



PERFIL DE PLAN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Quito – Ecuador, agosto del 2025

PROPUESTA DEL PLAN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Tema de Proyecto de Investigación:

Diseño e Implementación de un Sistema de Cultivo Hidropónico Automatizado y Sostenible Alimentado por Energía Solar

Apellidos y nombres del/los estudiantes:

Cajamarca Palomo Erick Saul
Casado Muñoz Nagely Stefania
Castro Cando Melany Inés
Pusay Lugmaña Alejandro Nicolás
Rocha Díaz Esteban Alexander
Tapia Gavilema Jaime Ivan

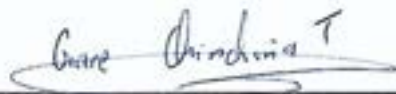
Carrera:

Tecnología superior en electricidad

Fecha de presentación:

04 DE AGOSTO DEL 2025

Quito, 04, de AGOSTO del 2025



Firma del director del Tutor de Trabajo de Investigación

1.- Tema de investigación

Diseño e Implementación de un Sistema de Cultivo Hidropónico Automatizado y Sostenible Alimentado por Energía Solar

2.- Problema de investigación

El crecimiento de la población y la disminución de tierras cultivables han generado la necesidad de desarrollar alternativas sostenibles para la producción de alimentos. La hidroponía se presenta como una solución eficiente, ya que permite el cultivo sin suelo y optimiza el uso de agua y nutrientes. Sin embargo, muchos sistemas hidropónicos dependen de fuentes de energía convencionales y requieren supervisión constante, lo que limita su accesibilidad y viabilidad en comunidades rurales o con recursos limitados.

Este estudio busca resolver la problemática del alto consumo energético y la necesidad de monitoreo manual en sistemas hidropónicos mediante el diseño e implementación de un sistema automatizado y sostenible alimentado por energía solar. Se pretende responder: ¿Cómo mejorar la eficiencia de los cultivos hidropónicos mediante automatización? ¿Cuáles son los beneficios de integrar energías renovables en este tipo de sistemas? La importancia de esta investigación radica en su contribución al desarrollo de prácticas agrícolas más sostenibles, reduciendo la huella ambiental y mejorando la accesibilidad de los cultivos hidropónicos en diversas regiones.

El estudio se delimita al diseño, implementación y evaluación del sistema en un entorno controlado. Se espera que los resultados generen conocimientos aplicables a futuras mejoras tecnológicas en la agricultura sostenible.

2.1.- Definición y diagnóstico del problema de investigación

El crecimiento poblacional y la escasez de recursos hídricos han impulsado la búsqueda de métodos agrícolas eficientes y sostenibles, la agricultura consume aproximadamente el 70 % del agua dulce mundial, mientras que la hidroponía permite reducir este consumo hasta en un 90 %. Sin embargo, los sistemas hidropónicos tradicionales dependen de energía eléctrica y supervisión manual, lo que limita su implementación en comunidades con acceso limitado a estos recursos.

Este trabajo de titulación se propone un diseño e implementación de un sistema hidropónico automatizado y sostenible, alimentado por energía solar, para optimizar el uso de recursos y reducir costos operativos. Su aplicación permitirá mejorar la producción de alimentos de manera eficiente y autosuficiente, beneficiando tanto a pequeños productores como a iniciativas de agricultura urbana. Con un enfoque innovador, esta investigación contribuirá al desarrollo de soluciones tecnológicas viables para la producción agrícola sostenible.

2.2.- Preguntas de investigación

1. ¿Cuáles son los principios fundamentales de la hidroponía y cómo se pueden integrar con sistemas automatizados y energías renovables?
2. ¿Cómo se pueden diseñar e implementar sensores y tecnologías de automatización para monitorear y controlar variables ambientales en un sistema hidropónico?
3. ¿Cuál es el potencial de la energía solar para alimentar sistemas hidropónicos y reducir la dependencia de fuentes de energía no renovables?
4. ¿Cómo se puede evaluar el rendimiento de un sistema hidropónico automatizado en términos de consumo de agua, eficiencia energética y productividad de los cultivos?
5. ¿Cuáles son las diferencias significativas en la producción agrícola sostenible entre sistemas hidropónicos convencionales y sistemas hidropónicos automatizados y sostenibles?

