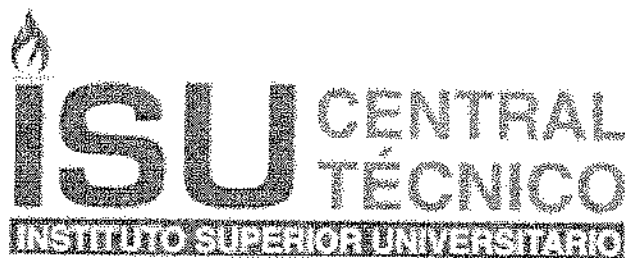
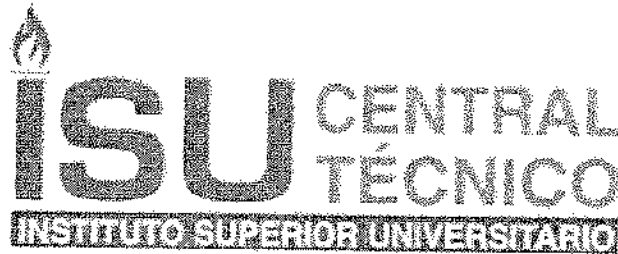
 INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO CENTRAL TÉCNICO <small>UNIVERSIDAD DE GUAYAS</small>		<small>EDICIÓN 1.0</small> <small>INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN</small>
SUSTANTIVO FORMATO <small>Código: FOR.DQ31.G1</small>	MACROPROCESO: 01 DOCENCIA PROCESO: 03 TITULACIÓN 01 TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR / TITULACIÓN	Página 1 de 24
PERFIL Y ESTUDIO DE PERFIL DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR / TITULACIÓN		



PERFIL DE TRABAJO DE PROPUESTA TECNOLÓGICA

Quito – Ecuador 2025



PERFIL DE TRABAJO DE PROPUESTA TECNOLÓGICA

CARRERA: ELECTRÓNICA

TEMA: IMPLEMENTACIÓN DE UNA INTERFAZ DE VISUALIZACIÓN PARA
OBSERVAR LOS MOVIMIENTOS DE FLEXIÓN Y EXTENSIÓN DE LA MANO
UTILIZANDO UN GUAANTE SENSORIZADO

Elaborado por:

JONATHAN MARCEL CARRILLO NOLIVOS,
CARLOS ALBERTO ALQUINGA LEMA

Tutor:

Ing. Christian Bonilla
Fecha: 16/05/2025

Índice de contenidos

1.	PROBLEMÁTICA.....	6
1.1	Formulación y planteamiento del Problema.....	6
1.2	Objetivos.....	6
1.2.1	Objetivo general	6
1.2.2	Objetivos específicos.....	7
1.3	Justificación.....	7
1.4	Alcance.....	8
1.5	Materiales y métodos.....	10
1.5.1	Materiales Utilizados.....	10
1.5.2	Otros Materiales	11
1.5.3	Métodos	11
1.6	Marco Teórico	12
2.	ASPECTOS ADMINISTRATIVOS	16
2.1.	Recursos humanos	16
2.2.	Recursos técnicos y materiales	16
2.3.	Viabilidad	17
2.4	Cronograma	18
2.5	Bibliografía.....	19

Índice de tablas

Tabla 1: Recursos Técnicos y Materiales	16
Tabla 2: Cronograma	19
Tabla 1: Recursos Técnicos y Materiales	17
Tabla 2: Cronograma	19

1. PROBLEMÁTICA

1.1 Formulación y planteamiento del Problema

El estudio del movimiento de la mano humana, específicamente de sus acciones de flexión y extensión, es fundamental en áreas como la rehabilitación física, la biomecánica, el desarrollo de prótesis, la interacción humano-computadora y la realidad virtual. Sin embargo, la medición precisa y la visualización clara de estos movimientos en tiempo real continúa siendo un reto técnico debido a la complejidad biomecánica de la mano, la necesidad de sincronización entre sensores y software, y la falta de herramientas accesibles para investigadores, profesionales médicos o desarrolladores.

