90 - 246V AC Voltaje Salida: 5V Y 24V DC
	Relé de 8 canales 5V AC: 250V / 10A - DC: 30V/10A 90mA
	Conector Positivo y Negativo
	Conector USB Tipo A HEMBRA
	Ventilador (FAN 1 Y 2) 200mA

Establecimiento: Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez		Hoja No 1	
Carrera: Ingeniería Mecatrónica		2	
Grado:		Contenido: Esquema Electrico de Sistema de Control	
Docente:		Primera parte	
Alumno: Luigi Paolo Gonzales C.		Escala:	Fecha: 15 / 08 / 25
		Mesa:	



Simbolo	Descripción
	Sensor Ultrasonico Impermeable JSN-ST 30mA
	Sensor de detección de pH Igualado, sonda de electrode pH BNC 6-14 5-10 mA
	Conector USB Tipo A HEMBRA
	Módulo de desarrollo ESP8266 WIFI compatible con Arduino 50mA - 170mA
	Sensor de temperatura DS18B20 impermeable 5mA
	Convertidor de nivel logico bidireccional 5V a 3.3V 1mA - 2mA
	Placa de escape de terminales de tornillo compatible con MEGA2560 R3

Simbolo	Descripción
	Pantalla LCD TFT 3.5" 320x480 L2940 15 mA 150mA
	AD-KEY 5 teclas K204037
	MOSFET controlador PNM DC 5V - 30V, 15A
	Relé 1 canal 5V AC 250V / 15A - DC 30V / 15A 70-80mA
	Conector Positivo y Negativo
	Relé Nro 6 del modulo relé de 8 canales 5V AC 250V / 15A - DC 30V/15A 90mA
	Transformador (Fuente de alimentación DIN) Voltaje Entrada: 9V - 240V AC Voltaje Salida: 5V DC / 3A

Establecimiento:	Universidad Andina Nestor Cerdes Velasquez	Hoja No	2
Carrera:	Ingeniería Mecatrónica		2
Grado:		Contenido:	Esquema Electrico de Sistema de Control
Docente:			Segunda parte
Alumno:	Luigi Paolo Gonzales C.	Escala:	Fecha:
			15 / 08 / 25
			Mesa:

4.1.3. Tercera fase

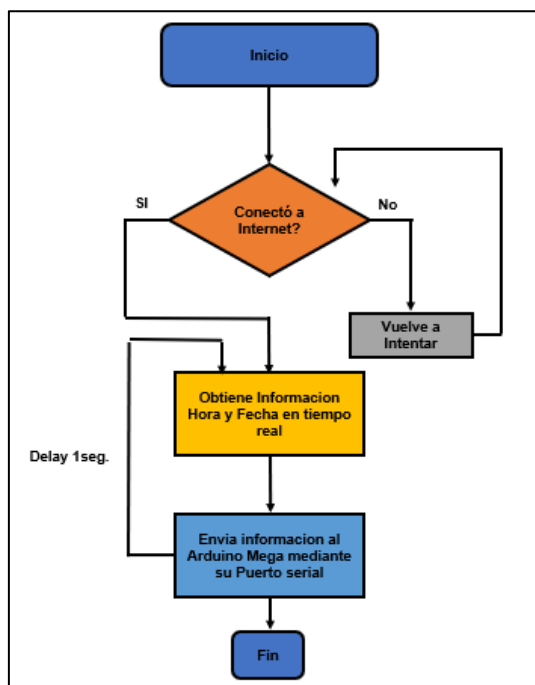
Consistió en la programación del Arduino MEGA y del ESP8266 con la IDE de Arduino, con el fin de establecer el control necesario cumpliendo los objetivos específicos propuestos y concluyendo con el funcionamiento del sistema, y el diseño de algunas piezas 3D adicionales funcionando como soporte de algunos sensores que estaban ubicados fuera del gabinete.

4.1.3.1. Programación del ESP8266

Para este proyecto el ESP8266 tiene como función, obtener la fecha y hora en tiempo real, convirtiéndose en un cliente NTP desde "pool.ntp.org" guiándonos de un pequeño diagrama de flujo de cómo funciona el código de programación.

Figura 42

Diagrama de flujo ESP8266



Nota. Elaboración Propia

Asimismo, tenemos el código de programación realizado en la IDE de Arduino que cumple con el diagrama de flujo realizado, empezando por la definición de librerías a utilizar

Figura 43

Definición de Librerías ESP8266

```
FECHA_Y_HORA_TIEMPO_REAL_FINALino
1  #include <ESP8266WiFi.h>
2  #include <WiFiUdp.h>
3  #include <NTPClient.h>
4  #include <SoftwareSerial.h>
```

Nota. Elaboración Propia

Después, declaramos la salida de los puertos seriales que abrirán una comunicación con el Arduino Mega, de la misma manera se inserta los datos de las redes WIFI, donde utilizare dos redes, la de hogar y la de mi teléfono, insertando sus respectivas contraseñas de cada uno.

Figura 44

Declaración de Redes ESP8266

```
7  SoftwareSerial espSerial(0,1); //Se declara salidas RX y TX del esp8261
8
9  const char* ssid[] = {
10     "ORIGAMI-2.4G",
11     "Origamii07",
12 };
13
14 const char* password[] = {
15     "Plu*****10",
16     "12*****",
17 };
18
19 const int numinternet = sizeof(ssid) / sizeof(ssid[0]);
20
```

Nota. Elaboración Propia

Por consiguiente, configuramos la zona horaria y NTP, como el lugar donde se realiza el proyecto es en la ciudad Puno – Perú, este se encuentra en una zona horaria “-5 UTC.”

Figura 45**Configuración UTC**

```
22 // Configuración del Protocolo de Tiempo de Red
23 const long utcOffsetInSeconds = -18000; // Diferencia del tiempo en segundos (UTC -5 PERU)
24 WiFiUDP udp;
25 NTPClient timeClient(udp, "pool.ntp.org", utcOffsetInSeconds);
```

Nota. Elaboración Propia

Se utiliza el valor “-18000” del resultado de la zona horaria y su conversión a segundos.

$$-5 h * 3600 \frac{s}{h} = x$$

$$-5 * 3600s = x$$

$$-18000s = x$$

Después seguimos con la configuración del “Void Setup” en la que se dará inicio a la comunicación serial y los intentos del microcontrolador para conectarse a alguna de las dos redes ya mencionadas.

Figura 46**void setup ESP8266**

```
27 void setup() {
28   Serial.begin(115200);
29   Serial1.begin(115200);
30   WiFi.mode(WIFI_STA);
31   WiFi.disconnect();
32
33   for (int i = 0; i < numinternet; i++) {
34     WiFi.begin(ssid[i], password[i]); //Inicia la comunicacion con el Wifi
35     int intentos = 0;
36     const int maxintentos = 20; // Número de intentos
37     while (WiFi.status() != WL_CONNECTED && intentos < maxintentos) {
38       delay(500);
39       intentos++;
40     }
41     if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
42       break;
43     }
44   }
45
46   for (int i = 0; i < numinternet; i++) {
47     WiFi.begin(ssid[i], password[i]); //Inicia la comunicacion con el Wifi
48     int intentos = 0;
49     const int maxintentos = 20; // Número de intentos
50     while (WiFi.status() != WL_CONNECTED && intentos < maxintentos) {
51       delay(500);
52       intentos++;
53     }
54     if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
55       break;
56     }
57   }
58
59   timeClient.begin();
60   timeClient.setTimeOffset(-18000);
61 }
```

Nota. Elaboración Propia

Finalizando la programación del ESP8266 terminamos con el “loop” donde obtiene la fecha y hora en tiempo real, separando dicha información correctamente utilizando las funciones que ofrece cada librería con el propósito de enviar los datos al Arduino Mega mediante su puerto serial, actualizando la información cada segundo.

Nuevamente recordar que el ESP8266 y el Arduino Mega trabajan con diferentes voltajes y para lograr una comunicación serial entre ambos es necesario el uso de convertidor de nivel lógico de 5V a 3,3V o viceversa.

Figura 47

void loop ESP8266

```
51 void loop() {  
52 // Actualiza el cliente NTP  
53 timeClient.update(); //Actualiza el cliente NTP  
54 time_t epochTime = timeClient.getEpochTime();  
55 struct tm *ptm = gmtime ((time_t *)&epochTime);  
56 int dia = ptm->tm_mday;  
57 int mes = ptm->tm_mon+1;  
58 int año = ptm->tm_year+1900;  
59 String Fecha=String(dia)+ "-" +String(mes)+ "-" +String(año);  
60 Serial.print(timeClient.getFormattedTime()+" "+Fecha);  
61 Serial.println();  
62  
63 delay(1000);  
64  
65 }
```

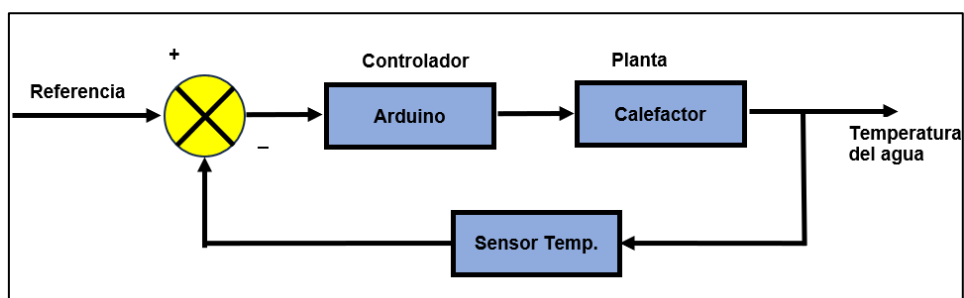
Nota. Elaboración Propia

4.1.3.2. Programación del Arduino Mega 2560

La programación del microcontrolador implica controlar las variables recibiendo en tiempo real la información que emiten los sensores, donde son procesados y el microcontrolador toma una acción mediante los actuadores para cumplir con el valor de las variables según su valor configurada por el usuario, además mencionar que la función “millis()” nos permitió el control de todas las variables al mismo tiempo y la ejecución de su parte de control respectivamente.

La programación de las variables consta de 8 partes:

1. **Temperatura:** Primera función importante del sistema de control, permite monitorear y controlar la temperatura del agua del tanque control según las necesidades del usuario.

Figura 48*Diagrama de Bloques Temperatura*

Nota. Elaboración Propia

El código igualmente se realizó en la IDE de Arduino, definiendo las variables considerando las entradas y salidas físicas del sensor y actuador según el esquema eléctrico.

Figura 49*Fijar Temperatura*

```
571 //////////////////////////////////////////////////AJUSTAR TEMPERATURA //////////////////////////////////////
572 if(opcion == 1 && set == true && ok == true){
573     if( PushUp == true){
574         settemp = settemp+1;
575         if(settemp > settempmax){
576             settemp = 16;
577         }
578
579         PushUp = false;
580         Serial.print(PushUp);
581     }
582
583     if (PushDown == true) {
584         settemp = settemp-1;
585         if (settemp < settempmin) {
586             settemp = 30;
587         }
588
589         PushDown = false;
590         Serial.print(PushDown);
591     }
592 }
```

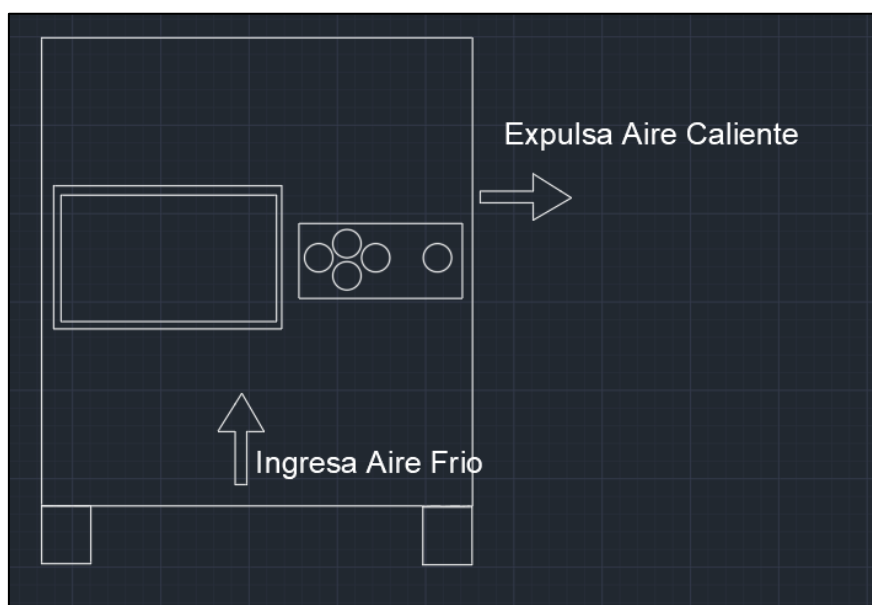
Nota. Elaboración Propia

Figura 50*Lectura de datos y control de temperatura*

```
1195 //////////////////////////////////////////////////TEMPERATURA////////////////////////////////////
1196 if (currentMillis - previousMillistemperatura >= intervaltemperatura) {
1197     previousMillistemperatura = currentMillis;
1198     sensors.requestTemperatures();
1199     float temperatureC = sensors.getTempCByIndex(0); //LEE TEMPERATURA EN GRADOS CELSIUS
1200     int temperatureP = sensors.getTempCByIndex(0);
1201     int estado = digitalRead(pinEntrada); // lee pin de entrada del sensor
1202     String temp= String((int)temperatureP); // convierte el valor de temperatura para mostrar en pantalla
1203     Serial.print("Temperatura: ");
1204     Serial.print(temperatureC);
1205     Serial.println(" °C");
1206
1207     if (temperatureC <= settemp) {
1208         digitalWrite(Temperatura, LOW); //Enciende calefactor
1209         digitalWrite(Ventilador, LOW); //Enciende ventilador
1210     } else if (temperatureC >= settemp+0.7) {
1211         digitalWrite(Temperatura, HIGH); // apaga ventilador
1212         digitalWrite(Ventilador, HIGH); // apaga calefactor
1213     }
1214 }
```

Nota. Elaboración Propia

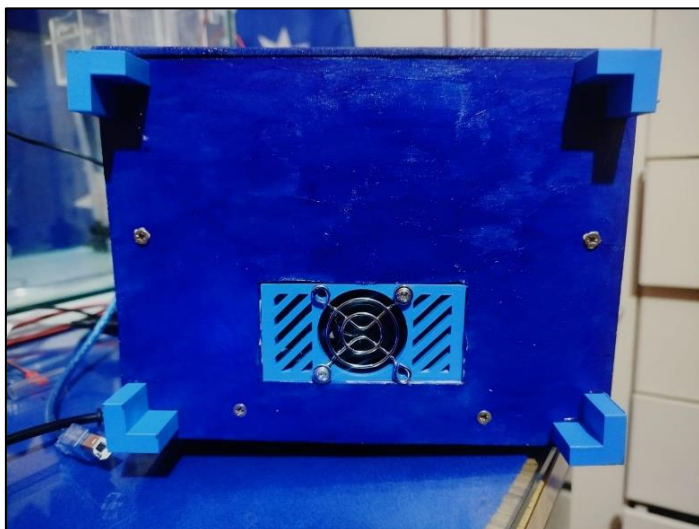
Considerando que la varilla calefactora es de una potencia considerable, esto resultó que el transformador que lo energiza según su esquema eléctrico tienda a incrementar su temperatura, es por ese motivo que se instaló un sistema de refrigeración justamente cuando este evento suceda.

