



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**CARRERA DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN**

**“DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN HUMAN MACHINE  
INTERFACE EN AMBIENTE WEB PARA MONITOREAR Y  
ALMACENAR PARÁMETROS ELÉCTRICOS DE MEDIDORES  
INTELIGENTES EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE  
COTOPAXI”**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN  
DEL TÍTULO DE  
INGENIEROS EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN**

**AUTORES:**

Deisy Sandy Díaz Soatunce  
Kevin Gabriel Chugchilan Oña

**TUTOR:**

Mg. Luis René Quisaguano Collaguazo

**LATACUNGA – ECUADOR**

**AGOSTO 2025**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Kevin Gabriel Chugchilan Oña con C.I: 0502943798 y Deisy Sandy Diaz Soatunce con C.I: 0550219810 declaramos ser los autores del proyecto de titulación **“DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN HUMAN MACHINE INTERFACE EN AMBIENTE WEB PARA MONITOREAR Y ALMACENAR PARÁMETROS ELÉCTRICOS DE MEDIDORES INTELIGENTES EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.”**, siendo el Ing. Luis René Quisaguano Collaguazo Mg. tutor del presente trabajo de titulación; eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo de titulación, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, Agosto 2025



---

Kevin Gabriel Chugchilan Oña  
CC. 0502943798



---

Deisy Sandy Diaz Soatunce  
CC. 0550219810

## **AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título: “**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN HUMAN MACHINE INTERFACE EN AMBIENTE WEB PARA MONITOREAR Y ALMACENAR PARÁMETROS ELÉCTRICOS DE MEDIDORES INTELIGENTES EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.**”, propuesto por los estudiantes Kevin Gabriel Chugchilan Oña y Deisy Sandy Díaz Soatunce de la Carrera en Sistemas de Información, considero que dicho proyecto de titulación cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos al tribunal de lectores.

Latacunga, Agosto 2025



---

Ing. Luis René Quisaguano Collaguazo Mg.  
C.C. 172189518-1  
**TUTOR**

Latacunga, Julio 2025

### **AVAL DE APROBACIÓN DE LECTORES**

Cumpliendo con el Reglamento de Titulación de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en calidad de Lectores de Tribunal de Proyecto de Investigación con el Título “**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN HUMAN MACHINE INTERFACE EN AMBIENTE WEB PARA MONITOREAR Y ALMACENAR PARÁMETROS ELÉCTRICOS DE MEDIDORES INTELIGENTES EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.**”, propuesto por los estudiantes Kevin Gabriel Chugchilan Oña y Deisy Sandy Diaz Soatunce de la Carrera en Sistemas de Información, me permito indicar que los estudiantes han concluido todas las observaciones y realizado las correcciones señaladas por el Tribunal de Lectores, por lo cual presentamos el Aval de aprobación del Proyecto de Titulación correspondiente a la modalidad Proyecto de Investigación en virtud de lo cual los postulantes pueden presentarse a la Defensa de su Proyecto de Titulación.

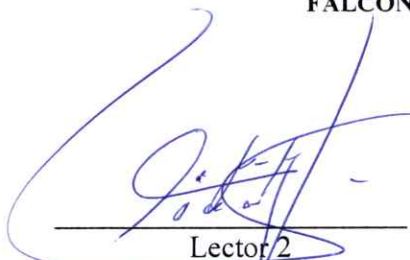
Particular que pongo en su conocimiento para los fines legales pertinentes.