Existe la necesidad de contar con un sistema accesible, preciso y en tiempo real que permita estudiar y visualizar el movimiento de flexión y extensión de la mano. Las soluciones actuales suelen ser costosas o limitadas en funcionalidad, lo que justifica el desarrollo de una interfaz gráfica conectada a un guante sensorizado que traduzca los datos capturados en una representación visual útil para investigación, medicina y tecnología.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Desarrollar una interfaz de visualización que permita observar en tiempo real los movimientos de flexión y extensión de la mano utilizando un guante sensorizado, con el fin de fomentar el aprendizaje sobre la mecánica del movimiento.

1.2.2 Objetivos específicos

Identificar los movimientos clave de flexión y extensión de la mano mediante el estudio y análisis de sus patrones, con el fin de replicarlos adecuadamente en el diseño de la interfaz humano-máquina

Crear una interfaz de visualización mediante el lenguaje de programación Python que muestre en tiempo real los movimientos de flexión y extensión de los dedos de la mano, permitiendo al usuario interactuar con la interfaz de manera sencilla y realizar un seguimiento del movimiento.

Analizar los datos obtenidos a partir de la interfaz y el guante sensorizado durante los movimientos de flexión y extensión de la mano, comparando los resultados obtenidos con la investigación de los movimientos de la mano, con el propósito de validar la precisión y funcionalidad de la interfaz.

1.3 Justificación

La implementación de tecnologías orientadas al seguimiento y análisis de los movimientos de la mano ha cobrado una relevancia creciente en campos como la fisioterapia, la robótica médica, el diseño de prótesis y ortesis, así como en el desarrollo de interfaces humano-máquina (HMI). Entre estas tecnologías, los guantes sensorizados se han consolidado como herramientas versátiles para capturar en tiempo real los movimientos de flexión y extensión de los dedos, permitiendo evaluar el estado funcional de la mano e incluso asistir en procesos de rehabilitación.

Diversos estudios y desarrollos han demostrado que este tipo de dispositivos puede ser crucial para mejorar la calidad de vida de personas con movilidad reducida en las manos, como pacientes con lesiones neuromusculares, secuelas de accidentes cerebrovasculares o enfermedades degenerativas (Scheller, 2020). Por ejemplo, guantes como el VTS Glove han demostrado ser viables para su uso clínico en terapias domiciliarias, aportando mejoras significativas en el rango de movimiento y percepción táctil en pacientes con daño neurológico (Yang et al., 2020).

Asimismo, proyectos como el desarrollado por estudiantes del TEC de Costa Rica han evidenciado que la incorporación de sensores en guantes robóticos no solo permite visualizar el progreso de los ejercicios terapéuticos, sino también adaptar la intensidad y el tipo de movimiento requerido para cada paciente, lo cual resulta especialmente útil en el ámbito de la rehabilitación asistida (TEC, 2017).

Por otro lado, la robótica aplicada a la fisioterapia ha permitido automatizar procesos de rehabilitación mediante la utilización de órtesis activas o exoesqueletos que replican movimientos naturales de la mano, como se evidencia en los estudios de la Universidad de Boyacá y en los desarrollos de exoesqueletos como el ARTH-aid (Moya, 2022). Estas soluciones han demostrado ser eficaces para restaurar parcialmente funciones motoras y reducir la dependencia del terapeuta.

Este proyecto tiene como finalidad desarrollar una interfaz de visualización con un guante sensorizado, capaz de observar y representar los movimientos de flexión y extensión de la mano humana. El propósito es aplicar principios electrónicos y computacionales para facilitar su análisis y potencialmente integrar estas soluciones en futuras aplicaciones orientadas a la

medicina rehabilitativa y al control de prótesis o manos robóticas. En este contexto, el presente trabajo no solo fortalece los conocimientos técnicos de los estudiantes y docentes del área de Tecnología Superior en Electrónica, sino que además promueve la creación de dispositivos de bajo costo con alto impacto social.