Figura 51*Dibujo sistema de Ventilación*

Nota. Elaboración Propia

Figura 52

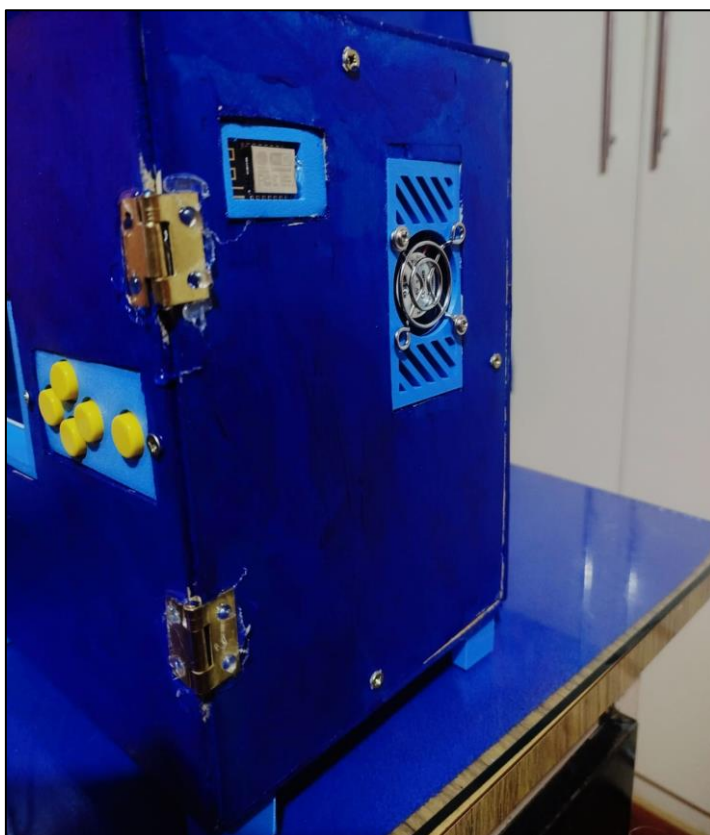
Ventilador de entrada aire



Nota. Elaboración propia

Figura 53

Ventilador salida aire



Nota. Elaboración Propia

Como la ciudad de Puno su clima es frío, para seleccionar alevines que sean de aguas frías, la temperatura ambiente suele ser favorable para hacer un control eficiente, sin embargo, se consideró una salida adicional para insertar algún actuador que pueda disminuir la temperatura considerando su temperatura ambiente, por ejemplo, un ventilador. Entonces si la temperatura deseada es mayor a la temperatura ambiente, el sistema hará uso de su varilla calefactora, si la temperatura deseada es menor a la temperatura ambiente, el sistema hará uso de la salida adicional para el uso de un ventilador, esto con el propósito de alcanzar la temperatura deseada.

Tabla 17

Rangos de temperatura Considerando clima de Puno

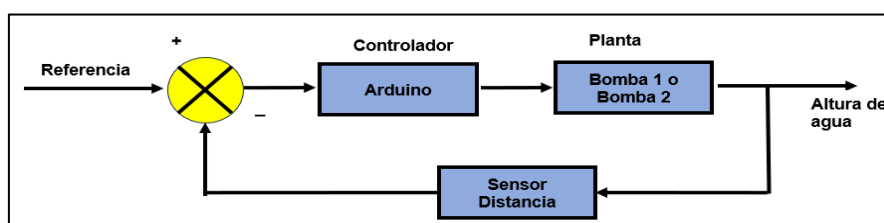
Minino	Ambiente	Máximo
9	10	11
12	13	14
15	16	17
18	19	20
21	22	23
24	25	26
27	28	29
30		

Nota. Elaboración Propia

2. **Control Nivel Agua:** Segunda función importante del sistema de control, su influencia reside en la cantidad de oxígeno disponible y en la estabilidad de la temperatura.

Figura 54

Diagrama bloques control nivel de agua



Nota. Elaboración Propia

Figura 55*Fijar altura física del tanque*

```
656 //////////////////////////////////////////////////AJUSTAR ALTURA DEL TANQUE ///////////////////////////////////
657 ✓ if(opcion == 2 && set1 == true && ok == true){
658 ✓   if( PushUp == true){
659 ✓     settank = settank+5;
660 ✓     if(settank > tankmax){
661       settank = tankmin;
662     }
663   }
664   PushUp = false;
665 }
666
667 ✓ if (PushDown == true) {
668   settank = settank-5;
669   if (settank < tankmin) {
670     settank = tankmax;
671   }
672   PushDown = false;
673 }
674
675 ✓ }
676 settankfinal = String(settank);
```

Nota. Elaboración propia**Figura 56***Fijar altura de agua*

```
684 watermin = 0.35 * settank;
685 watermax = 0.85 * settank;
686
687 if(opcion == 2 && set == true && ok == true){
688   if( PushUp == true){
689     setwater = setwater+1;
690     if(setwater > watermax){
691       setwater = watermin;
692     }
693   }
694   PushUp = false;
695   Serial.print(PushUp);
696 }
697
698 if (PushDown == true) {
699   setwater = setwater-1;
700   if (setwater < watermin) {
701     setwater = watermax;
702   }
703 }
704 PushDown = false;
705 Serial.print(PushDown);
```

Nota. Elaboración Propia

Con el tiempo el agua tiende a evaporarse, por lo tanto, el nivel de agua suele descender, para mantener un control estable es necesario tener nuestro “depósito de agua de suministro” con algún tipo de anticloro, esto con el fin de

no ingresar al ecosistema cloro u otros metales pesados que resulta ser tóxicos para los alevines.

Figura 57

Lectura y control nivel de agua

```
1095 ////////////////////////////////////////////////// SENSOR DE DISTANCIA ////////////////////////////////////////////
1096 if (currentMillis - previousMillisdistancia >= intervaldistancia) {
1097     previousMillisdistancia = currentMillis;
1098     long int duration;
1099     float distance;
1100     int distancefinal;
1101     digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);
1102     delayMicroseconds(2);
1103     digitalWrite(TRIG_PIN, HIGH);
1104     delayMicroseconds(10);
1105     digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);
1106
1107     duration = pulseIn(ECHO_PIN, HIGH);
1108
1109     distance = (duration * 0.0343 / 2)-21.5;
1110
1111     distancefinal = (settank - distance);
1112     String distancia = String((int)distancefinal);
```

Nota. Elaboración Propia

Los datos utilizados en fórmula para hallar “distance” son del resultado para hallar la medición por ultrasonido, que justamente el sensor utilizado es ultrasónico, el valor de “**0.0343 cm/μs ó 343m/s**” es el resultado de la velocidad del sonido que viaja por el aire por lo tanto la distancia vendría a ser

$$distance = duration * 0.0343$$

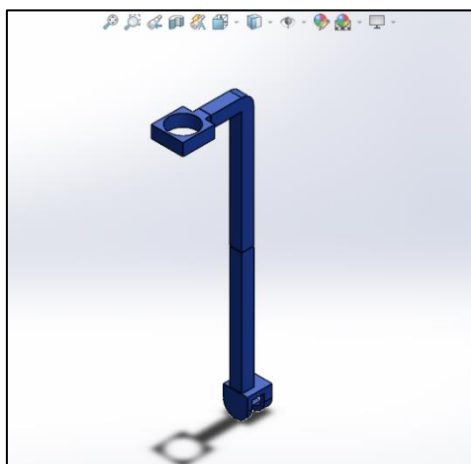
Pero como la onda ultrasónica debe llegar el objeto y regresar de nuevo al sensor este tendría un camino de ida y vuelta, por lo tanto, la formula completa seria.

$$distance = \frac{duration * 0.0343}{2}$$

Según las especificaciones técnicas del sensor AJSR04M su rango de detección es de 20cm hasta 450cm, quiere decir que una medida menor a 20cm se consideraría un punto ciego. Fue necesario realizar un soporte para el sensor con una medida de 20cm utilizando el programa de SolidWorks, consistió en el ensamblaje de 4 piezas completando el soporte.

Figura 58

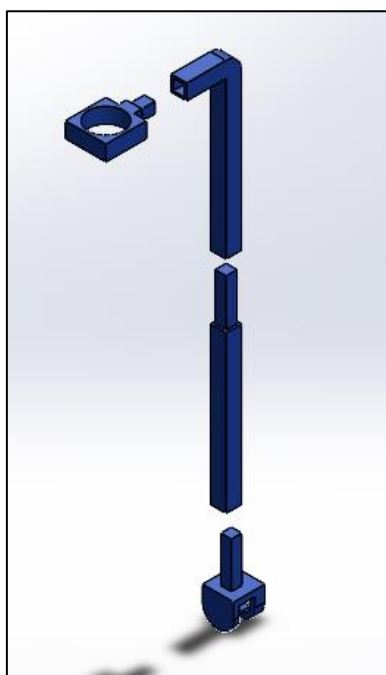
Soporte externo S.U. vista isométrica. SolidWorks



Nota. Elaboración Propia

Figura 59

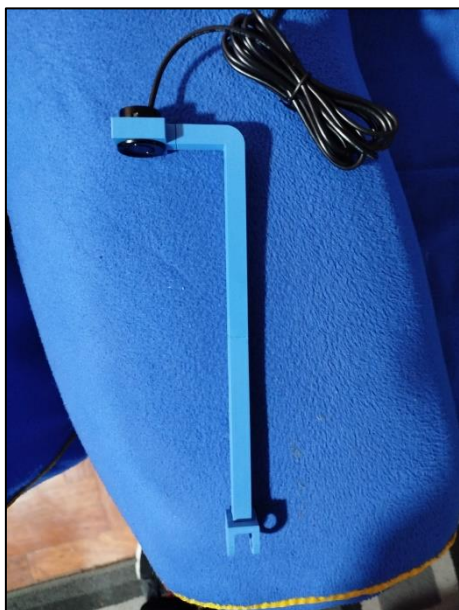
Soporte externo S.U. vista explosionada. SolidWorks



Nota. Elaboración Propia

Figura 60

Ensamblaje soporte externo S.U.



Nota. Elaboración Propia

Figura 61

Control nivel de agua

```
1129 //////////////////////////////////////////////////CONTROL DE NIVEL DE AGUA //////////////////////////////////////
1130 if( cambioagua == false){
1131
1132     if(setwater == 0){
1133         digitalWrite(Ingresar, HIGH);
1134         digitalWrite(Expulsar, HIGH);
1135         digitalWrite(Filtro, HIGH);
1136     }
1137
1138     if(distancefinal < setwater-0.4){
1139         digitalWrite(Ingresar, LOW); // enciende valvula de suministro de agua
1140         digitalWrite(Expulsar, HIGH); // mantiene apagada valvula de expulsion de agua
1141         digitalWrite(Valvula, HIGH);
1142     }
1143
1144     if(distancefinal == setwater){
1145         digitalWrite(Ingresar, HIGH);
1146         digitalWrite(Expulsar, HIGH);
1147         digitalWrite(Valvula, HIGH);
1148     }
1149
1150     if(distancefinal > setwater+0.3){
1151         digitalWrite(Expulsar, LOW); // enciende valvula de expulsion de agua
1152         digitalWrite(Valvula, LOW); // se abre valvula
1153         digitalWrite(Ingresar, HIGH);
1154     }
1155 }
```

Nota. Elaboración Propia

Se establece que el control del nivel de agua será condicional a la altura física del tanque utilizado, pudiendo controlar la altura del agua desde un 35% como mínimo hasta un 85% como máximo, esto con el fin de evitar posibles

vaciados completos del agua como posibles desbordamientos dentro del tanque, asegurándonos un margen de seguridad y la eficacia de control si en caso se decide usar un tanque con una altura mayor o menor según las necesidades del usuario.

A continuación, se presenta una tabla con las alturas instaladas en el sistema de control, desde los 20cm como altura de tanque mínima y 100cm como altura de tanque máxima.

Tabla 18*Control mínimo y máximo de nivel de agua*

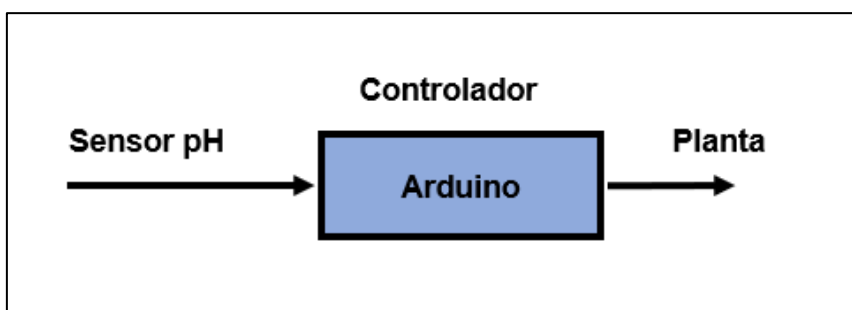
Altura física del tanque (cm)	Altura mínima a controlar (cm)	Altura máxima a controlar (cm)
20 cm	7 cm	17 cm
25 cm	8.75 cm	21.25 cm
30 cm	10.5 cm	25.5 cm
40 cm	14 cm	34 cm
45 cm	15.75 cm	38.25 cm
50 cm	17.5 cm	42.5 cm
55 cm	19.25 cm	46.75 cm
60 cm	21 cm	51 cm
65 cm	22.75 cm	55.25 cm
70 cm	24.5 cm	59.5 cm
75 cm	26.25 cm	63.75 cm
80 cm	28 cm	68 cm
85 cm	29.75 cm	72.25 cm
90 cm	31.5 cm	76.5 cm
95 cm	33.25 cm	80.75cm
100 cm	35 cm	85 cm

Nota. Elaboración Propia

3. **Control pH agua:** Tercera función importante, consistió en realizar una medida del electrodo pH, su función es importante para saber la actividad de los iones de hidrogeno, detectando acidez o alcalinidad, el control para esta función consiste en un sistema de lazo abierto, quiere decir que el controlador no toma alguna respuesta con respecto a la señal emitida por el sensor, simplemente recopila la información y la proyecta en la pantalla.