Lector 1 (Presidente)

**FALCONI PUNGUIL DIEGO GEOVANNY**

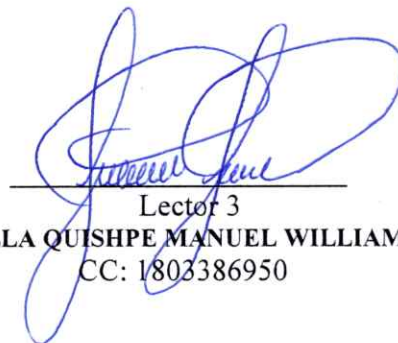
CC: 0550080774



Lector 2

**CADENA MOREANO JOSÉ AUGUSTO**

CC: 0501552798



Lector 3

**VILLA QUISHPE MANUEL WILLIAM**

CC: 1803386950

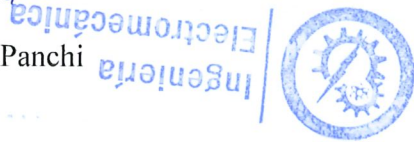
## AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

Mediante el presente pongo a consideración que los señores estudiantes **KEVIN GABRIEL CHUGCHILAN OÑA** y **DEISY SANDY DIAZ SOATUNCE**, realizaron su tesis a beneficio de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI con el tema: **“DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN HUMAN MACHINE INTERFACE EN AMBIENTE WEB PARA MONITOREAR Y ALMACENAR PARÁMETROS ELÉCTRICOS DE MEDIDORES INTELIGENTES EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.”**, trabajo que fue presentado y probado de manera satisfactoria.



Mg. Ing. Luis Rolando Cruz Panchi

C.C: 0502595176



## ***AGRADECIMIENTO***

Agradezco a Dios por ser mi guía y fortaleza en cada momento de mi vida.

A mis padres, hermanos y hermanas quienes, con su amor, comprensión y apoyo incondicional me han acompañado en cada paso de este camino. Gracias por confiar y creer en mí, por enseñarme a nunca rendirme y por ser mi mayor fuente de motivación.

De igual manera, a cada uno de los docentes quienes fueron parte de mi formación académica. Gracias por su dedicación, su paciencia con la que compartieron sus conocimientos y todos los consejos que me brindaron durante esta etapa.

A mi tutor Mg. Luis René Quisaguano por su ayuda constante, su paciencia, su exigencia y sus consejos mismo que fueron fundamentales para culminar con éxito este proyecto. Finalmente, a nuestra querida Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme las puertas y brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente.

*Deisy Díaz*

## ***DEDICATORIA***

El presente proyecto de investigación lo dedico a mi familia, quienes han sido mi pilar fundamental en todo momento.

A mis padres por su amor incondicional, por creer en mí y por estar siempre a mi lado, especialmente cuando más los necesité.

A mis hermanos, por confiar en mí desde el primer día y brindarme su apoyo incondicional. Gracias por darme la oportunidad de estudiar, por su esfuerzo y generosidad, que me permitió concentrarme plenamente en alcanzar esta meta.

A mi hermana, que con su cariño y dedicación se convirtió en una segunda madre para mí. Gracias por tu paciencia, tus sabios consejos y por acompañarme con tanto amor durante todo este camino.

Y a una persona muy especial, por estar a mi lado durante este proceso con cariño, comprensión y paciencia. Gracias por celebrar mis pequeños logros, por animarme cuando sentí que no podía mas y por ser un apoyo constante.

*Deisy Díaz*

## ***AGRADECIMIENTO***

Agradezco profundamente a mis padres por haberme concebido, criado con amor y enseñado los valores y el respeto que hoy me identifican.

Agradezco también a mí mismo por no rendirme y mantener la determinación en cada decisión tomada a lo largo de mi vida.

Extiendo mi gratitud a mis docentes, quienes compartieron generosamente su sabiduría y conocimientos, y a la Universidad Técnica de Cotopaxi, junto con todos los miembros que la integran, por brindarme la oportunidad de formarme como profesional.

*Kevin Chugchilan*

***DEDICATORIA***

A mis padres, con todo mi amor. A mí mismo, por nunca rendirme.