1.4 Alcance

En el Instituto Superior Universitario Central Técnico existe la posibilidad de realizar un proyecto de titulación propuesto por docentes de la carrera para la titulación de los alumnos, este proyecto involucra a cierto número de estudiantes a efectuarlo de la mejor manera poniendo en práctica los conocimientos aprendidos durante todo el periodo de estudio, estos proyectos presentan grandes oportunidades a los estudiantes del ISUCT a indagar sobre los diferentes métodos, tecnologías presentes para ejecutar un proyecto en específico, asimismo poder utilizar proyectos anteriores como base para poder mejorarlo o utilizarlo en otras áreas.

En este caso, se presenta la oportunidad de tomar como referencia un guante sensorizado, realizado en proyectos anteriores para determinar los movimientos de flexión y extensión de los dedos de la mano, presentando dichos datos en una interfaz gráfica.

El sistema permitirá la observación y monitoreo en tiempo real de los movimientos de la mano, con fines principalmente académicos, de investigación y formación técnica. Se enfocará en el uso de tecnologías accesibles y de bajo costo, con el objetivo de fomentar el desarrollo de proyectos funcionales que puedan ser replicados, mejorados o adaptados por otros estudiantes de la carrera de Electrónica del Instituto Superior Universitario Central Técnico (ISUCT).

1.5 Materiales y métodos

1.5.1 Materiales Utilizados

Guante Sensorizado

El guante sensorizado será el principal componente de hardware utilizado para captar los movimientos de la mano. Este guante se encuentra realizado por proyectos anteriores de estudiantes del ISUCT, el cual está realizado con flexosensores el cual varía su resistencia conforme se va flexionando el sensor, por lo que a mayor flexión se produce mayor resistencia

Software de Desarrollo

El software que se utilizará para el procesamiento y la visualización de los datos es Python, debido a su flexibilidad y facilidad para integrar bibliotecas que permiten la captura de datos, el procesamiento en tiempo real y la visualización gráfica.

Computadora y Conexiones

Computadora con capacidad para ejecutar Python: se procesarán los datos y se visualizarán los movimientos. Deberá tener puertos USB o conexiones Bluetooth para recibir la información desde el microcontrolador.

Cable USB/Bluetooth: se utilizará un cable USB o un adaptador Bluetooth para transmitir los datos del guante sensor al sistema de procesamiento.

1.5.2 Otros Materiales

Cableado y Conectores: Para la conexión entre los sensores, el microcontrolador y la

placa base.

Fuente de Alimentación: Para alimentar el microcontrolador y los sensores.

1.5.3 Métodos

Fase de Adquisición de Datos

Recolección de Señales: Los sensores medirán la variación en la resistencia. Estos datos se capturarán en tiempo real a través de la interfaz serial.

Conversión de Señales: Los datos de los sensores serán convertidos en valores numéricos que representen el ángulo de flexión o extensión de cada dedo.

Resultados Esperados

Datos en Tiempo Real: Se espera que el sistema sea capaz de mostrar los movimientos de los dedos de la mano en tiempo real con una latencia mínima.

Precisión en la Medición: Los resultados deben ser lo suficientemente precisos para mostrar los ángulos de flexión y extensión de los dedos dentro de un margen de error aceptable (± 5 grados).

Visualización Clara y Comprensible: La interfaz gráfica debe ser clara y fácil de usar, proporcionando información útil sobre los movimientos de los dedos, la velocidad y la aceleración.

1.6 Marco Teórico

La mano humana es una estructura compleja formada por 27 huesos, 29 articulaciones y más de 30 músculos.

Los movimientos principales de los dedos que se medirán en este estudio son:

Flexión: El ángulo formado entre las falanges disminuye. Este movimiento se produce principalmente en las articulaciones interfalángicas.

Extensión: El ángulo entre las falanges aumenta, volviendo a la posición neutral.

Abducción y aducción: Movimiento de separación o acercamiento de los dedos en relación al eje longitudinal de la mano, aunque en este estudio el enfoque será principalmente en los movimientos de flexión y extensión.