Figura 62

Diagrama bloques control pH



Nota. Elaboración Propia

Para poder hallar el valor de pH se recurrió a una relación lineal

$$pH = m * V + b$$

Donde:

pH: Valor de pH medido

V: Voltaje final

m: Pendiente de la recta calculada con dos puntos conocidos

b: Intersección con el eje y cuando el voltaje es 0

Para hallar la pendiente “m” se utilizó dos soluciones buffer mezcladas con agua destilada para hallar los volts que el sensor brindaba tanto para **pH 6.86** y **pH 4.01**.

Figura 63

Soluciones buffer pH



Nota. Elaboración Propia

Para la solución buffer del pH 6.86 el sensor nos brindó un voltaje de **3.88V** y para la solución buffer del pH 4.01 el sensor nos brindó un voltaje de **4.18V**.

Entonces para hallar la pendiente "m"

$$m = \frac{pH_1 - pH_2}{V_{pH1} - V_{pH2}}$$

$$m = \frac{4.01 - 6.86}{4.18 - 3.88}$$

$$m = \frac{-2.85}{0.30}$$

$$m = -9.5$$

Ahora para hallar la intersección "b" utilizaremos uno de los dos puntos, en este caso utilizaremos el segundo punto.

$$b = pH_2 - m * V_{pH2}$$

$$b = 6.86 - (-9.5) * 3.88$$

$$b = 6.36 - (-36.86)$$

$$b = 43.22$$

Para hallar "V" debemos entender que Arduino funciona a 5V y este utilizará un valor analógico para convertirlo en un valor digital utilizando valores entre 0 a 1023 donde 0 vendría a ser 0V y 1023 sería 5V

$$V = adc * \left(\frac{5V}{1023}\right)$$

Donde:

V: Voltaje final

adc: Voltaje de salida del sensor

Finalmente, la ecuación principal para hallar el valor de pH sería:

$$pH = m * V + b$$

$$pH = -9.5 * V + 43.22$$

El valor de pH irá variando según los valores de "V" que estarán cambiando constantemente según las lecturas del sensor.

Considerando estos valores se realizó el código de programación respectivo y la proyección a la pantalla del sistema.

Figura 64

Control sensor pH

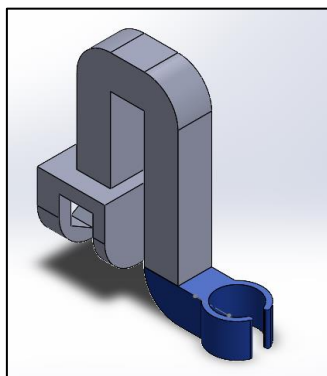
```
1261 ////////////////////////////////////////////////// CONTROL PH ////////////////////////////////////////////
1262 if (currentMillis - previousMillisPH >= intervalPH) {
1263   previousMillisPH = currentMillis;
1264   int adc = analogRead(sensorPH);
1265
1266   float V = (adc * Vref) / 1023;
1267   float pH = -9.5 * V + 43.22;
1268
1269
1270   if (pH < 0) pH = 0;
1271   if (pH > 14) pH = 14;
1272   String PH = String((float)pH);
1273   PH = 7.31;
1274   if(option == 3){
1275     mylcd.Set_Text_Back_colour(BLUE);
1276     mylcd.Set_Text_colour(WHITE);
1277     mylcd.Set_Text_Size(5);
1278     mylcd.Print_String(PH+" ", 210, 130);
1279   }
1280   Serial.print("Voltaje: ");
1281   Serial.println(V);
1282   Serial.print("pH: ");
1283   Serial.println(pH);
1284 }
```

Nota. Elaboración Propia

Se diseño igualmente un soporte para que pueda sujetar el sensor dentro del tanque de prueba.

Figura 65

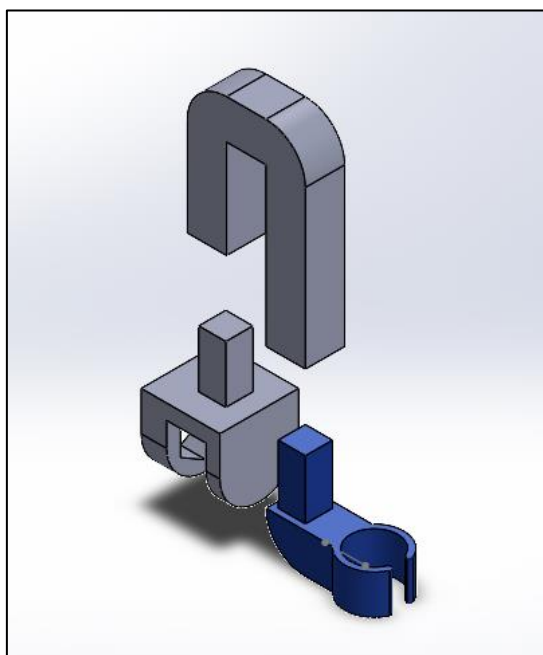
Soporte externo sensor pH, vista isométrica, SolidWorks



Nota. Elaboración Propia

Figura 66

Soporte externo sensor pH, vista explosionada. SolidWorks



Nota. Elaboración Propia

Figura 67*Ensamblaje sensor pH**Nota.* Elaboración Propia

4. **Control alimento:** Cuarta función importante, consiste en brindar a los alevines una alimentación en una hora programada y la cantidad en base al tiempo en el que el actuador brindara el alimento, consiste en elegir cualquiera de los 4 ciclos disponibles en el sistema de control.

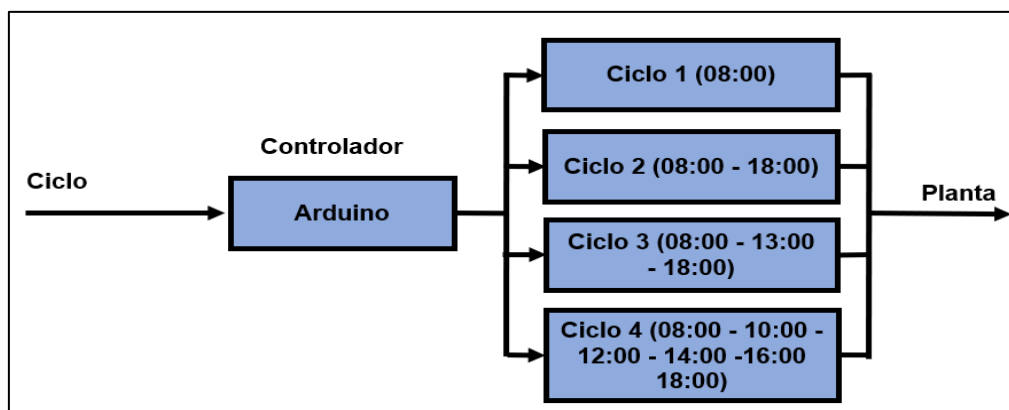
Figura 68*Diagrama bloques, control alimento.**Nota.* Elaboración Propia

Figura 69*Fijar ciclo alimento*

```
972 //////////////////////////////////////////////////AJUSTAR CICLO COMIDA ///////////////////////////////////
973 if(opcion == 4 && set == true && ok == true){
974     if( PushUp == true){
975         setciclofood = setciclofood+1;
976         if(setciclofood > ciclofoodmax){
977             setciclofood = 1;
978         }
979
980         PushUp = false;
981         Serial.print(PushUp);
982     }
983
984     if (PushDown == true) {
985         setciclofood = setciclofood-1;
986         if (setciclofood < ciclofoodmin) {
987             setciclofood = 4;
988         }
989
990         PushDown = false;
991         Serial.print(PushDown);
992     }
993 }
```

Nota. Elaboración Propia**Figura 70***Fijar tiempo de alimento*

```
878 //////////////////////////////////////////////////AJUSTAR TIEMPO COMIDA ///////////////////////////////////
879 if(opcion == 4 && set1 == true && ok == true){
880     if( PushUp == true){
881         timefood = timefood+1;
882         if(timefood > timefoodmax){
883             timefood = 1;
884         }
885
886         PushUp = false;
887         Serial.print(PushUp);
888     }
889
890     if (PushDown == true) {
891         timefood = timefood-1;
892         if (timefood < timefoodmin) {
893             timefood = 10;
894         }
895
896         PushDown = false;
897         Serial.print(PushDown);
898     }
899 }
```

Nota. Elaboración Propia

Figura 71*Elegir ciclo utilizado*

```
1367 if(setciclofood == 1 && !hora7 && hh == 07){
1368     Alimento();
1369     hora7 = true;
1370 }
1371
1372 //////////////////////////////////////////////////COMIDA DE 2 CICLOS ///////////////////////////////////
1373 if(setciclofood == 2 && ((hh == 07 && !hora7) || (hh == 19 && !hora19))){
1374
1375     if(hh == 07){
1376         Alimento();
1377         hora7 = true;
1378     }
1379     if(hh == 19){
1380         Alimento();
1381         hora19 = true;
1382     }
1383 }
1384
1385 //////////////////////////////////////////////////COMIDA DE 3 CICLOS ///////////////////////////////////
1386 if(setciclofood == 3 && ((hh == 07 && !hora7) || (hh == 13 && !hora13) || (hh == 19 && !hora19))) {
1387
1388     if(hh == 07){
1389         Alimento();
1390         hora7 = true;
1391     }
1392     if(hh == 13){
1393         Alimento();
1394     }
1395 }
```

Nota. Elaboración Propia**Figura 72***Control alimento*

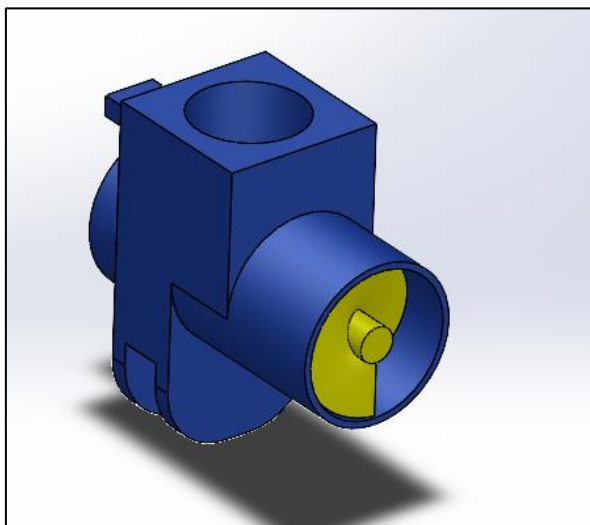
```
251 void Alimento() {
252     Dispensador.write(0);
253     delay(timefood*1000);
254     Dispensador.write(90);
255 }
```

Nota. Elaboración Propia

Como base para el diseño del dispensador de alimento, se utilizó el concepto del “Tornillo de Arquímedes”, aprovechando el movimiento rotatorio de un tornillo para transportar y dosificar alimento de manera eficiente siendo el movimiento controlado por un servomotor.

Figura 73

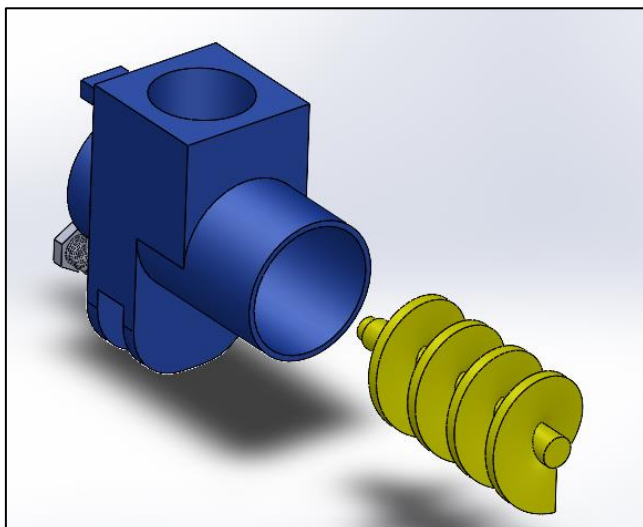
Dispensador de alimento, vista isométrica. SolidWorks



Nota. Elaboración Propia

Figura 74

Dispensador de alimento, vista explosionada. SolidWorks



Nota. Elaboración Propia

Figura 75

Ensamblaje dispensador alimento



Nota. Elaboración Propia

El sistema de control está programado para utilizar el dispensador de alimento por un tiempo mínimo de 0.2 segundos y un máximo de 2 segundos.

Tabla

19

Alimento brindado Nicovita (g)

Tiempo (s)	Gramos de alimento brindado
0.2	0.5 g
0.4	1 g
0.6	1.5 g
0.8	2 g
1	2.5 g
1.2	3 g
1.4	3.5 g
1.6	4 g
1.8	4.5 g
2	5 g

Nota. Elaboración Propia

5. **Control Bomba Oxígeno:** Quinta función fundamental si en caso el tanque en uso no dispondría de algún tipo de movimiento donde no se rompa la superficie del agua, por lo tanto, no existiría un intercambio de gases entre agua y aire. En el estudio presentado si se dispone de un filtro tipo cascada que puede oxigenar el tanque, por lo tanto, para este caso, el control de la bomba de aire vendría a ser opcional o decorativo.