3.-Objetivos de la investigación

3.1.- Objetivo General

Desarrollar un sistema de cultivo hidropónico automatizado y sostenible alimentado por energía solar, con el fin de optimizar el uso de recursos hídricos y energéticos, mejorar la eficiencia en la producción de cultivos y fomentar el desarrollo de prácticas agrícolas sostenibles.

3.2.- Objetivos Específicos

- Analizar los principios de la hidroponía y su integración con sistemas automatizados y energías renovables.
- Diseñar un sistema de cultivo hidropónico que incorpore sensores y tecnología de automatización para el monitoreo y control de variables ambientales.
- Implementar un sistema de alimentación con energía solar para garantizar la sostenibilidad y eficiencia energética del sistema hidropónico.
- Evaluar el rendimiento del sistema automatizado en términos de consumo de agua, eficiencia energética y productividad de los cultivos.
- Comparar los resultados obtenidos con sistemas hidropónicos convencionales para determinar las mejoras en la producción agrícola sostenible.

4.- Justificación

El desarrollo sostenible y la optimización de recursos en la agricultura son desafíos fundamentales en la actualidad. La producción agrícola tradicional enfrenta limitaciones como la escasez de agua, el uso excesivo de agroquímicos y la dependencia de fuentes de energía convencionales. La hidroponía surge como una alternativa eficiente, permitiendo un uso más

racional del agua y los nutrientes; sin embargo, su implementación aún presenta barreras, como el alto consumo energético y la necesidad de monitoreo constante.

Este trabajo de investigación busca diseñar e implementar un sistema de cultivo hidropónico automatizado y sostenible, alimentado por energía solar, para mejorar la eficiencia en la producción de alimentos y reducir la huella ambiental. La automatización permitirá optimizar el uso de recursos y disminuir la intervención manual, lo que facilitará su aplicación en diversas condiciones, incluyendo zonas rurales con acceso limitado a la electricidad.

Desde un enfoque académico, este estudio contribuirá al avance del conocimiento en tecnologías agrícolas sostenibles, integrando automatización, energías renovables y técnicas hidropónicas. A nivel social, permitirá a pequeños productores mejorar su producción de manera eficiente y sostenible.

En términos económicos, la reducción en el consumo de agua y energía disminuirá costos operativos, haciendo más accesible este método de cultivo. Con esta investigación se pretende generar un modelo replicable que impulse la adopción de soluciones innovadoras para la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental.

5.- Estado del Arte

El cultivo hidropónico ha sido ampliamente estudiado como una alternativa eficiente y sostenible a la agricultura tradicional. Diversas investigaciones han demostrado su capacidad para optimizar el uso del agua y mejorar el rendimiento de los cultivos. Según un estudio de Resh (2016) "*Hydroponic Food Production*", la hidroponía permite reducir el consumo de agua en un 90 % en comparación con los métodos convencionales, lo que la convierte en una solución viable ante la crisis hídrica global.

En cuanto a la automatización de sistemas hidropónicos, investigaciones recientes han explorado el uso de sensores y controladores para monitorear variables clave como pH, temperatura y concentración de nutrientes. Un estudio de Carvalho et al. (2021) "*Sistema basado en IoT de prevención y control*" analizó la implementación de sensores IoT en sistemas hidropónicos, concluyendo que la automatización mejora la eficiencia del cultivo y reduce la necesidad de intervención humana. Los sistemas automatizados pueden incrementar la productividad hasta en un 30 %, al garantizar condiciones óptimas para el desarrollo de las plantas.

El uso de energía solar en la agricultura ha sido otro campo de interés. Un informe de la FAO (2022) "*organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura*" destaca que la integración de energías renovables en la producción agrícola puede reducir significativamente la dependencia de combustibles fósiles y mejorar la sostenibilidad de los sistemas de producción. Investigaciones como la de Sharma y Kumar (2018) "*seguridad en los sistemas*" han evaluado la viabilidad de sistemas hidropónicos alimentados por energía

solar, demostrando que estos pueden operar de manera eficiente en zonas rurales con acceso limitado a la electricidad.