Rango de Movimiento y Velocidad

Cada dedo de la mano tiene un rango de movimiento específico, y los ángulos de flexión y extensión varían según el dedo:

Pulgar: El pulgar tiene un rango de flexión y extensión de aproximadamente 50-70 grados, con movimientos más complejos debido a su mayor movilidad comparado con los otros dedos.

Índice, medio, anular y meñique: Estos dedos tienen un rango de flexión que varía entre 80-100 grados en las articulaciones interfalángicas y metacarpo-falángicas.

El movimiento de los dedos no solo debe considerarse en términos de ángulos, sino también en relación con la velocidad con la que estos movimientos ocurren. La velocidad de los movimientos de los dedos puede variar dependiendo de la tarea, pero los movimientos normales de flexión y extensión en actividades cotidianas se sitúan en rangos de 0.5 a 2 radianes por segundo.

El uso de guantes con sensores que registran estos movimientos permite una visualización directa en tiempo real a través de software que pueda analizar y graficar las posiciones y velocidades de los dedos de la mano. En este caso, se empleará el lenguaje de programación Python, reconocido por su versatilidad y facilidad de integración con herramientas de visualización gráfica, para representar los movimientos capturados por el guante sensorizado.

Implementación del lenguaje de programación Python para la visualización del movimiento de la mano

El software en Python será utilizado para procesar los datos proporcionados por los sensores del guante y generar representaciones gráficas en tiempo real de los movimientos de los dedos. Python es una excelente opción para este tipo de aplicaciones debido a su variedad de bibliotecas y frameworks, como:

PySerial: Para la comunicación en tiempo real con los sensores del guante, que se conectarán al computador a través de puertos seriales.

Matplotlib y Plotly: Para la visualización gráfica de los datos, permitiendo representar los movimientos de los dedos en 2D o 3D.

Pandas y NumPy: Para el manejo y procesamiento de grandes volúmenes de datos numéricos provenientes de los sensores.

Tkinter o Pygame: Para la creación de interfaces gráficas de usuario (GUIs) interactivas que permitan visualizar los movimientos de los dedos y ajustar los parámetros de la simulación.

Proceso de Implementación

El proceso de implementación del sistema en Python se puede dividir en los siguientes pasos:

Adquisición de Datos:

Los sensores del guante transmiten datos sobre los movimientos de los dedos al sistema a través de una interfaz serial (USB o Bluetooth).

Estos datos se procesan en tiempo real para determinar el ángulo de flexión y extensión de cada dedo.

Procesamiento de Datos:

Los datos adquiridos se filtran y se calibran para corregir errores y obtener una representación precisa de los movimientos.

Se calculan parámetros adicionales como la velocidad de movimiento y la aceleración de los dedos.

Visualización Gráfica:

Utilizando Matplotlib o Plotly, se generan gráficos en tiempo real que muestran los movimientos de los dedos. Estos gráficos pueden ser en forma de líneas de tiempo (para mostrar el cambio de ángulos en función del tiempo) o diagramas de barras (para mostrar el estado de cada dedo en un momento dado).

Interacción y Feedback:

Se puede incorporar un sistema de retroalimentación visual, que permita al usuario interactuar con la representación gráfica de la mano, modificar parámetros o realizar ajustes en la visualización.

2. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

2.1. Recursos humanos

El desarrollo del proyecto contará con la participación de estudiantes de la carrera de Electrónica del Instituto Superior Universitario Central Técnico (ISUCT), quienes trabajarán directamente en la implementación de la interfaz humano-máquina mediante un guante sensorizado. Los estudiantes estarán bajo el acompañamiento y asesoría de docentes especializados, quienes proporcionarán orientación técnica y supervisión en cada etapa del proyecto para asegurar la calidad y precisión en el diseño y funcionamiento del sistema.