Figura 76

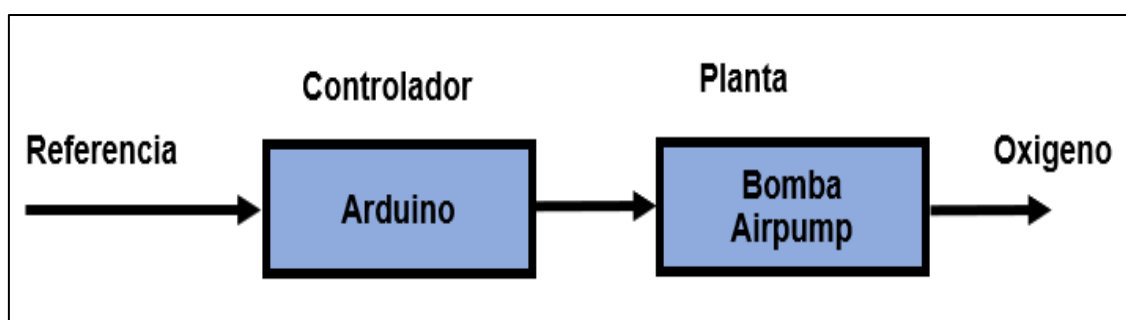
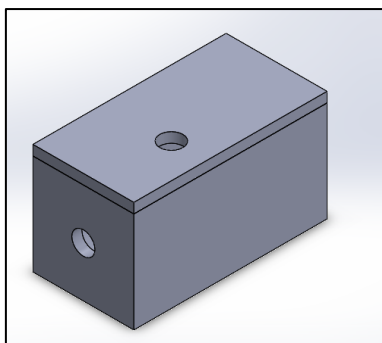
Diagrama de bloques, control oxígeno.*Nota.* Elaboración Propia

Figura 77*Control bomba de aire*

```
954 ////////////////////////////////////////////////// CONTROL BOMBA OXIGENO ///////////////////////////////////
955
956 if(opcion == 5 && set == true && ok == true && Waterprocess == false && activaroxigeno == true){
957     if( PushUp == true){
958         OxygenPWM += stepbomb;
959         if(OxygenPWM>255){
960             OxygenPWM = 255;
961         }
962         PushUp = false;
963         Serial.print(PushUp);
964     }
965
966     if (PushDown == true) {
967         OxygenPWM -= stepbomb;
968         if (OxygenPWM < 0) {
969             OxygenPWM = 0;
970         }
971         PushDown = false;
972         Serial.print(PushDown);
973     }
974 }
975 analogWrite(Oxygen, OxygenPWM);
976 oxigenoactual = OxygenPWM;
977 int oxigenopercent = (oxigenoactual / 255) * 100;
978 oxigenofinal = String(oxigenopercent);
979 }
```

Nota. Elaboración Propia

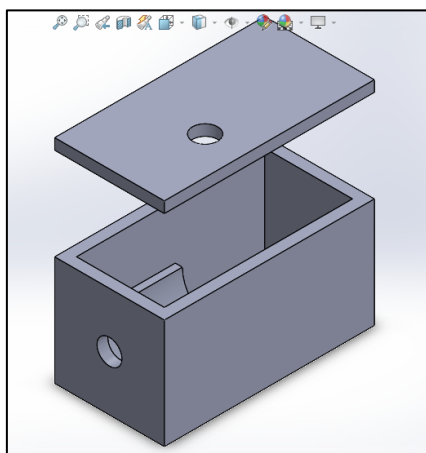
Para controlar esta bomba se hace el uso del control mediante PWM, donde para el Arduino el valor máximo es 255 y el mínimo 0, estos valores lo interpretan el módulo controlador PWM, y lo transfiere al actuador reduciendo o incrementando su potencia para controlar el flujo de aire que emite la bomba de oxígeno, igualmente se realizó un diseño en 3D con el fin de darle a la bomba de oxígeno una carcasa de protección.

Figura 78*Carcasa bomba aire, vista isométrica. SolidWorks*

Nota. Elaboración Propia

Figura 79

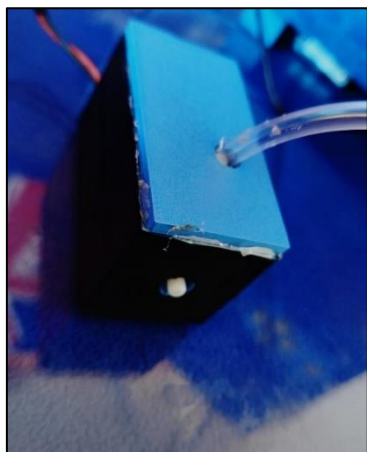
Carcasa bomba aire, vista explosionada. SolidWorks



Nota. Elaboración Propia

Figura 80

Ensamblaje bomba aire



Nota. Elaboración Propia

Se brinda una tabla con información de la bomba de oxígeno con sus respectivos valores en ciertos porcentajes de funcionamiento.

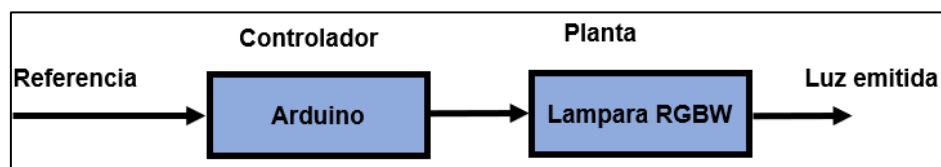
Tabla 20

Distribución de valores de la bomba de oxígeno

Porcentaje en el Sistema de Control (%)	mostrado de Potencia (W)	de Corriente (mA)	Flujo de Aire (L/m)	Rango de Presión (mmHg)
10%	0.3W	122mA	0.7 L/m	120mmHg
20%	0.6W	144mA	0.9 L/m	190mmHg
30%	0.9W	166mA	1.1 L/m	260mmHg
40%	1.2W	188mA	1.3 L/m	330mmHg
50%	1.5W	210mA	1.5L/m	400mmHg
60%	1.8W	232mA	1.7 L/m	470mmHg
70%	2.1W	254mA	1.9 L/m	540mmHg
80%	2.4W	276mA	2.1 L/m	610mmHg
90%	2.7W	298mA	2.3 L/m	680mmHg
100%	3W	320mA	2.5L/m	750mmHg

Nota. Elaboración Propia

6. Control Iluminación: Sexta función importante del sistema de control, permite la estimulación al crecimiento de los alevines, influye en sus ritmos circadianos estableciendo un periodo de luz y oscuridad, reduce el estrés y ayuda con la fotosíntesis si en caso hubiera plantas acuáticas en el tanque.

Figura 81*Diagrama bloques control iluminación**Nota.* Elaboración Propia**Figura 82***Control iluminación*

```
1024 ////////////////////////////////////////////////// CONTROL ILUMINACION ///////////////////////////////////
1025
1026 if(opcion == 6 && set == true && ok == true){
1027     if( PushUp == true){
1028         brillo += step;
1029         if(brillo>255){
1030             brillo = 255;
1031         }
1032
1033         PushUp = false;
1034         Serial.print(PushUp);
1035     }
1036
1037     if (PushDown == true) {
1038         brillo -= step;
1039         if (brillo < 0) {
1040             brillo = 0;
1041         }
1042
1043         PushDown = false;
1044         Serial.print(PushDown);
1045     }
1046 }
1047 analogWrite(Light, brillo);
1048 brilloactual = brillo;
1049 int brillopercent = (brilloactual / 255) * 100;
1050 brillofinal = String(brillopercent);
1051
```

Nota. Elaboración Propia

Es importante poder controlar la intensidad de brillo, pues algunos alevines y plantas requieren mucha iluminación como otras no requieren demasiada intensidad de luz, al igual que el control de la bomba de aire, este tiene el mismo concepto, pero controlando una luz RGBW y solo por el periodo de 8 horas comenzando desde las 15:00 horas hasta las 23:00 horas de cada día. Fuera de estas horas la lampara permanece apagada.

Figura 83*Control horas iluminación*

```
1346 //////////////////////////////////////////////////PROGRAMACION DE LUZ DE ACUARIO ////////////////////////////////////////
1347
1348 if((hh>=23 || hh>=0 && hh <=14)){
1349     digitalWrite(Luz, HIGH);
1350     activaroxigeno = false;
1351 }
1352 if(hh >= 15 && hh <= 22){
1353     digitalWrite(Luz, LOW);
1354     activaroxigeno = true;
1355 }
1356 }
```

Nota. Elaboración propia

Igualmente se realizó el diseño de una lampara con capacidad para 4 tiras led de 50cm (Roja, Verde, Azul y Blanco) simulando una luz RGBW, con el fin de que puedan proyectar la luz natural, completando el espectro de luz PUR (Fotosíntesis Útil de Radiación).

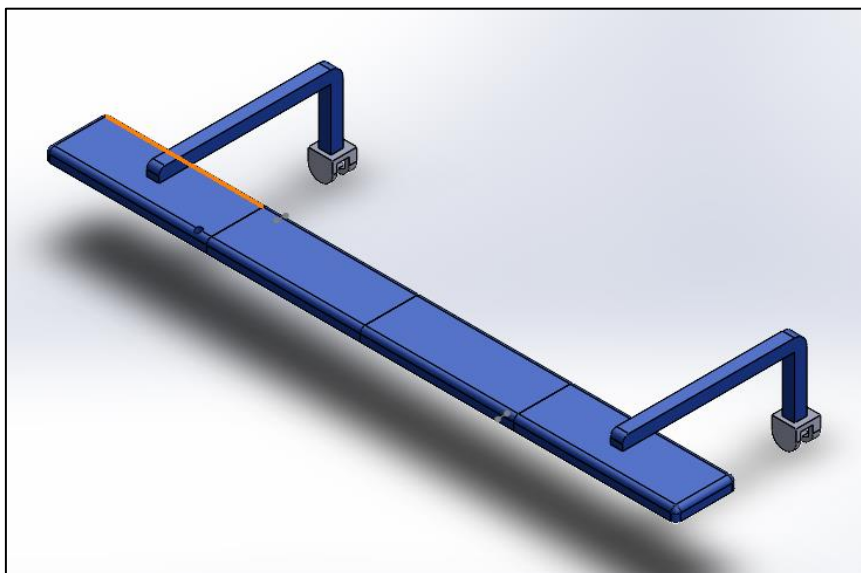
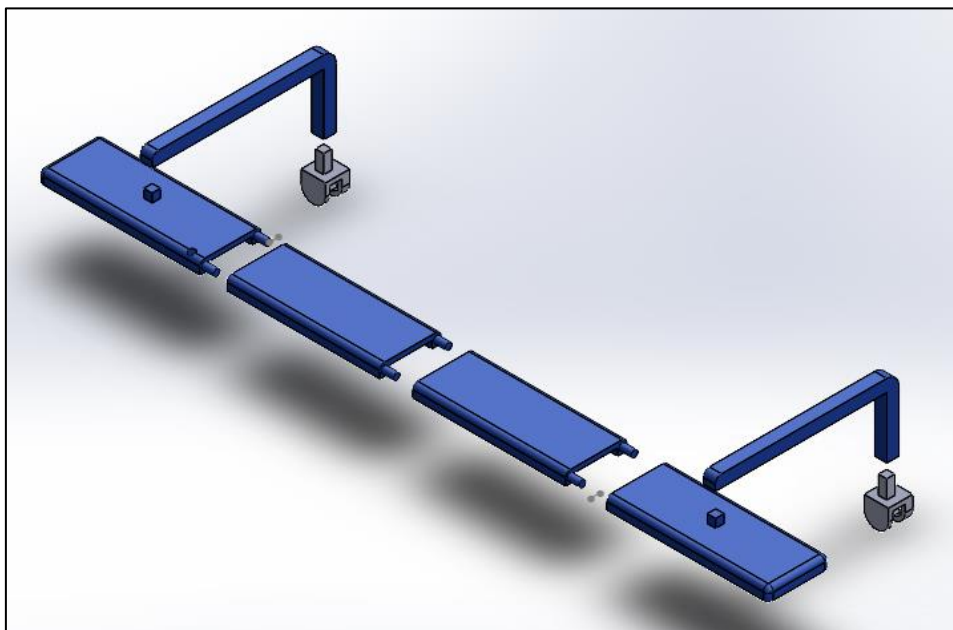
Figura 84*Lampara RGBW, vista isométrica, SolidWorks**Nota.* Elaboración propia

Figura 85

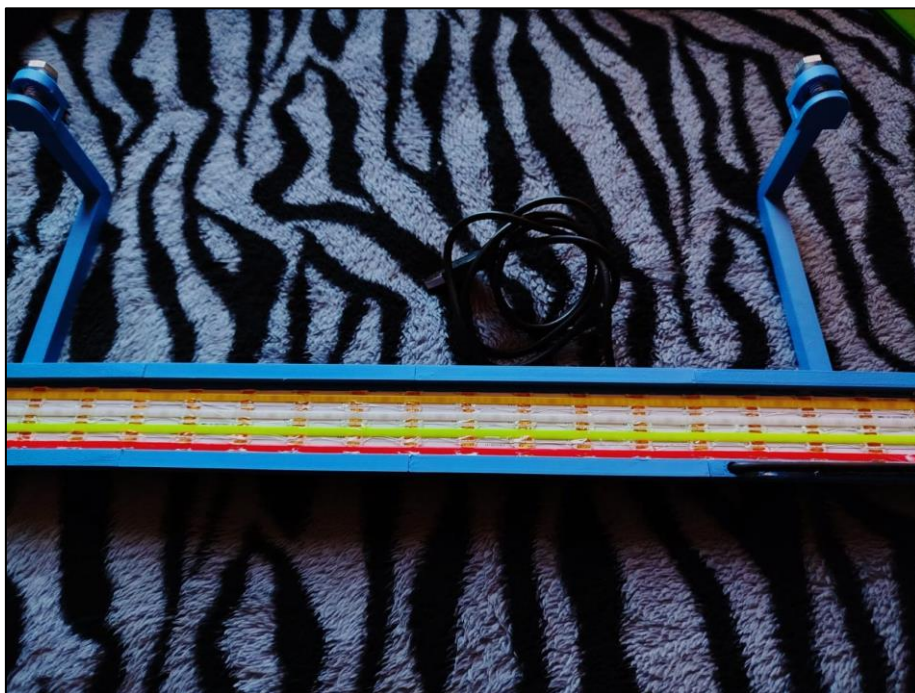
Lampara RGBW, vista explosionada, SolidWorks



Nota. Elaboración propia

Figura 86

Ensamblaje lampara RGBW



Nota. Elaboración Propia

Tabla 21

Distribución de valores lámpara RGBW

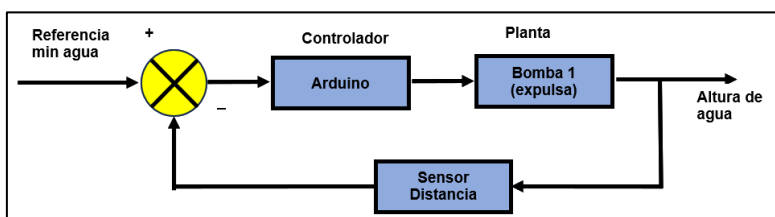
Porcentaje mostrado en el Sistema de Control (%)	Potencia (W)	Corriente (A)	Flujo Luminoso (lm)
10%	1.4W	0.28A	140lm
20%	2.8W	0.56A	280lm
30%	4.2W	0.84A	420lm
40%	5.6W	1.12A	560lm
50%	7.0W	1.40A	700lm
60%	8.4W	1.68A	840lm
70%	9.8W	1.96A	980lm
80%	11.2W	2.24A	1120lm
90%	12.6W	2.52A	1260lm
100%	14W	2.80A	1400lm

Nota. Elaboración Propia

7. Control Cambio de agua: Séptima función del sistema de control, su finalidad es proteger al ecosistema eliminando toxinas como el amoníaco acumulado, nitrito y nitratos y mantiene a su vez un pH estable, reduce el exceso de desechos que el filtro ya no pueda eliminar y también previene el desarrollo de enfermedades de los habitantes en el tanque. El control se centra en la expulsión del agua del tanque, según sea el porcentaje deseado por el operador, permitiendo cambiar el agua desde un 5% hasta un 85% con respecto a la altura del nivel actual de agua, después regresa al “control de nivel de agua” donde nuevamente el agua ingresa hasta la altura programada.