Asimismo, proyectos como el desarrollado por Kim y sus colaboradores. (2021) han combinado la automatización con el uso de energías renovables para optimizar la producción agrícola. Sus hallazgos indican que la combinación de tecnología y energía limpia no solo mejora la eficiencia del cultivo, sino que disminuye los costos operativos a largo plazo.

En el ámbito latinoamericano, estudios como el de Gómez y Fernández (2020) han abordado la implementación de sistemas hidropónicos en entornos urbanos, resaltando su potencial para mejorar la seguridad alimentaria y fomentar la agricultura sostenible en ciudades densamente pobladas.

Estos antecedentes evidencian que la integración de la hidroponía con automatización y energía solar es una solución viable y prometedora para mejorar la eficiencia en la producción agrícola. Sin embargo, aún es necesario desarrollar estudios específicos sobre su implementación en diferentes condiciones climáticas y económicas, lo que justifica la presente investigación.

6.- Temario Tentativo

- Resumen
- Interrupción
- Metodología
- Resultados
- Discusión
- Conclusiones y recomendaciones

7.- Diseño de la investigación

7.1.- Tipo de investigación

EN FUNCION A SU PROPOSITO	
Teórica	<input type="checkbox"/>
Aplicada Tecnológica	<input checked="" type="checkbox"/>
Aplicada científica	<input type="checkbox"/>

	NIVEL DE MADUREZ TECNOLÓGICA	ORIENTACIÓN N 1	ORIENTACIÓN N 2	ORIENTACIÓN N 3	ORIENTACIÓN N 4
<input type="checkbox"/>	TRL 1: Idea básica. Mínima disponibilidad	Investigación	Entorno de	Pruebas de laboratorio y	Prueba de concepto

<input type="checkbox"/>	TRL 2: Concepto o tecnología formulados.		laboratorio	simulación	
<input type="checkbox"/>	TRL 3: Prueba de concepto.				
<input type="checkbox"/>	TRL 4: Componentes validados en laboratorio.				
<input type="checkbox"/>	TRL 5: Componentes validados en entorno relevante.	Desarrollo	Entorno de simulación	Ingeniería a escala $1/10 < \text{Escala} < 1$	Prototipo y demostración
<input checked="" type="checkbox"/>	TRL 6: Tecnología validada en entorno relevante.				
<input type="checkbox"/>	TRL 7: Tecnología validada en entorno real	Innovación	Entorno real	Escala real = 1	Producto comercializable y certificado
<input type="checkbox"/>	TRL 8: Tecnología validada y certificada en entorno real.				
<input type="checkbox"/>	TRL 9: Tecnología disponible en entorno real. Máxima disponibilidad.				Despliegue

POR SU NIVEL DE PROFUNDIDAD		POR LOS MEDIOS PARA OBTENER LOS DATOS	
Exploratoria	<input type="checkbox"/>	Documental	<input type="checkbox"/>
Descriptiva	<input checked="" type="checkbox"/>	De campo	<input checked="" type="checkbox"/>
Explicativa	<input type="checkbox"/>	Laboratorio	<input type="checkbox"/>
Correlacional	<input type="checkbox"/>		
POR LA NATURALEZA DE LOS DATOS		SEGÚN EL TIPO DE INFERENCIA	
Cualitativa	<input type="checkbox"/>	Deductivo	<input checked="" type="checkbox"/>
Cuantitativa	<input checked="" type="checkbox"/>	Hipotético	<input type="checkbox"/>
POR EL GRADO DE MANIPULACION DE VARIABLES		Inductivo	<input type="checkbox"/>
Experimental	<input type="checkbox"/>	Analítico	<input type="checkbox"/>
Cuasiexperimental	<input type="checkbox"/>	Sintético	<input type="checkbox"/>
No experimental	<input checked="" type="checkbox"/>	Estadístico	<input type="checkbox"/>

7.2.- Métodos de investigación

Para cumplir con los objetivos específicos planteados, se empleará un enfoque metodológico mixto que combine investigación experimental y aplicada, con una fase de diseño, implementación y evaluación.

1. Analizar los principios de la hidroponía y su integración con sistemas automatizados y energías renovables.

Se realizará una revisión bibliográfica de estudios previos sobre hidroponía, automatización y energías renovables. También se identificarán las tecnologías actuales que combinan estos elementos.