*Kevin Chugchilan*

# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

## **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**TITULO: “DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN HUMAN MACHINE INTERFACE EN AMBIENTE WEB PARA MONITOREAR Y ALMACENAR PARÁMETROS ELÉCTRICOS DE MEDIDORES INTELIGENTES EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.”**

**Autores:**

Díaz Soatunce Deisy Sandy  
Chughchilan Oña Kevin Gabriel

### **RESUMEN**

Como parte del proyecto institucional “Implementación de tecnologías de eficiencia energética en el sector productivo del sector San Felipe para reducir las pérdidas en la red eléctrica”, liderado por la Universidad Técnica de Cotopaxi, se identificó que el laboratorio de Energías Renovables carece de una infraestructura tecnológica adecuada para la gestión centralizada de los datos generados por sus medidores inteligentes. Esta deficiencia ha provocado pérdida de información crítica, dificultad en la toma de decisiones técnicas y una baja eficiencia operativa del sistema fotovoltaico instalado. Con el objetivo de desarrollar una aplicación Human-Machine Interface (HMI) en ambiente web que permita monitorear y almacenar parámetros eléctricos de forma estructurada y segura, se implementó una solución utilizando tecnologías como Python, SQL Server y Aveva InTouch R2 2023. Esta herramienta posibilita el monitoreo en tiempo real, la visualización a través de dashboards interactivos, la generación de reportes automáticos, alertas, y mecanismos de control de acceso. El sistema fue desarrollado aplicando la metodología ágil Kanban y validado mediante pruebas funcionales en un entorno real, así como encuestas de usabilidad aplicadas a usuarios clave. Los resultados evidencian una mejora significativa en la eficiencia energética institucional, convirtiendo esta solución en un modelo replicable para otras sedes o instituciones que requieran sistemas similares de monitoreo y análisis energético.

**Palabras Claves:** HMI, monitoreo eléctrico, Aveva Intouch, sistema web, medidores inteligentes, energía renovable.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**FACULTY OF ENGINEERING SCIENCES**  
**AND APPLIED**

**THEME: “DEVELOPMENT OF A HUMAN MACHINE INTERFACE APPLICATION IN A WEB ENVIRONMENT TO MONITOR AND STORE ELECTRICAL PARAMETERS OF SMART METERS AT TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI.”**

**Authors:**

Díaz Soatunce Deisy Sandy  
Chugchilan Oña Kevin Gabriel

**ABSTRACT**

As part of the institutional project "Implementation of Energy Efficiency Technologies in the Productive Sector of San Felipe to Reduce Power Grid Losses," led by the Technical University of Cotopaxi, it was identified that the Renewable Energy Laboratory lacks adequate technological infrastructure for centralized management of data generated by its smart meters. This deficiency has led to the loss of critical information, difficulties in technical decision-making, and low operational efficiency the installed photovoltaic system. With the objective to develop a Human-Machine Interface (HMI) web-based application to monitor and store electrical parameters in a structured and secure manner, a solution was implemented using technologies such as Python, SQL Server, and Aveva InTouch R2 2023. This tool enables real-time monitoring, visualization through interactive dashboards, automatic report generation, alerts, and access control mechanisms. The system was developed using agile Kanban methodology and validated through functional testing in a real-world environment, as well as usability surveys applied to key users. The results show a significant improvement in institutional energy efficiency, making this solution a replicable model for other campuses or institutions requiring similar monitoring and energy analysis systems.

**Keywords:** HMI, electrical monitoring, Aveva Intouch, web system, smart meters, renewable energy.

## *AVAL DE TRADUCCIÓN*

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: "**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN HUMAN MACIDNE INTERFACE EN AMBIENTE WEB PARA MONITOREAR Y ALMACENAR PARÁMETROS ELÉCTRICOS DE MEDIDORES INTELIGENTES EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.**" presentado por: **Kevin Gabriel Chugchilan Oña y Deisy Sandy Diaz Soatunce**, egresados de la Carrera en Sistemas de Información, pertenecientes a la Facultad de CIYA lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, Julio del 2025