2.2. Recursos técnicos y materiales

En este proyecto se implementará una interfaz humano-máquina mediante un guante sensorizado que permitirá observar en tiempo real los movimientos de flexión y extensión de la mano. Para lograrlo, se utilizará un guante sensorizado y un microcontrolador para procesar los datos, los cuales se enviarán a una computadora. Los datos recopilados serán visualizados en una interfaz gráfica diseñada específicamente para mostrar el movimiento de la mano de forma clara y precisa, facilitando su análisis y comprensión. A continuación, se detalla en una tabla (Tabla 1) el listado de los elementos necesarios.

Tabla 1: Recursos Técnicos y Materiales

RECURSOS TÉCNICOS Y MATERIALES				
Nº	Materiales	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total
1	Guante Sensorizado (Flexosensores)	0	1	0
2	Arduino Nano	24	1	24
3	Bluetooth HC-05	7	1	7
4	Computadora	650	1	650

5	Fuente de Alimentación	90	1	90
6	Cables de Conexión (Jumpers)	4	1	4
7	Adaptador Bluetooth USB TP-LINK UB500	11	1	11
8	Cable USB	3	1	3
9	Protoboard	15	1	15
TOTAL				804

2.3. Viabilidad

El proyecto de implementación de una interfaz humano-máquina para observar los movimientos de flexión y extensión de la mano mediante un guante sensorizado es viable bajo las siguientes condiciones:

Condiciones técnicas: El proyecto empleará sensores de flexión, microcontroladores y módulos de comunicación inalámbrica ampliamente disponibles en el mercado y compatibles con los sistemas de desarrollo del Instituto Superior Universitario Central Técnico (ISUCT). Además, los estudiantes cuentan con el soporte técnico y supervisión de docentes especializados, lo que asegura una adecuada ejecución y solución de problemas técnicos que puedan surgir.

Condiciones legales: No se prevén restricciones legales para el desarrollo del proyecto, ya que se trata de una investigación académica sin fines comerciales y que respeta los derechos y regulaciones aplicables a la manipulación de equipos electrónicos en un entorno educativo.

Condiciones económicas: El proyecto es económicamente viable debido a la disponibilidad de componentes de bajo costo en el mercado y al soporte institucional del ISUCT, que ofrece infraestructura, equipamiento y asesoría docente, minimizando los costos adicionales.

Asimismo, se cuenta la integración del guante sensorizado ya realizado por los estudiantes del ISUCT en proyectos anteriores

Estas condiciones aseguran que el proyecto pueda desarrollarse y completarse sin interrupciones o bloqueos significativos, garantizando su culminación exitosa.

2.4 Cronograma

Fecha de inicio: 04 de octubre del 2024

Fecha de finalización: Febrero del 2025

Tabla 2: Cronograma

ACTIVIDAD	INICIO	FINAL	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12	SEMANA 13	SEMANA 14	SEMANA 15	SEMANA 16
Investigación y análisis inicial	28/10/2024	4/11/2024	■															
Estudio de patrones de movimiento de la mano	4/11/2024	13/11/2024		■														
Adquisición y análisis del guante sensorizado proporcionado por el ISUCT	15/11/2024	30/11/2024			■													
Pruebas iniciales de hardware	1/12/2024	8/12/2024					■											
Desarrollo de la interfaz de software	9/12/2024	29/12/2024						■										
Integración de software y hardware	30/12/2024	8/1/2025								■								
Pruebas y ajustes del sistema	9/1/2025	26/1/2025									■							
Evaluación de resultados y optimización	27/1/2025	8/2/2025											■					
Desarrollo de material didáctico y manual de usuario	9/2/2025	16/2/2025													■			
Preparación de la integración del computador	17/2/2025	24/2/2025														■		
Documentación final del proyecto	25/2/2025	8/3/2025															■	
Presentación y entrega del proyecto	9/3/2025	16/3/2025																■

2.5 Bibliografía

Rango de movimiento activo de la muñeca/mano (AROM). (2022, November 8).

Fisiotutores; Physiotutors. <https://www.physiotutors.com/es/wiki/wrist-hand-active-range-of-motion/>

Adiós dolor de muñecas - Un acercamiento a muñecas fuertes y móviles. - Academia de Movimiento Top #10 ejercicios. (2021, March 25). *Academia de Movimiento*.