2. Diseñar un sistema de cultivo hidropónico que incorpore sensores y tecnología de automatización para el monitoreo y control de variables ambientales.

Se llevará a cabo el diseño técnico del sistema, seleccionando los sensores necesarios para medir pH, temperatura, humedad y nutrientes. Se planificará la integración de un sistema de automatización para la gestión de estos parámetros.

3. Implementar un sistema de alimentación con energía solar para garantizar la sostenibilidad y eficiencia energética del sistema hidropónico.

Se instalará un sistema de paneles solares para alimentar el sistema de cultivo. Se calcularán las necesidades energéticas y se dimensionará el sistema fotovoltaico de acuerdo con los requerimientos del sistema hidropónico.

4. Evaluar el rendimiento del sistema en términos de consumo de agua, eficiencia energética y productividad de los cultivos.

Se medirán los parámetros de eficiencia del sistema a lo largo de su funcionamiento, comparando los resultados con sistemas tradicionales en términos de ahorro de agua, energía y aumento de productividad.

5. Comparar los resultados obtenidos con sistemas hidropónicos convencionales para determinar las mejoras en la producción agrícola sostenible.

Se realizarán pruebas comparativas entre el sistema automatizado y uno convencional, analizando las diferencias en rendimiento, costos y sostenibilidad.

7.3.- Técnicas de recolección de la información

Para el desarrollo del proyecto, se aplicarán las siguientes técnicas de recolección de información, que permiten obtener datos relevantes para el diseño y evaluación del sistema hidropónico:

1. Encuestas (Técnica verbal):

Se aplicarán encuestas a posibles usuarios del sistema, especialmente en comunidades, para identificar el nivel de conocimiento, aceptación y viabilidad del sistema propuesto.

2. Observación directa (Técnica ocular):

Permitirá analizar las condiciones reales del entorno rural, como disponibilidad de luz solar,

espacio de instalación y recursos hídricos, fundamentales para adaptar correctamente el diseño del sistema.

3. Revisión documental (Técnica documental):

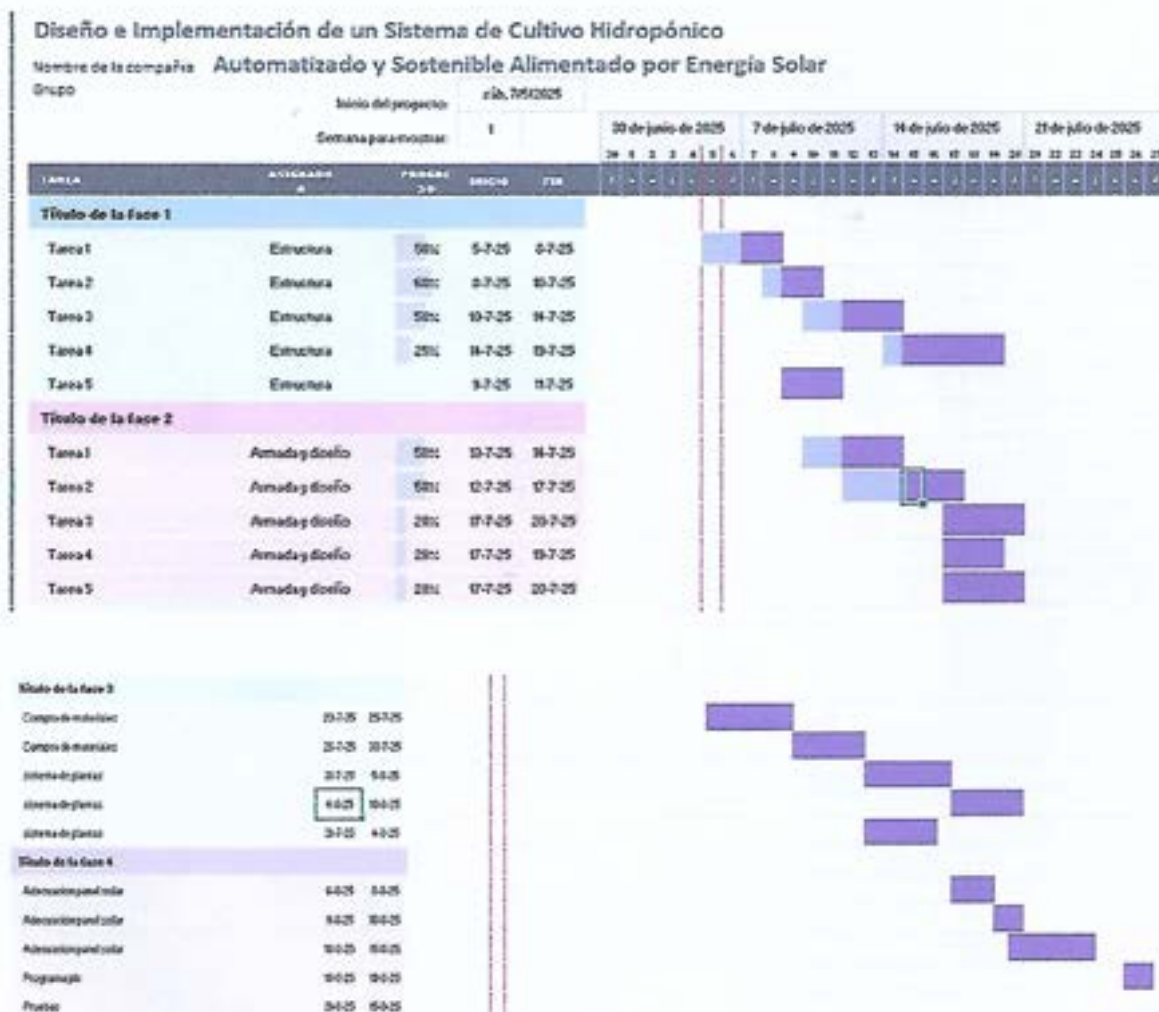
Se recopilará información de libros, artículos científicos y manuales técnicos sobre sistemas hidropónicos, automatización con sensores y uso de energía solar, para sustentar técnicamente el proyecto.