Figura 87

Diagrama de bloques cambio agua



Fuente. Elaboración Propia

Figura 88

Control cambio de agua

```

1360 /////////////////////////////////////////////////// FUNCION CAMBIO DE AGUA ///////////////////////////////////
1361 if(opcion == 7 && set == true && ok == true && !cambiandoagua){
1362     cambiandoagua = true;
1363
1364     /////////////////////////////////// AGUA DESCENDE ///////////////////////////////////
1365
1366     if(distancefinal > watermin && !descensoagua){
1367         mylcd.Set_Text_Back_colour(BLUE);
1368         mylcd.Set_Text_colour(WHITE);
1369         mylcd.Set_Text_Size(2);
1370         mylcd.Print_String("OK", CENTER, 130);
1371         digitalWrite(Expulsar, LOW); // enciende valvula de expulsion de agua
1372         digitalWrite(Vaivula, LOW); // se abre valvula
1373         digitalWrite(Ingresar, HIGH);
1374     }
1375
1376     if(distancefinal <= ((setchangewater / 100) * setwater) && !puntoagua){
1377         digitalWrite(Expulsar, HIGH); // apaga bomba
1378         digitalWrite(Vaivula, HIGH); // apaga bomba
1379         digitalWrite(Ingresar, HIGH); // enciende valvula de ingreso de agua
1380         puntoagua = true;
1381         descensoagua = true;
1382         cambiandoagua = false;
1383         cambiandoagua = true;
1384     }
1385 }

```

Nota. Elaboración Propia

Esta función es de tipo manual y se puede realizar las veces que el usuario decida, pero es necesario que el depósito de suministro agua limpia este con algún acondicionador de anticloro antes de realizar esta acción.

8. Funciones adicionales: Estas funciones incluyen algunas animaciones y gráficos para entender mejor el sistema de control, brindando una mejor experiencia e intuición del entendimiento del sistema.

Se programaron parches para solucionar la mayoría de “bugs” que existen en el sistema de control.

En caso se desconecte algún sensor o pueda llegar a malograrse, el sistema de control responderá inhabilitando la parte de control donde el sensor



está fallando y a su vez emitirá un pitido cada segundo alertando al usuario, por ejemplo:

Si el sensor de temperatura falla, el sistema bloqueará el uso de la varilla calefactora, si el sensor de nivel de agua comienza a fallar o se desconecta, el sistema de control inhabilitará las electrobombas de suministro y expulsión dentro del tanque.

Además, se programó una función en la que se apaga la pantalla TFT cuando pasan 30 segundos de inactividad del operador, esto con el propósito de no desperdiciar la vida útil de la pantalla y del mismo motivo ahorrar energía.

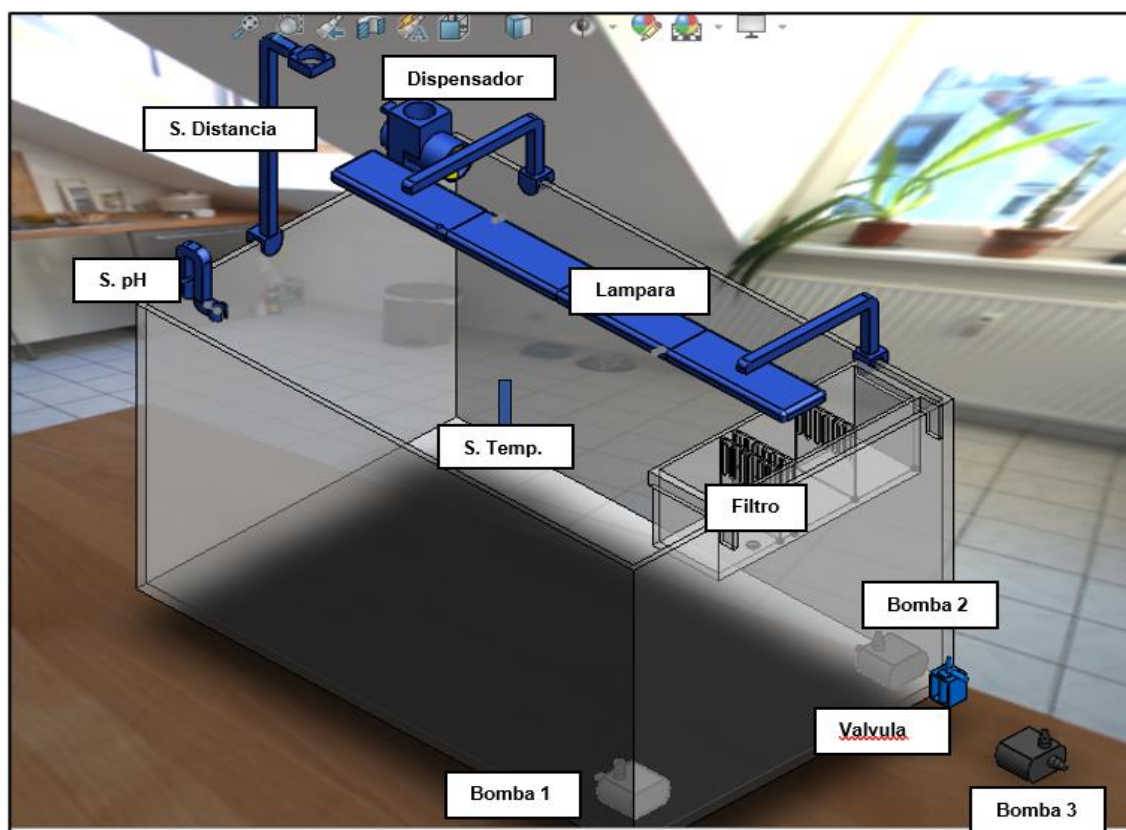
Finalmente, también se programó una función de candado para que no se puedan modificar los parámetros del sistema hasta que el operador desactive el candado.

4.1.4. Cuarta fase

En esta última fase se eligió el tamaño del tanque teniendo proyectado un sistema funcional, óptimo y estético, siendo diseñado en primer lugar en SolidWorks para tener una referencia, posteriormente siendo implementado en la vida real con un tanque de vidrio 6mm con medidas de 55cm largo x 35cm de ancho x 30cm altura, las bombas utilizan mangueras para su respectivo ingreso y expulsión de agua al igual la válvula.

Figura 89

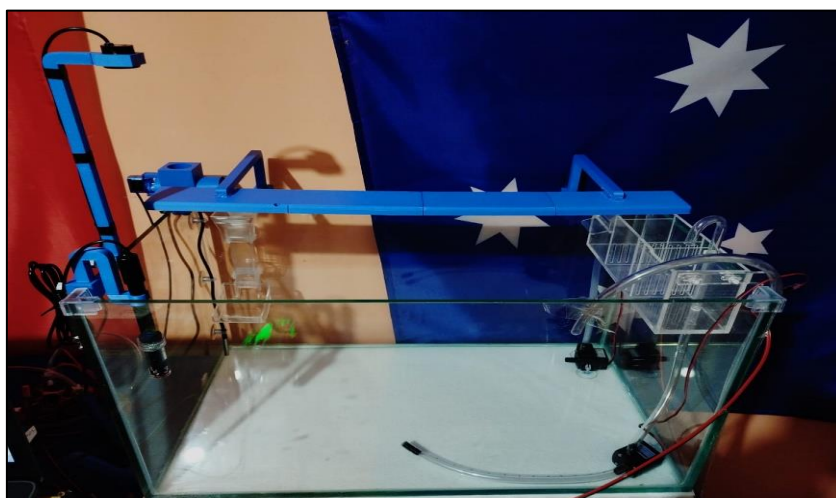
Diseño del tanque, visto isométrica, SolidWorks



Nota. Elaboración Propia

Figura 90

Ensamblaje tanque



Nota. Elaboración Propia.

4.2. ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

La creación del gabinete de control obtuvo resultados favorables, además que se diseñó unos soportes adicionales permitirían darle soporte y estabilidad a todo el gabinete, además se diseñó igualmente unas piezas conocidas como “angulares” que con la ayuda de tornillos tendrían como función sostener las paredes del gabinete de control, además el gabinete de control se realizó con un material denominado “Cartón piedra”, elegido por su accesibilidad, facilidad de manipulación y corte según necesidad y su alta resistencia y durabilidad. El gabinete como resultado final tuvo unas medidas de 19.7cm largo x 15.7cm ancho x 25 cm altura y 1.75 kg.

Figura 91

Gabinete control Vacío



Fuente. Elaboración Propia

Figura 92

Gabinete de control con primeros componentes



Fuente. Elaboración Propia

Figura 93

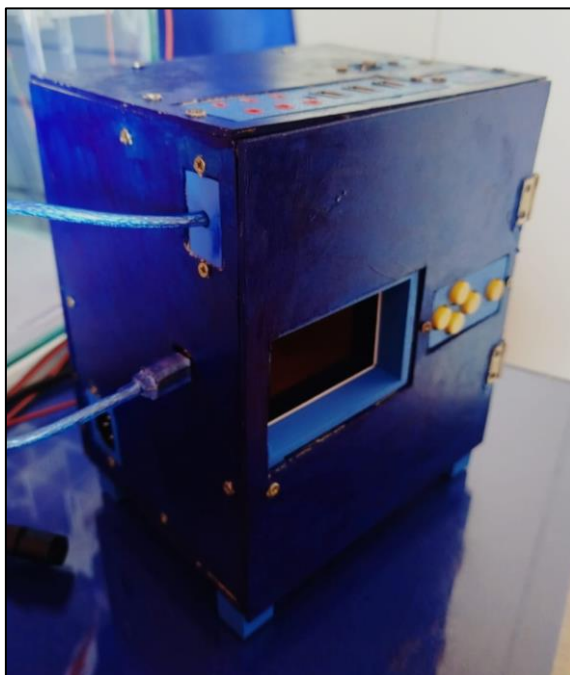
Gabinete finalizado Vista 1



Fuente. Elaboración Propia

Figura 94

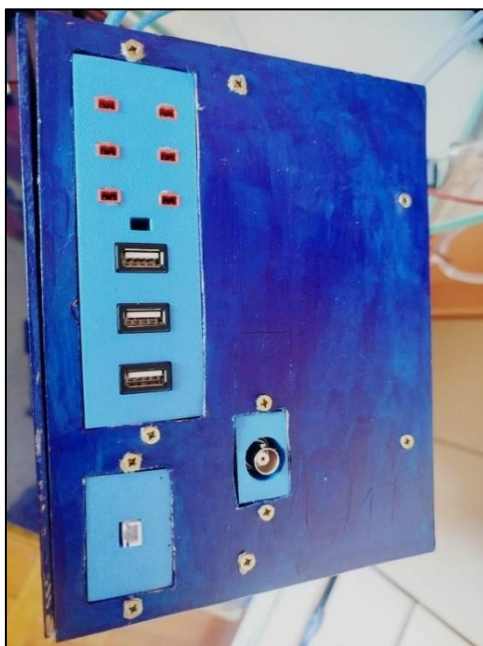
Gabinete finalizado Vista 2



Fuente. Elaboración Propia

Figura 95

Gabinete finalizado Vista 3



Fuente. Elaboración Propia

Figura 96*Gabinete finalizado Vista 4**Fuente.* Elaboración Propia

4.2.1. Pruebas Realizadas

En el estudio presentado, como parte del proceso experimental se seleccionó alevines de “Trucha Arcoíris” o conocida por su nombre científico “*Oncorhynchus mykiss*” para la validación del sistema de control, debido a que su demanda comercial es alta, además las pruebas realizadas tomaron el tiempo de un mes y dos semanas.

Los alevines de trucha arcoíris necesitan parámetros específicos de cuidado como temperatura, pH dentro de rangos específicos, las pruebas realizadas en un tanque a escala simulan escenarios reales para medir el impacto del monitoreo constante y la estabilidad del ecosistema del tanque dichos parámetros fueron tomados de un libro dedicado a la crianza de truchas arcoíris.

Los parámetros de cuidado para los alevines fueron tomados del siguiente libro. (FAO, 2014)

Figura 97

Tanque de prueba



Nota. Elaboración Propia

Figura 98

Alevín Trucha Arcoíris



Nota. Elaboración Propia

4.2.2. Resultados función Temperatura

El control de temperatura del sistema es eficiente, permitiendo recopilar la temperatura del agua y controlarla a parámetros de acuerdo a las necesidades del operador con un margen de error máximo de $\pm 0.4^{\circ}\text{C}$. En este caso se decidió un setpoint de 17°C .

Figura 99

Medición de temperatura. Setpoint 17°C



Nota. Elaboración Propia

Figura 100

Medición temperatura, Pluma digital

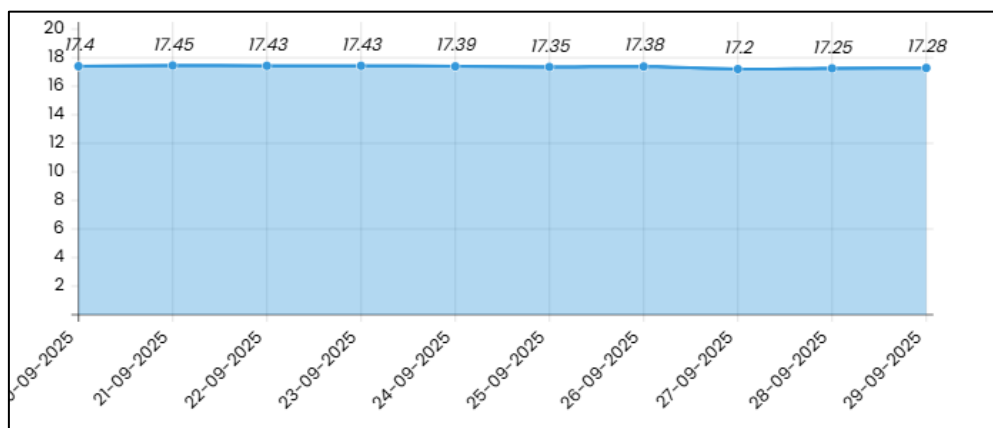


Nota. Elaboración Propia

Como información adicional se tomó registro de los parámetros de temperatura con el propósito de observar su comportamiento.

Figura 101

Evolución de temperatura



Nota. Elaboración Propia

El control de nivel de agua es eficiente, mantiene el control del parámetro dentro de los valores deseados, se defiende un tipo de control ON- OFF debido a la respuesta del agua, ya que el tanque utilizado tiene una gran inercia térmica que finalmente termina filtrando las oscilaciones existentes para un control estable.

4.2.3. Resultados Nivel de agua

El control de nivel de agua es eficiente, mantiene el nivel de agua en la altura deseada por el operador, con un margen de error máximo de $\pm 0.4\text{cm}$. Para el estudio presentado se eligió el valor de 23cm considerando también la altura física del tanque que es de 30cm.