Atentamente,



**Mg. EDISON MARCELO PACHECO PRUNA**  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC**  
**CI:0502617350**



**CENTRO  
DE IDIOMAS**

## ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	iii
AVAL DE APROBACIÓN DE LECTORES.....	iv
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN .....	v
<i>AGRADECIMIENTO</i> .....	vi
<i>DEDICATORIA</i> .....	vii
<i>AGRADECIMIENTO</i> .....	viii
<i>DEDICATORIA</i> .....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
AVAL DE TRADUCCIÓN .....	xii
ÍNDICE GENERAL.....	xiii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xvii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xx
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	21
2. INTRODUCCIÓN .....	22
2.1. EL PROBLEMA .....	22
2.1.1. Situación Problémica.....	22
2.1.2. Formulación del problema.....	23
2.2. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN .....	23
2.2.1. Objeto de investigación.....	23
2.2.2. Campo de Acción.....	23

2.3.	JUSTIFICACIÓN .....	24
2.4.	OBJETIVOS .....	25
2.4.1.	Objetivo General .....	25
2.4.2.	Objetivos Específicos .....	25
3.	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	25
3.1.	HUMAN MACHINE INTERFACE (HMI) .....	25
3.1.1.	Definición .....	25
3.1.2.	HMI Tradicional y Moderna .....	26
3.1.3.	Funcionalidades.....	26
3.1.4.	Ventajas y Desventajas.....	27
3.2.	APLICACIONES WEB PARA MONITOREO .....	28
3.2.1.	Definición.....	28
3.2.2.	Ventajas .....	28
3.3.	MEDIDORES INTELIGENTES (SMART METERS).....	29
3.3.1.	Definición.....	29
3.3.2.	Beneficios .....	29
3.3.3.	Funcionalidades.....	30
3.3.4.	Ventajas y desventajas.....	30
3.4.	MONITOREO Y ALMACENAMIENTO DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS31	
3.4.1.	Monitoreo .....	31
3.4.2.	Almacenamiento.....	32
3.5.	PARÁMETROS ELÉCTRICOS.....	32
3.5.1.	Energía eléctrica .....	32
3.5.2.	Consumo eléctrico .....	33
3.5.3.	Corriente .....	33
3.5.4.	Voltaje .....	33

3.5.5.	Frecuencia .....	33
3.5.6.	Potencia .....	34
3.6.	ANÁLISIS DE METODOLOGÍA DE DESARROLLO .....	34
3.6.1.	Metodología tradicional .....	34
3.6.2.	Metodología ágil.....	34
4.	MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS .....	35
4.1.	TIPOS DE INVESTIGACIÓN .....	35
4.1.1.	Investigación Campo .....	35
4.1.2.	Investigación Práctica.....	35
4.2.	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN .....	35
4.2.1.	Metodologías de Investigación.....	35
4.2.2.	Nivel de Investigación.....	36
4.3.	TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN .....	36
4.3.1.	Encuestas .....	36
4.4.	INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN .....	36
4.4.1.	Cuestionario.....	36
4.4.2.	Cuestionario de la Encuesta .....	37
4.5.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	37
4.6.	TÉCNICAS DE DESARROLLO DE SOFTWARE .....	37
4.6.1.	Metodología Kanban .....	37
4.6.2.	Fases de Kanban .....	38
4.6.3.	Diseño del Tablero Kanban.....	38
4.6.4.	Definición de Roles del equipo .....	38
4.6.5.	Formato de Historias de Usuario.....	39
4.6.6.	Herramientas de apoyo al desarrollo .....	40
4.6.7.	Proceso de negocios .....	40