4. Pruebas selectivas:

Se realizarán pruebas del sistema para evaluar el rendimiento de los cultivos, el funcionamiento automatizado y el abastecimiento energético solar.

8.- Marco administrativo

8.1.- Cronograma



8.2.- Recursos

8.2.1.-Talento humano

Tabla 1.

Participantes en el proyecto de investigación.

Nº	Participantes	Rol a desempeñar en el proyecto	Carrera
1	Cajamarca Palomo Erick Saul	INVESTIGADOR, DESARROLLADOR	Tecnología Superior en Electricidad
2	Casado Muñoz Nagely Stefania	INVESTIGADOR, DESARROLLADOR	Tecnología Superior en Electricidad
3	Pusay Lugmaña Alejandro Nicolás	INVESTIGADOR, DESARROLLADOR	Tecnología Superior en Electricidad
4	Rocha Díaz Esteban Alexander	INVESTIGADOR, DESARROLLADOR	Tecnología Superior en Electricidad
5	Tapia Gavilema Jaime Ivan	INVESTIGADOR, DESARROLLADOR	Tecnología Superior en Electricidad
6	Castro Cando Melany Inés	INVESTIGADOR, DESARROLLADOR	Tecnología Superior en Electricidad
7	Ing. Grace Chinchuña	DOCENTE TUTOR	Ingeniería
8	Mcs. Mercedes Ricaurte	DOCENTE TUTOR	Ingeniería
9	Mcs. Omar Sánchez	DOCENTE TUTOR	Ingeniería

Fuente: Elaboración Propia.

8.2.2.- Materiales y Costos

Tabla 2.

Recursos materiales requeridos para el desarrollo del proyecto de investigación.

Ítem	Recursos Materiales Requeridos	Costos
1	Tanque de solución nutritiva (200L), Tubería PVC 2", Canaletas NFT, Estructura soporte, Tuberías flexibles y conectores Filtro de agua.	214\$
2	Controlador principal PLC LOGO SIEMENS, Sensor de Ph, Sensor de temperatura, Sensor humedad, Sensor de nivel, Módulo pararela, Caja de control, Cables, Terminales, borneras, Bomba sumergible 12V Válvulas de paso, luz piloto, relés.	746.02\$
3	Panel solar 400W, Controlador de carga MPPT, Batería 12V 100Ah GEL, Inversor DC-AC, Cableado, protecciones solares, conectores, canaletas ranuradas.	600\$

4	Estaciones Base airMAX LiteAP AC hasta 15km, router switch, cable cat 6 utp	200\$
10	Estructura tipo tubo rectangular (1 ½ x ¾) x 10 unidades	120\$
11	Herrajes de fijación	30\$
12	Extras: (electrodos, transporte, envío de importación, plantas, macetas.)	350\$
13	Total, parcial	Aproximado 2265\$.02

Fuente: Elaboración Propia.