Figura 102

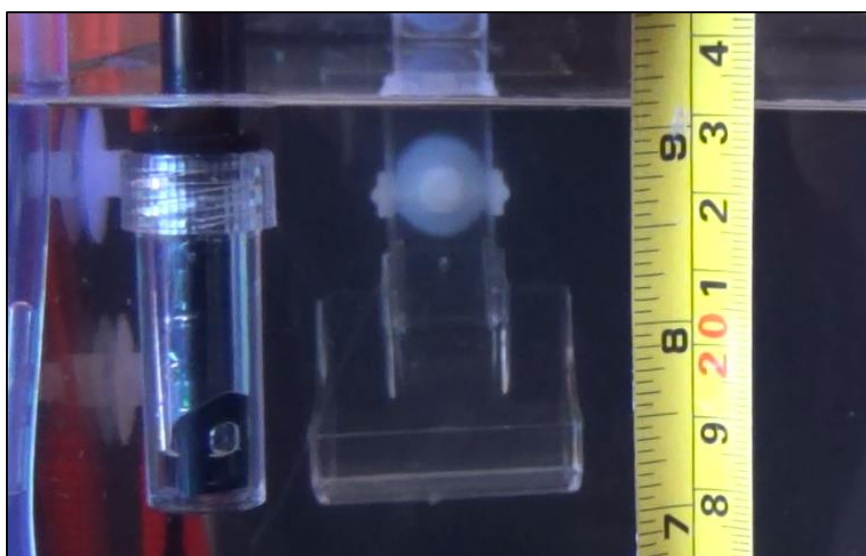
Medición de nivel de agua. Setpoint 23cm



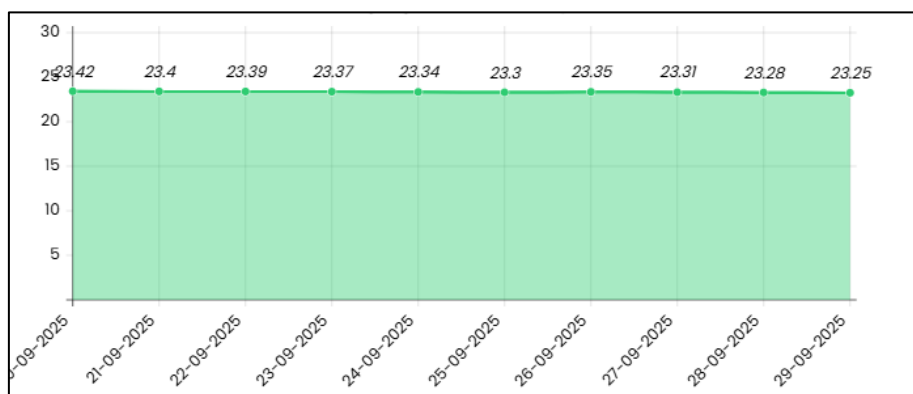
Nota. Elaboración Propia

Figura 103

Medición nivel agua, flexómetro



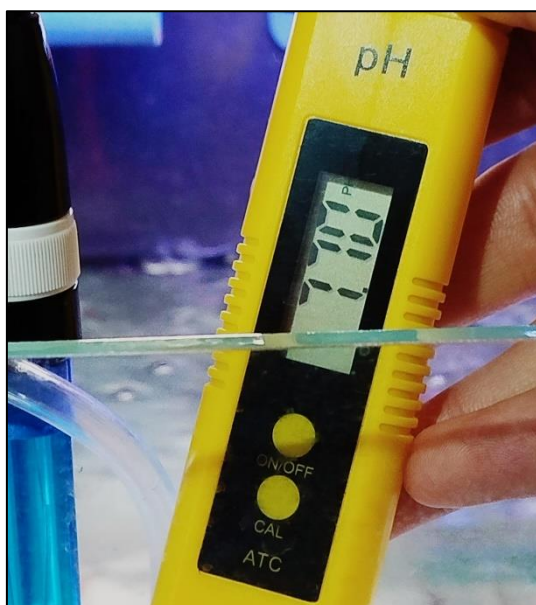
Nota. Elaboración Propia

Figura 104*Evolución nivel de agua***Nota.** Elaboración Propia

El control de nivel de agua presenta estabilidad, también defiende un tipo de control ON – OFF debido al movimiento de agua que se presenta en el tanque de crianza, las ondas de agua que se producen por el filtro o la bomba de oxígeno generan una histéresis con valores máximos conocidos por lo tanto se mantiene un control estable con tipo ON – OFF.

4.2.4. Resultados Control pH

El control de pH se realizó exitosamente, corroborado por otro sensor de pH tipo pluma, pero el control representa un margen de error de ± 0.7 , cabe resaltar que esta función es solo para monitorear la variable.

Figura 105*Medición pH**Nota. Elaboración Propia***Figura 106***Medición pH, Pluma digital**Nota. Elaboración Propia*

4.2.5. Resultados Control de Alimentación

El control de sistema de alimentación tiene resultados positivos, el dispensador dosifica la comida a las horas programadas según el ciclo

seleccionado y además se ajusta correctamente al tiempo en “ms” que el dispensador funciona liberando la comida de los alevines.

Figura 107

Control Dispensador



Nota. Elaboración Propia

Figura 108

Dispensador de alimento cargado



Nota. Elaboración Propia

4.2.6. Resultados Control bomba de Oxígeno

Esta sección del sistema de control demuestra alta efectividad y respuesta inmediata ante los cambios que se haga entre 0% a 100%.

Figura 109

Control Bomba oxígeno 29%



Nota. Elaboración Propia

Figura 110

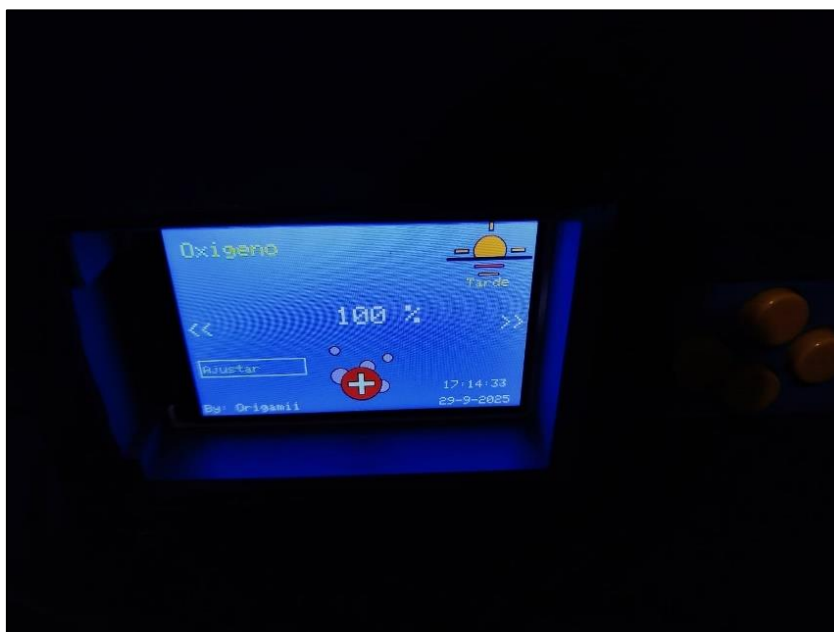
Bomba oxígeno 29%



Nota. Elaboración Propia

Figura 111

Control Bomba oxígeno 100%



Nota. Elaboración Propia

Figura 112

Bomba oxígeno 100%



Nota. Elaboración Propia

Muchos de las bombas de oxígeno que venden en el mercado suelen trabajar en sus potencias máximas permitidas, algunas pueden regular su potencia, pero el precio de aquellas bombas de oxígenos no es muy accesible para muchas personas.

4.2.7. Resultados Control Iluminación

El control de la iluminación al igual que el control de la bomba de oxígeno demuestra efectividad y sus horarios de control, refiero entre las 15:00hrs hasta las 22:00hrs, fuera de estas horas la lampara permanece completamente apagada.

Figura 113

Control Iluminación 1%



Nota. Elaboración Propia

Figura 114

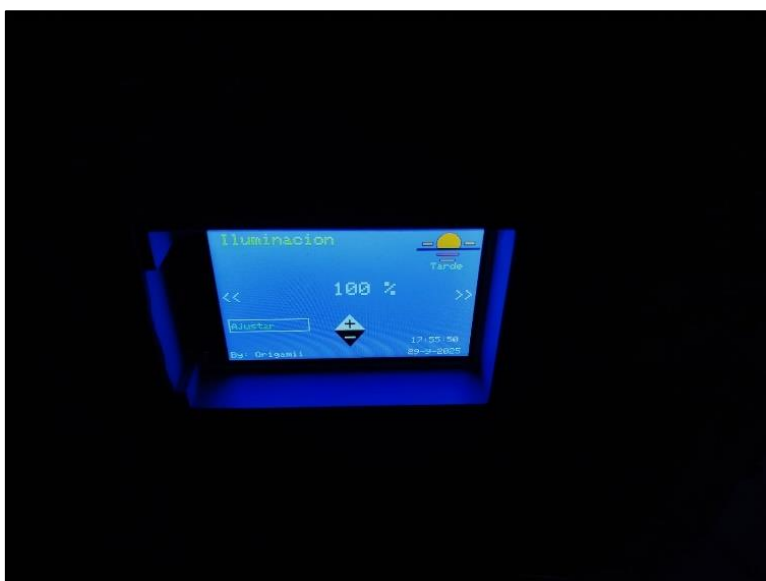
Lampara 1%



Nota. Elaboración Propia

Figura 115

Control Iluminación 100%



Nota. Elaboración Propia

Figura 116*Lampara 100%**Nota.* Elaboración Propia

4.2.8. Control cambio de Agua

El control de cambio de agua funciona correctamente, permitiendo cambiar porcentajes de agua deseados de acuerdo a nuestras necesidades.

Figura 117*Control cambio de agua SC**Nota.* Elaboración Propia



4.2.9. Resultados adicionales

La interfaz del sistema de control es agradable para el operador, la pantalla proyecta algunas graficas para entender mejor los parámetros que estamos controlando, asimismo, presenciar imágenes adicionales que sirvan como animación representando el tiempo, bloqueo de configuración de parámetros, etc.

También se presenta una tabla que muestra un resumen de los datos obtenidos en cada parámetro del sistema de control, los que se muestran en la pantalla del gabinete de control, en el monitor serial de la interfaz de Arduino y los que fueron medidos por un instrumento externo para corroborar la toma de datos.

Tabla 22

Tabla resumen Toma 1 de parámetros medidos

Descripción Parámetros	Pantalla TFT Sistema control	Monitor Serial Arduino	Instrumentos de medición independientes
Toma 1 (20/09/2025)			
Temperatura (Fijada en 17°C)	17°C	17.4°C	17.5°C Instrumento: Medidor digital TDS, EC, Temperatura
Nivel de Agua (Fijada en 23cm)	23cm	23.42cm	23.3cm Instrumento: Flexómetro
pH	7.43	7.43	7.46 Instrumento: Medidor digital pH
Alimentación (Fijado en ciclo 4)	Todos los horarios brindaron alimento	-	Todos los horarios brindaron alimento Método: Observación directa
Bomba Oxígeno Fijado en 70%	70%	70%	-
Iluminación Fijado en 50%	50%	50%	-
Cambio de Agua Fijado en 5%	Nivel de agua Se redujo a 22cm	Nivel de agua Se redujo a 21.85cm	Nivel de agua Se redujo a 21.75cm Instrumento: Flexómetro

Nota. Elaboración Propia

Tabla 23

Tabla resumen Toma 2 de parámetros medidos

Descripción Parámetros	Pantalla TFT Sistema control	Monitor Serial Arduino	Instrumentos de medición independientes
Toma 2 (29/09/2025)			
Temperatura (Fijada en 17°C)	17°C	17.28°C	17.2°C Instrumento: Medidor digital TDS, EC, Temperatura
Nivel de Agua (Fijada en 23cm)	23cm	23.25cm	23.1cm Instrumento: Flexómetro
pH	7.72	7.72	7.70 Instrumento: Medidor digital pH
Alimentación (Fijado en ciclo 4)	Todos los horarios brindaron alimento	-	Todos los horarios brindaron alimento Método: Observación directa
Bomba Oxígeno Fijado en 70%	70%	70%	-
Iluminación Fijado en 50%	50%	50%	-
Cambio de Agua Fijado en 5%	Nivel de agua Se redujo a 22cm	Nivel de agua Se redujo a 21.80cm	Nivel de agua Se redujo a 21.69cm Instrumento: Flexómetro

Nota. Elaboración Propia



4.3. DISCUSION DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos durante los días de prueba de evidencia demuestran que los parámetros del tanque de crianza de alevines se mantuvieron estables, esto permitió garantizar el funcionamiento del sistema de control, además que guarda relación directa con el objetivo general.

El sistema responde ante cambios externos, la temperatura responde inmediatamente si se desea variar el parámetro de temperatura del agua, permaneciendo estable una vez llegado al valor de temperatura deseado.

El nivel de agua mantuvo valores constantes dentro del setpoint deseado evitando perdidas de agua por evaporación. Este resultado muestra como evidencia que el sistema de control puede mejorar el uso del tanque frente a métodos tradicionales.

El pH mostró mediciones similares a los de un medidor de pH dedicado, con la ayuda de esta función podemos conocer en cualquier momento el valor de pH que tiene nuestro tanque las 24 horas del día.

La iluminación mantuvo estabilidad frente a sus ciclos de funcionamiento, además que la intensidad luminosa que brindamos a nuestro tanque de crianza es estable, contribuyendo a un ecosistema estable para los alevines.

Los ciclos de alimentación responden correctamente según lo seleccionado, al mismo tiempo que el tiempo de funcionamiento es correcto según lo establecido, el sistema brinda alimento al tanque a las horas programadas y la cantidad calculada, pero no tienen una respuesta si en caso el depósito de alimento se llega a terminar.

Los cambios parciales de agua funcionan correctamente, dicha función es activada manualmente y cambia la cantidad de agua deseada.



CONCLUSIONES

- PRIMERA:** Finalmente se concluye que el sistema automatizado de monitoreo y control para tanques destinados a la crianza de alevines en la ciudad de Puno cumplió con los objetivos propuestos, logrando demostrar confiabilidad en la medición de datos y el mantenimiento de los parámetros deseados por el operador.
- SEGUNDA:** En este estudio que demoró un tiempo total de 01 mes y 2 semanas no se presenció tasa de mortalidad alguna, a su vez las condiciones ambientales del tanque se mantienen dentro de los parámetros gracias a la automatización de los actuadores.
- TERCERA:** Los alevines fueron introducidos con un tamaño de 2.5 - 3cm y terminaron su etapa de alevinaje con un tamaño entre 8.5 – 9 cm durante las pruebas.
- CUARTA:** La construcción del sistema del control mostró buena escalabilidad y una facilidad de mantenimiento.
- QUINTA:** El sistema permite la confiabilidad operativa y con algunas mejoras adicionales puede convertirse en una solución para el monitoreo y control de criaderos a escalas mayores.