4.6.9.	Arquitectura del Sistema .....	44
5.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	44
5.1.	RESULTADOS DE LA ENCUESTA SUS.....	44
5.2.	HERRAMIENTAS DE PROGRAMACIÓN.....	55
5.3.	SEGUIMIENTO DE LA METODOLOGÍA DE DESARROLLO .....	59
5.3.1.	Definición de Roles del Equipo.....	59
5.3.2.	Historias de Usuario .....	61
5.3.3.	Product Backlog del Proyecto .....	70
5.3.4.	Implementación de Funcionalidades .....	73
5.4.	CRITERIO DE SELECCIÓN DEL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN .....	83
5.5.	CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LA METODOLOGÍA (RUP, SCRUM, KANBAN) .....	84
5.6.	DESPLIEGUE DEL SISTEMA.....	84
5.7.	PRESUPUESTO .....	86
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	88
6.1.	CONCLUSIONES .....	88
6.2.	RECOMENDACIONES .....	88
7.	REFERENCIAS .....	89
8.	ANEXOS.....	92

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Área de Conocimiento, Subárea de Conocimiento y Subárea Específica Conocimiento.....	22
<b>Tabla 2.</b> Funcionalidades de la Interface Humano Máquina.....	26
<b>Tabla 3.</b> Ventajas y desventajas de los medidores inteligentes.....	31
<b>Tabla 4.</b> Formato de roles del equipo Kanban .....	39
<b>Tabla 5.</b> Formato de Historia de Usuario .....	39
<b>Tabla 6.</b> Detalles del equipo 1 utilizado en el proyecto .....	41
<b>Tabla 7.</b> Detalles del equipo 2 utilizado en el proyecto .....	42
<b>Tabla 8.</b> Detalles del servidor utilizado en el proyecto .....	42
<b>Tabla 9.</b> Características de Aveva Intouch.....	43
<b>Tabla 10.</b> Resultados de la pregunta 1 de la encuesta .....	45
<b>Tabla 11.</b> Resultados de la pregunta 2 de la encuesta .....	46
<b>Tabla 12.</b> Resultados de la pregunta 3 de la encuesta .....	47
<b>Tabla 13.</b> Resultados de la pregunta 4 de la encuesta .....	48
<b>Tabla 14.</b> Resultados de la pregunta 5 de la encuesta .....	49
<b>Tabla 15.</b> Resultados de la pregunta 6 de la encuesta .....	50
<b>Tabla 16.</b> Resultados de la pregunta 7 de la encuesta .....	51
<b>Tabla 17.</b> Resultados de la pregunta 8 de la encuesta .....	52
<b>Tabla 18.</b> Resultados de la pregunta 9 de la encuesta .....	53
<b>Tabla 19.</b> Resultados de la pregunta 10 de la encuesta .....	54
<b>Tabla 20.</b> Python .....	55
<b>Tabla 21.</b> Visual Studio Code .....	56
<b>Tabla 22.</b> SQL Server.....	56
<b>Tabla 23.</b> KepserverEX.....	57
<b>Tabla 24.</b> Operation Control Manager .....	57
<b>Tabla 25.</b> AVEVA InTouch HMI R2 2023.....	58
<b>Tabla 26.</b> AVEVA Windows Maker .....	58
<b>Tabla 27.</b> AVEVA Windows View.....	59
<b>Tabla 28.</b> Trello .....	59
<b>Tabla 29.</b> Manager del Equipo .....	60
<b>Tabla 30.</b> Desarrollador Frontend .....	60