8.3.- Fuentes de información

BIBLIOGRAFÍA.

FAO Knowledge Repository. (n.d.). Fao.org. Retrieved July 5, 2025, from <https://openknowledge.fao.org/items/98a4c80a-b4d3-403c-8557-d8536c8316ee>

Cultivos hidropónicos. (n.d.). Mundiprensa.com. Retrieved July 5, 2025, from <https://www.mundiprensa.com/catalogo/9788484760054/cultivos-hidroponicos>

(N.d.). Edu.Ec. Retrieved July 5, 2025, from <https://repositorio.uta.edu.ec/items/329ed945-f70e-4197-b419-c908af55d00e>

RESH y la Revista Comunicar: Análisis– Rafael Repiso. (n.d.). Rafaelrepiso.com. Retrieved July 5, 2025, from <https://www.rafaelrepiso.com/2016/04/08/resh-y-la-revista-comunicar-analisis-del-area-de-comunicacion/b>

(N.d.-b). Researchgate.net. Retrieved July 5, 2025, from https://www.researchgate.net/publication/383064237_Hydroponics_-_A_Sustainable_Approach_for_Nutritional_Security

ESTUDIO DE PERFIL DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO**CARRERA:**

Tecnología en electricidad

FECHA DE PRESENTACIÓN:

04/08/2025

APELLIDOS Y NOMBRES DEL / LOS EGRESADOS:

Rocha Diaz Esteban Alexander, Cajamarca Palomo Erick Saul

TÍTULO DEL PROYECTO:

Diseño e Implementación de un Sistema de Cultivo Hidropónico Automatizado y Sostenible
Alimentado por Energía Solar

ÁREA DE INVESTIGACIÓN:

Electricidad

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Tecnologías

sostenibles aplicadas a la agricultura, automatización,
energías renovables, cultivos

**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
DE INVESTIGACIÓN:**

CUMPLE

NO CUMPLE

- OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN
- ANÁLISIS
- DELIMITACIÓN.

☒
☒
☒☐
☐
☐**PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS:****GENERALES:**

REFLEJA LOS CAMBIOS QUE SE ESPERA LOGRAR CON LA INTERVENCIÓN DEL PROYECTO

☒☐**ESPECÍFICOS:**

GUARDA RELACIÓN CON EL OBJETIVO GENERAL PLANTEADO

☒☐

MARCO TEÓRICO:

	SI CUMPLE	NO NO CUMPLE
TEMA DE INVESTIGACIÓN.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
JUSTIFICACIÓN.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ESTADO DEL ARTE.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TEMARIO TENTATIVO.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MARCO ADMINISTRATIVO.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

TIPO DE INVESTIGACIÓN PLANTEADA
OBSERVACIONES:

.....

.....

MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN UTILIZADOS:
OBSERVACIONES:

.....

.....

CRONOGRAMA:

OBSERVACIONES:

.....

.....

FUENTES DE INFORMACIÓN:

.....

.....

RECURSOS:

CUMPLE

NO CUMPLE

HUMANOS

☒☐

ECONÓMICOS

☒☐

MATERIALES

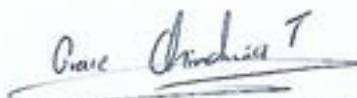
☒☐**PERFIL DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

Aceptado

☒

Negado ☐el diseño de investigación por las
siguientes razones:

- a)
.....
.....
- b)
.....
.....
- c)
.....
.....

ESTUDIO REALIZADO POR EL DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:**NOMBRE Y FIRMA DEL TUTOR:**
ING. GRACE CHINCHUÑA04 08 2025
FECHA DE ENTREGA DE ANTEPROYECTO