<https://academiademovimiento.cl/dolor-de-munecas/>(N.d.). Amazon.com. Retrieved

November 13, 2024, from <https://aws.amazon.com/es/what-is/python/#:~:text=Python%20es%20un%20lenguaje%20de,ejecutar%20en%20muchas%20plataformas%20diferentes>

Moya, C. (2022). *Estudio sistémico de una estructura exoesquelética para la rehabilitación de la atrofia muscular en la mano*. Universidad Politécnica de Valencia. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/193057>

Yang, S. C., et al. (2020). *Wearable vibrotactile stimulation for upper extremity rehabilitation in chronic stroke: clinical feasibility trial using the VTS Glove*. arXiv preprint arXiv:2007.09262. <https://arxiv.org/abs/2007.09262>

TEC de Costa Rica. (2017). *Estudiantes crearon guante robótico para rehabilitación*. <https://www.tec.ac.cr/hoyeneltec/2017/03/28/estudiantes-crearon-guante-robotico-rehabilitacion>

Revista Colombiana de Medicina Física y Rehabilitación. (2016). *Rehabilitación robótica en espasticidad de mano y muñeca*. <https://www.revistacmfr.org/index.php/rcmfr/article/download/284/299/819>

Universidad de Boyacá. (2017). *Prototipo rehabilitador para pacientes con lesiones en las manos*. <https://revistasdigitales.uniboyaca.edu.co/index.php/reiv3/article/download/790/655>

CARRERA: ELECTRÓNICA

FECHA DE PRESENTACIÓN:		
16	05	2025
DÍA	MES	AÑO
APELLIDOS Y NOMBRES DEL EGRESADO:		
Alquinga Lema Carlos Alberto Carrillo Nolivos Jhonatan Marcel		
APELLIDOS	NOMBRES	
TITULO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA:		
Implementación de una interfaz de visualización para observar los movimientos de flexión y extensión de la mano utilizando un guante sensorizado		
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:	CUMPLE	NO CUMPLE
• OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• ANÁLISIS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• DELIMITACIÓN.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• PROBLEMÁTICA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• FORMULACIÓN PREGUNTAS/AFIRMACIÓN	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS:		
GENERALES:		
REFLEJA LOS CAMBIOS QUE SE ESPERA LOGRAR CON LA INTERVENCIÓN DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA		
SI	NO	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
ESPECÍFICOS:		
GUARDA RELACIÓN CON EL OBJETIVO GENERAL PLANTEADO		

	SI	NO
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
JUSTIFICACIÓN:	CUMPLE	NO CUMPLE
IMPORTANCIA Y ACTUALIDAD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BENEFICIARIOS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FACTIBILIDAD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ALCANCE:	CUMPLE	NO CUMPLE
ESTA DEFINIDO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MARCO TEÓRICO:		
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DESCRIBE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA A REALIZAR	SI	NO
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TEMARIO TENTATIVO:	CUMPLE	NO CUMPLE
ANTECEDENTES, FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ANÁLISIS Y SOLUCIONES PARA LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
APLICACIÓN DE SOLUCIONES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EVALUACIÓN DE LAS SOLUCIONES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MATERIALES Y MÉTODOS UTILIZADOS:		
OBSERVACIONES : ----- ----- -----		

CRONOGRAMA :

OBSERVACIONES : -----

FUENTES DE INFORMACIÓN: -----

RECURSOS:	CUMPLE	NO CUMPLE
HUMANOS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ECONÓMICOS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MATERIALES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

PERFIL DE PROPUESTA TECNOLÓGICA

Aceptado

Negado el diseño de propuesta tecnológica por las siguientes razones:

a) -----

b) -----

c) _____

ESTUDIO REALIZADO POR EL ASESOR:

NOMBRE Y FIRMA DEL ASESOR: Christian Bonilla

X 

16 05 2025

DÍA MES AÑO

FECHA DE ENTREGA DE INFORME