RECOMENDACIONES

- PRIMERA:** Se recomienda dar un reinicio al microcontrolador cada 50 días que es el tiempo máximo que suele durar la función "millis()" de Arduino.
- SEGUNDA:** Si el tanque es completamente nuevo se recomienda necesariamente integrar una etapa de ciclado del agua que garantice el establecimiento de las bacterias nitrificantes para poder reducir parámetros como amonio y nitrato que son muy peligrosos para cualquier tipo de alevín y pez adulto, normalmente el ciclado suele durar de 4 a 6 semanas en temperaturas de 25°C y con dosificaciones muy pequeñas de alimento previo a la introducción de peces al tanque, donde el sistema de control presentado puede de la misma manera funcionar durante el ciclado estableciendo la temperatura y reduciendo la cantidad de alimento brindado.
- TERCERA:** Se sugiere llevar consigo una base de datos parámetros óptimos por cada especie de alevín que se está criando, el sistema permite configurarse tanto para alevines tropicales como los de agua fría, se puede consultar con guías de acuicultura.
- CUARTA:** El sistema brinda algunas salidas adicionales de 24v en las que se pueden poner otros actuadores, según necesidades de cada uno.
- QUINTA:** Para futuras versiones del sistema se recomienda aumentar la cantidad de sensores que puedan modificar parámetros como oxígeno disuelto, amonio, nitritos y nitratos para poder automatizar completamente el cambio parcial de agua.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aditya. (10 de Mayo de 2024). *Dumblebots*. Obtenido de Introduccion a la pantalla TFT: <https://dumblebots.com/blog/using-3-5-tft-lcd-display-ili9486-arduino-part-1-get-started>

AIICIO. (s.f.). *Aliexpress*. Obtenido de Elemento calefactor de cartucho de 12v/24v para pecera,: https://es.aliexpress.com/item/1005006619083814.html?spm=a2g0o.productlist.main.22.12aal1lg11lgS4&algo_pvid=b7637e1a-c2b4-4717-a42d-c004d00c7e2e&algo_exp_id=b7637e1a-c2b4-4717-a42d-c004d00c7e2e-21&pdp_ext_f=%7B%22order%22%3A%2266%22%2C%22eval%22%3A%221%22

Alberto, B., Pablo, S. S., & Rebeca, H. (2025). *Introducción a la Automatización Industrial*. Madrid, España. Obtenido de https://bookdown.org/alberto_brunete/intro_automatica/

Alicia. (s.f.). *3D Natives*. Obtenido de Que es autocad?: <https://www.3dnatives.com/es/autocad-cuales-caracteristicas-del-software-020420202/>

Aliexpress. (s.f.). *Aliexpress*. Obtenido de Módulo de unidad de interruptor de gatillo MOSFET, Panel de Control regulador PWM,: <https://es.aliexpress.com/item/1005006261335312.html>

Arduino. (15 de Junio de 2022). *Arduino Docs*. Obtenido de Biblioteca Software Serial: <https://docs.arduino.cc/learn/built-in-libraries/software-serial/>

Arduino. (01 de Junio de 2023). *ArduinoDocs*. Obtenido de Arduino SPI: <https://docs.arduino.cc/learn/communication/spi/>



Arduino. (11 de Septiembre de 2024). *Arduino Docs*. Obtenido de WIFIUDP:

<https://docs.arduino.cc/language-reference/en/functions/wifi/udp/>

Arduino, s. (s.f.). *MCI Electronics*. Obtenido de Que es el arduino?:

[https://arduino.cl/que-es-](https://arduino.cl/que-es-arduino/?srsltid=AfmBOoqxwsIP2kk9bRHcsfd0bHdPjiKDKbu97TUkkW1vFG8LbbpVUqOf)

[arduino/?srsltid=AfmBOoqxwsIP2kk9bRHcsfd0bHdPjiKDKbu97TUkkW1vFG8LbbpVUqOf](https://arduino.cl/que-es-arduino/?srsltid=AfmBOoqxwsIP2kk9bRHcsfd0bHdPjiKDKbu97TUkkW1vFG8LbbpVUqOf)

AUTODESK. (s.f.). *AUTODESK*. Obtenido de Autodesk AutoCAD:

[https://www.autodesk.com/latam/products/autocad/overview?mktvar002=6131273|SEM|16534257292|142872528628|kwd-](https://www.autodesk.com/latam/products/autocad/overview?mktvar002=6131273|SEM|16534257292|142872528628|kwd-14891210&utm_source=GGL&utm_medium=SEM&utm_campaign=GGL_ACA)

[14891210&utm_source=GGL&utm_medium=SEM&utm_campaign=GGL_ACA](https://www.autodesk.com/latam/products/autocad/overview?mktvar002=6131273|SEM|16534257292|142872528628|kwd-14891210&utm_source=GGL&utm_medium=SEM&utm_campaign=GGL_ACA)

[D_AutoCAD_AMER_PE_eComm_SEM_BR_New_EX_0000_6131273_General](https://www.autodesk.com/latam/products/autocad/overview?mktvar002=6131273|SEM|16534257292|142872528628|kwd-14891210&utm_source=GGL&utm_medium=SEM&utm_campaign=GGL_ACA)
&utm_id=6131273&utm_term=kwd-1

Burton, M. (s.f.). *GitHub*. Obtenido de Arduino temperature control library:

<https://github.com/milesburton/Arduino-Temperature-Control-Library>

Calor, s. F. (s.f.). *Swegon*. Obtenido de Que es la temperatura?:

[https://www.swegon.com/es/guias/La-guia-del-clima-interior/Factores-que-](https://www.swegon.com/es/guias/La-guia-del-clima-interior/Factores-que-afectan-al-clima-interior-y-al-ser-humano/temperatura/que-es-temperatura/#:~:text=La%20temperatura%20es%20una%20dimensi%C3%B3n,energ%C3%ADa%20cuando%20est%C3%A1%20m%C3%A1s%20caliente.)

[afectan-al-clima-interior-y-al-ser-humano/temperatura/que-es-](https://www.swegon.com/es/guias/La-guia-del-clima-interior/Factores-que-afectan-al-clima-interior-y-al-ser-humano/temperatura/que-es-temperatura/#:~:text=La%20temperatura%20es%20una%20dimensi%C3%B3n,energ%C3%ADa%20cuando%20est%C3%A1%20m%C3%A1s%20caliente.)

[temperatura/#:~:text=La%20temperatura%20es%20una%20dimensi%C3%B3n,](https://www.swegon.com/es/guias/La-guia-del-clima-interior/Factores-que-afectan-al-clima-interior-y-al-ser-humano/temperatura/que-es-temperatura/#:~:text=La%20temperatura%20es%20una%20dimensi%C3%B3n,energ%C3%ADa%20cuando%20est%C3%A1%20m%C3%A1s%20caliente.)

[energ%C3%ADa%20cuando%20est%C3%A1%20m%C3%A1s%20caliente.](https://www.swegon.com/es/guias/La-guia-del-clima-interior/Factores-que-afectan-al-clima-interior-y-al-ser-humano/temperatura/que-es-temperatura/#:~:text=La%20temperatura%20es%20una%20dimensi%C3%B3n,energ%C3%ADa%20cuando%20est%C3%A1%20m%C3%A1s%20caliente.)

Castaño Giraldo, S. (s.f.). *Lazo Abierto Lazo Cerrado*. Obtenido de Lazo Abierto

Lazo Cerrado: [https://controlautomaticoeducacion.com/control-](https://controlautomaticoeducacion.com/control-realimentado/lazo-abierto-y-lazo-cerrado/)

[realimentado/lazo-abierto-y-lazo-cerrado/](https://controlautomaticoeducacion.com/control-realimentado/lazo-abierto-y-lazo-cerrado/)

DC, M. (s.f.). *SDI*. Obtenido de Que es un motor DC?:

<https://sdindustrial.com.mx/blog/que-es-un-motor-dc-y-para-que-sirve/>



dlesauvage. (2024). *ICONPROCON*. Obtenido de Sensores de pH:

https://iconprocon.com/spanish_blogs/como-funcionan-los-sensores-de-ph-una-guia-completa-para-medir-la-acidez-y-la-alcalinidad/

Electrobombas. (s.f.). *AutoSolar*. Obtenido de Que es una electrobomba y para que sirve?: <https://autosolar.pe/sistemas-de-bombeo/que-es-una-electrobomba-y-para-que-sirve?srsltid=AfmBOorJj0VMLy2t4OVW9mZiD1dNaX7jPnq-V0-SsL0bhCF32jylZ6xM>

Electromania. (s.f.). *Gravity: Sensor Analógico de pH para Arduino*. Obtenido de Electromania: <https://www.electromania.pe/producto/gravity-sensor-analogico-de-ph-para-arduino/>

Electronica, S. (s.f.). *Sigma Electronica*. Obtenido de EXP UNO-MEGA2560: <https://www.sigmaelectronica.net/producto/exp-uno-mega2560/>

Electrovalvula. (s.f.). *burkert*. Obtenido de Que es una electrovalvula?: <https://www.burkert.es/es/empresa-y-carrera/actualidades/prensa/mediateca/informes-tecnicos/que-es-una-electrovalvula-y-como-funciona>

FAO. (2014). *Manual Practico para el cultivo de Truchas Arcoiris*. Guatemala. Obtenido de <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/b5d13120-be7f-4821-8a18-50e7a5578d77/content>

Garcia Noriega, L. A. (2018). *Diseño de un Sistema Automatizado para Control y Supervision de un Acuario usando tecnologias inalambricas GPRS y Bluetooth [Tesis de grado, Universidad Nacional de Piura]*. Universidad Nacional de Piura, Piura, Perú. Obtenido de <https://repositorio.unp.edu.pe/items/40d22c32-aafa-488c-82ed-3b2f9c1ddfdc>



Grokhotkov, I. (2017). *ESP8266 Core*. Obtenido de Librería ESP8266WiFi:

<https://esp8266-arduino->

[spanish.readthedocs.io/es/latest/esp8266wifi/readme.html](https://esp8266-arduino-spanish.readthedocs.io/es/latest/esp8266wifi/readme.html)

Hernández Gaviño, R. (2010). *Introducción a los sistemas de control: Conceptos, aplicaciones y simulación con MATLAB* (PRIMERA EDICION ed.). (L. M. Cruz,

Ed.) Naucalpan de Juarez, México. Obtenido de

<http://lcr.uns.edu.ar/fcr/images/Introduccion%20a%20Los%20Sistemas%20de%20Control.pdf>

keyestudio. (s.f.). *keyestudio*. Obtenido de KEYES AD Keyboard Simulate Five

Key Module Analog Button for Arduino Sensor Expansion Board:

<https://www.keyestudio.com/products/keyes-ad-keyboard-simulate-five-key->

[module-analog-button-for-arduino-sensor-expansion-board](https://www.keyestudio.com/products/keyes-ad-keyboard-simulate-five-key-module-analog-button-for-arduino-sensor-expansion-board)

Lapiente Solórzano, V. (2015). *Control y Monitorización de un Acuario en Tiempo Real mediante tecnología Open Source [Proyecto Fin de Carrera, Universidad de Zaragoza]*. Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España.

Obtenido de <https://zaguan.unizar.es/record/37185/files/TAZ-PFC-2015-154.pdf>

Llamas, L. (s.f.). *Luis LLamas*. Obtenido de ESP8266, Una alternativa a Arduino

con

Wifi:

<https://www.luisllamas.es/esp8266/#:~:text=m%C3%A1ximo%20de%2016MiB.->

[,Caracter%C3%ADsticas%20del%20ESP8266,y%20deep%20sleep%20\(1uA\).](https://www.luisllamas.es/esp8266/#:~:text=m%C3%A1ximo%20de%2016MiB.-)

Marcel, O. C. (s.f.). *Parametros basicos. el pH, el KH y el GH*. Obtenido de Blog

Kiwoko Mundo Animal: [https://www.kiwoko.com/blogmundoanimal/parametros-](https://www.kiwoko.com/blogmundoanimal/parametros-acuario-ph-gh-)

[acuario-ph-gh-](https://www.kiwoko.com/blogmundoanimal/parametros-acuario-ph-gh-)

[kh/#:~:text=El%20pH%20de%20un%20acuario,puede%20variar%20seg%C3%](https://www.kiwoko.com/blogmundoanimal/parametros-acuario-ph-gh-kh/#:~:text=El%20pH%20de%20un%20acuario,puede%20variar%20seg%C3%BA)

[BAn%20la%20especie.](https://www.kiwoko.com/blogmundoanimal/parametros-acuario-ph-gh-kh/#:~:text=El%20pH%20de%20un%20acuario,puede%20variar%20seg%C3%BA)



Margolis, M. (27 de Junio de 2024). *Arduino Docs*. Obtenido de Servo:
<https://docs.arduino.cc/libraries/servo/>

Martin, L. (22 de Enero de 2023). *SCAPERS*. Obtenido de Cómo iluminar un acuario correctamente: <https://www.nascapers.es/como-iluminar-un-acuario-correctamente/#:~:text=Adem%C3%A1s%2C%20una%20buena%20luz%20puede,a%20tus%20peces%20y%20plantas.>

Martinez, F. (03 de junio de 2015). *OpenWebinars*. Obtenido de Uso del sistema OneWire: <https://openwebinars.net/blog/tutorial-arduino-uso-de-sistema-onewire/>

MCAD, M. (2022). *MCAD*. Obtenido de Diseño asistido por Computadora: <https://mcad.co/que-es-cad-diseno-asistido-por-computador/>

Naylamp. (s.f.). *Conversor de nivel lógico 4CH 5V/3.3V*. Obtenido de Naylamp Mechatronics : <https://naylampmechatronics.com/conversores-ttl/67-conversor-de-nivel-logico-4ch-5v3v.html>

Naylamp. (s.f.). *Micro Servo SG90 1.5Kg*. Obtenido de Naylamp Mechatronics: <https://naylampmechatronics.com/servomotores/21-servo-sg90-1kg.html>

Naylamp. (s.f.). *Módulo Relay 8CH 5VDC*. Obtenido de Naylamp Mechatronics: <https://naylampmechatronics.com/drivers/177-modulo-relay-8-canales-5vdc.html>

Naylamp. (s.f.). *Sensor de Temperatura Digital DS18B20*. Obtenido de Naylamp Mechatronics: <https://naylampmechatronics.com/sensores-temperatura-y-humedad/16-sensor-de-temperatura-digital-ds18b20.html>

Naylamp. (s.f.). *Sensor Ultrasonido JSN-SR04T*. Obtenido de Naylamp Mechatronics: <https://naylampmechatronics.com/sensores-proximidad/326-sensor-ultrasonido-jsn-sr04t.html>



Naylamp. (s.f.). *Ventilador axial 40*40mm 5VDC*. Obtenido de Naylamp Mechatronics: <https://naylampmechatronics.com/ventiladores-dc/884-ventilador-axial-4040mm-5vdc.html>

Orihuela Zacarias, E. M. (2022). *Diseño y monitoreo de un sistema automatizado para la mejora de la calidad de las piscigranjas en el distrito de ingenio [Tesis de Titulación, Universidad de Ciencias y Humanidades, Facultad de Ciencias e Ingeniería]*. Repositorio Digital, Perú. Obtenido de <https://repositorio.uch.edu.pe//handle/20.500.12872/675>

Rele. (s.f.). *Voltione*. Obtenido de Que es un rele?: <https://voltione.com/pages/que-es-rele>

s.f. (22 de Abril de 2019). *Jioxin Mirror Acrylic*. Obtenido de ¿Sabes el nivel de agua del tanque de peces?: <https://es.jxmirrorplastic.com/news/do-you-know-the-water-level-of-the-fish-tank-23610768.html>

s.f. (s.f.). *Github*. Obtenido de LCDWIKI_KBV: https://github.com/lcdwiki/LCDWIKI_kbv

SolidWorks. (s.f.). *SolidBi*. Obtenido de SOLIDWORKS: <https://solidbi.es/solidworks/>

store, G. F. (s.f.). *Aliexpress*. Obtenido de Tira de luces Led COB, cinta LED Flexible de 5v: https://es.aliexpress.com/item/1005008483387499.html?spm=a2g0o.order_list.order_list_main.36.531a194dVQzWI9&gatewayAdapt=glo2esp

Store, M. S. (s.f.). *Aliexpress*. Obtenido de Mini válvula de solenoide eléctrica pequeña: https://es.aliexpress.com/item/1005005239173089.html?spm=a2g0o.order_list.order_list_main.181.531a194dVQzWI9&gatewayAdapt=glo2esp



Store, M. W. (s.f.). *Aliexpress*. Obtenido de Bomba de vacío de aire DC:

[https://es.aliexpress.com/item/1005009050046751.html?spm=a2g0o.order_list.](https://es.aliexpress.com/item/1005009050046751.html?spm=a2g0o.order_list.order_list_main.91.531a194dVQzWI9&gatewayAdapt=glo2esp)

[order_list_main.91.531a194dVQzWI9&gatewayAdapt=glo2esp](https://es.aliexpress.com/item/1005009050046751.html?spm=a2g0o.order_list.order_list_main.91.531a194dVQzWI9&gatewayAdapt=glo2esp)

Store, S. O. (s.f.). *Aliexpress*. Obtenido de Bomba de tanque de peces silenciosa,:

[https://es.aliexpress.com/item/1005005850115302.html?spm=a2g0o.order_list.](https://es.aliexpress.com/item/1005005850115302.html?spm=a2g0o.order_list.order_list_main.111.531a194dVQzWI9&gatewayAdapt=glo2esp)

[order_list_main.111.531a194dVQzWI9&gatewayAdapt=glo2esp](https://es.aliexpress.com/item/1005005850115302.html?spm=a2g0o.order_list.order_list_main.111.531a194dVQzWI9&gatewayAdapt=glo2esp)

STORE, Y. O. (s.f.). *Aliexpress*. Obtenido de Fuente de alimentación conmutada

de carril DIN serie HDR:

[https://es.aliexpress.com/item/1005006965928817.html?spm=a2g0o.order_list.](https://es.aliexpress.com/item/1005006965928817.html?spm=a2g0o.order_list.order_list_main.171.531a194dVQzWI9&gatewayAdapt=glo2esp)

[order_list_main.171.531a194dVQzWI9&gatewayAdapt=glo2esp](https://es.aliexpress.com/item/1005006965928817.html?spm=a2g0o.order_list.order_list_main.171.531a194dVQzWI9&gatewayAdapt=glo2esp)

Supo, J. (2015). *Como se hace una tesis*. Lima: Bioestadístico EIRL.

temperatura, S. d. (s.f.). *SDI*. Obtenido de Que es un sensor de temperatura y

para que sirve?: <https://sdindustrial.com.mx/blog/sensor-de-temperatura-que-es/>

Ultrasonico, S. (s.f.). *KEYENCE*. Obtenido de Fundamentos del sensor:

<https://www.keyence.com.mx/ss/products/sensor/sensorbasics/ultrasonic/info/>

Weinberg, F. (25 de Abril de 2022). *Arduino Docs*. Obtenido de NTPClient:

<https://docs.arduino.cc/libraries/ntpclient/>



ANEXOS



ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

SISTEMA AUTOMATIZADO DE MONITOREO Y CONTROL PARA TANQUES DESTINADOS A LA CRIANZA DE ALEVINES EN LA CIUDAD DE PUNO -2025						
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	ANTECEDENTES	DISEÑO METODOLÓGICO
En Puno existen muchos centros que practican la crianza de alevines pero carecen de un sistema de control automatizado de factores vitales como temperatura, pH, nivel de agua y alimentación que a menudo el control manual puede desencadenar una falta de precisión, y	PROBLEMA GENERAL ¿Cómo implementamos un sistema que nos permita el monitoreo y control en tiempo real en los tanques que están siendo utilizados en la crianza de alevines?	OBJETIVO GENERAL Implementar un sistema de control que permita monitorear y controlar en tiempo real parámetros importantes en tanques de crianza de alevines para la ciudad de Puno.	HIPOTESIS GENERAL La integración de un sistema de control accederá a la mejora de las condiciones ambientales reduciendo en gran parte la dependencia de la intervención manual garantizando su eficiencia.	VARIABLE INDEPENDIENTE -Sistema automatizado de monitoreo y control.	El autor tiene como motivación y objetivo desarrollar un sistema electrónico basado en proyectos Open Aquarium que integre la plataforma Raspberry, con el fin de monitorear y controlar la información recopilada recibida por sensores para otorgar el mantenimiento de acuarios (Lapiente Solórzano, 2015) Pag.12. El autor en su investigación busca	Enfoque: Cuantitativo Diseño: Experimental Tipo: Tecnológico aplicativo
	PROBLEMAS ESPECIFICOS PE₁: ¿Cómo construir un	OBJETIVOS ESPECIFICOS		VARIABLE DEPENDIENTE - Estabilidad de la calidad del agua.		TECNICAS E INSTRUMENTOS
						Técnica: Control, observación directa.



reacciones tardías con respecto a la detección de cambios en dichos parámetros que aunque pueden pasar desapercibidos, estos cambios suelen generar un impacto negativo en la salud de los alevines, además resaltando que Puno se encuentra a 3820 m.s.n.m. por lo tanto las variables como pH y temperatura son muy particulares en la ciudad.	sistema intuitivo para mejorar la precisión para mejorar la eficiencia y rentabilidad en el tanque de crianza? PE₂: ¿Cómo realizar una programación efectiva para el monitoreo de parámetros vitales en el tanque de crianza? PE₃: ¿Cómo recopilar la información de los sensores y ajustarlos mediante los actuadores para lograr los parámetros deseados por el operador?	OE₁: Ejecutar un sistema que permita en tiempo real recopilar y modificar parámetros críticos en el tanque de crianza de alevines. OE₂: Crear una interfaz amigable que permita al operario monitorear y variar de forma eficiente las variables del entorno acuático, con el propósito de mejorar las condiciones de criado en los alevines.	HIPOTESIS ESPECIFICO S HE₁: La integración de los sensores y actuadores facilitará la optimización del control con respecto a las variaciones ambientales reduciendo los errores humanos. HE₂: La programación en la interfaz de Arduino ayudará a mantener un correcto control. HE₃: La interfaz	una manera de diseñar un sistema automatizado para el control y supervisión de un acuario, monitoreando variables como temperatura, Nivel y pH del acuario logrando monitorear la temperatura nivel y pH del acuario, además de automatizar un sistema de iluminación, y algunos otros elementos del acuario. (García Noriega, 2018), Pag 20. El autor busca implementar un sistema que permita monitorear y simular el control automatizado en una piscigranja para controlar los parámetros de Temperatura, pH y Oxígeno Disuelto en	Instrumentos : Herramientas, dispositivos para recopilar, evaluar y medir los parámetros del sistema.
---	--	---	--	--	---



		OE₃: Corroborar la precisión y confiabilidad del sistema dentro de las condiciones reales en Puno, garantizando su funcionalidad.	ayudará al operario una fácil manipulación y control de las variables.		peces alevines del distrito de Ingenio – Junín. Permitiendo a los encargados del lugar poder usar esa información a su favor para obtener los mejores resultados posibles en sus ejemplares. (Orihuela Zacarias, 2022) Pág. 17, 97.	
--	--	--	--	--	---	--

ANEXO 2. TABLAS DE RECOGIDA DE INFORMACION

Figura 118

Tabla 1 recogida de información

RECOGIDA DE INFORMACION "SISTEMA AUTOMATIZADO DE MONITOREO Y CONTROL PARA TANQUES DESTINADOS A LA CRIANZA DE ALEVINES PUNO -2025"				
ALEVIN TIPO:	Koi (Ornamento)			
CONDICION DEL TANQUE	PROCESO DE CRIANZA	INFRAESTRUCTURA	OPERACIÓN	ENTORNO
Temperatura	Cantidad de alevines	Equipos disponibles	Sistema de control	Condicion climatica
14°C	20	- Filtro aereo - termoregulator - Aireador	Si	- Favorable
Nivel de agua	Tiempo crianza		Procedimiento de control	
50 cm	4 meses		Manual (X)Autonomo ()	
pH			Frecuencia de control	
7.5-8		Semanal	Impacto en el tanque	
Flujo de agua		Limitaciones	Problemas recurrentes	
Fuerte () Normal (X) Bajo ()		- Cambio Agua - Alimentación	- Limpieza tanque - Sobre alimentación	- Alevines debiles - tanque Sucio
Dimensiones tanque				
40cm x 120cm x 70cm				

RECOGIDA DE INFORMACION "SISTEMA AUTOMATIZADO DE MONITOREO Y CONTROL PARA TANQUES DESTINADOS A LA CRIANZA DE ALEVINES PUNO -2025"				
ALEVIN TIPO:	Coridora			
CONDICION DEL TANQUE	PROCESO DE CRIANZA	INFRAESTRUCTURA	OPERACIÓN	ENTORNO
Temperatura	Cantidad de alevines	Equipos disponibles	Sistema de control	Condicion climatica
24°C	4	-termoregulator - Aireador con Filtro	Si	- Favorable
Nivel de agua	Tiempo crianza		Procedimiento de control	
25cm	- 20 días		Manual (X)Autonomo ()	
pH			Frecuencia de control	
7.5-8		20 días	Impacto en el tanque	
Flujo de agua		Limitaciones	Problemas recurrentes	
Fuerte () Normal () Bajo (X)		- No tiene iluminación - temperatura - Alimentación	- Limpieza tanque - Agua se evapora	- El agua desciende rápido -
Dimensiones tanque				
45cm x 35cm x 40cm				

Fuente. Elaboración Propia



Figura 119

Tabla 2 recogida de información

RECOGIDA DE INFORMACION "SISTEMA AUTOMATIZADO DE MONITOREO Y CONTROL PARA TANQUES DESTINADOS A LA CRIANZA DE ALEVINES PUNO -2025"				
ALEVIN TIPO:	trucha Arcoiris (Consumo)			
CONDICION DEL TANQUE	PROCESO DE CRIANZA	INFRAESTRUCTURA	OPERACIÓN	ENTORNO
Temperatura	Cantidad de alevines	Equipos disponibles	Sistema de control	Condicion climatica
11°C - 18°C	10,000	- termometro - Motor oxigeno	Si	- Favorable
Nivel de agua	Tiempo crianza		Procedimiento de control	
15cm	1 mes - 2 meses		Manual (X) Autonomo ()	
pH			Frecuencia de control	
7.5-8		diario (3 veces)	Impacto en el tanque	
Flujo de agua		Limitaciones	Problemas recurrentes	- Sobre alimentación Alevines crecen rapido pero su boca se vuelve roja
Fuerte (X) Normal () Bajo ()	- Oxigenación	- Alimentación continua		
Dimensiones tanque		- Mediciones continuas		
35cm x 400cm x 25cm				

RECOGIDA DE INFORMACION "SISTEMA AUTOMATIZADO DE MONITOREO Y CONTROL PARA TANQUES DESTINADOS A LA CRIANZA DE ALEVINES PUNO -2025"				
ALEVIN TIPO:	Ova trucha Arcoiris (Consumo)			
CONDICION DEL TANQUE	PROCESO DE CRIANZA	INFRAESTRUCTURA	OPERACIÓN	ENTORNO
Temperatura	Cantidad de alevines	Equipos disponibles	Sistema de control	Condicion climatica
11°C	7,000 - 10,000	- Incubadora horizontal - Incubadora Vertical	Si	- Favorable
Nivel de agua	Tiempo crianza		Procedimiento de control	
5cm	- 27 días - 30 días		Manual (X) Autonomo ()	
pH			Frecuencia de control	
7.5-8		15 días	Impacto en el tanque	
Flujo de agua		Limitaciones	Problemas recurrentes	- Alevines débiles
Fuerte () Normal () Bajo (X)	- Reservorio Grande	- temperatura		
Dimensiones tanque	- temperatura			
30cm x 30cm x 20cm				

Fuente. Elaboración Propia



ANEXO 1 FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital ☒

Fecha de entrega: 13-04-2026

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: Luigi Paolo Gonzales Caceres

Dirección: Jr. Independencia #151 Dpto. A-501

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 73264820

Teléfono: 933831840 email: luigigonzales71@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: Ingeniería y Ciencias Puras

Escuela Profesional o Mención: Ingeniería Mecatrónica

Título o Grado Académico a optar: Título en Ingeniero Mecatrónico

Asesor: M.Sc. Jesús Esteban Castillo Machaca

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación ☐ Tesis ☒ Trabajo de Suficiencia Profesional ☐ Trabajo Académico ☐

Título: Sistema Automatizado de Monitoreo y Control para Tanques Destinados a la Crianza de Alevines en la Ciudad de Puno – 2025

Palabras claves, (3 a 5 términos): Alevines, sistema automatizado, monitoreo en tiempo real, acuicultura

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?

2

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

☐ Bachiller ☒ Título ☐ 2da Especialidad ☐ Maestría ☐ Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- ☒ Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- ☐ Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- ☐ No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- ☐ Sí autorizo
- ☒ No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

☒

Internacional

☐

Nacional

Línea de investigación: Tecnología de la Instrumentación P-21

Firma de Autor



huella digital

13-04-2026

Fecha