<b>Tabla 31.</b> Desarrollador Backend.....	60
<b>Tabla 32.</b> Historia de Usuario No. HU01.....	61
<b>Tabla 33.</b> Historia de Usuario No. HU02.....	62
<b>Tabla 34.</b> Historia de Usuario No. HU03.....	62
<b>Tabla 35.</b> Historia de Usuario No. HU04.....	63
<b>Tabla 36.</b> Historia de Usuario No. HU05.....	64
<b>Tabla 37.</b> Historia de Usuario No. HU06.....	64
<b>Tabla 38.</b> Historia de Usuario No. HU07.....	65
<b>Tabla 39.</b> Historia de Usuario No. HU08.....	66
<b>Tabla 40.</b> Historia de Usuario No. HU09.....	66
<b>Tabla 41.</b> Historia de Usuario No. HU10.....	67
<b>Tabla 42.</b> Historia de Usuario No. HU11.....	68
<b>Tabla 43.</b> Historia de Usuario No. HU12.....	68
<b>Tabla 44.</b> Historia de Usuario No. HU13.....	69
<b>Tabla 45.</b> Historia de Usuario No. HU14.....	69
<b>Tabla 46.</b> Product Backlog.....	70
<b>Tabla 47.</b> Comparación de lenguajes de programación .....	83
<b>Tabla 48.</b> Criterio de selección de la metodología .....	84
<b>Tabla 49.</b> Requerimiento técnico del servidor a nivel de SOFTWARE .....	85
<b>Tabla 50.</b> Requerimiento técnico del servidor a nivel de HARDWARE.....	85
<b>Tabla 51.</b> Gastos directos del proyecto .....	86
<b>Tabla 52.</b> Gastos indirectos del proyecto .....	87
<b>Tabla 53.</b> Gastos totales del proyecto.....	87

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ventajas y desventajas de las HMI.....	27
<b>Figura 2.</b> Tablero de Tareas Kanban.....	38
<b>Figura 3.</b> Análisis porcentual de la pregunta 1.....	45
<b>Figura 4.</b> Análisis porcentual de la pregunta 2.....	46
<b>Figura 5.</b> Análisis porcentual de la pregunta 3.....	47
<b>Figura 6.</b> Análisis porcentual de la pregunta 4.....	48
<b>Figura 7.</b> Análisis porcentual de la pregunta 5.....	49
<b>Figura 8.</b> Análisis porcentual de la pregunta 6.....	50
<b>Figura 9.</b> Análisis porcentual de la pregunta 7.....	51
<b>Figura 10.</b> Análisis porcentual de la pregunta 8.....	52
<b>Figura 11.</b> Análisis porcentual de la pregunta 9.....	53
<b>Figura 12.</b> Análisis porcentual de la pregunta 10.....	54
<b>Figura 13.</b> Tablero Kanban inicial .....	73
<b>Figura 14.</b> Tablero Kanban del primer mes de desarrollo.....	74
<b>Figura 15.</b> Estructura de la base de datos SQL Server.....	75
<b>Figura 16.</b> Tablero Kanban de la semana 1 y 2.....	77
<b>Figura 17.</b> Interfaz de creación y asignación de roles.....	77
<b>Figura 18.</b> Tablero Kanban de la semana 3 y 4.....	78
<b>Figura 19.</b> Interfaz de visualización del Dashboard.....	78
<b>Figura 20.</b> Tablero Kanban segundo mes.....	79
<b>Figura 21.</b> Interfaz con opción a exportación de datos .....	79
<b>Figura 22.</b> Tablero Kanban de la semana 9 y 10.....	80
<b>Figura 23.</b> Interfaz de visualización de datos históricos .....	80
<b>Figura 24.</b> Tablero Kanban de las semanas 11 y 12.....	81
<b>Figura 25.</b> Arquitectura del sistema .....	82
<b>Figura 26.</b> Tablero Kanban finalizado .....	83

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Hoja de vida del Tutor.....	92
<b>Anexo 2.</b> Hoja de vida de investigadores.....	93
<b>Anexo 3.</b> Formulario de Encuesta.....	95
<b>Anexo 4.</b> Manual de Usuario .....	98

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

### Tema del Proyecto:

“Desarrollo de una aplicación Human-Machine-Interface en ambiente web para el monitoreo y almacenamiento de parámetros eléctricos de una red de medidores inteligentes en la Universidad Técnica de Cotopaxi”.

### Modalidad de Titulación:

MODALIDAD DE TITULACIÓN	HOMOLOGACIONES PARA INFORME FINAL DE TITULACIÓN	SELECCIÓN
Propuesta tecnológica	Informe de propuesta tecnológica	
	Patente, Modelo de utilidad, Certificado de propiedad intelectual.	
	Artículo científico	
Proyecto de investigación	Informe de Proyecto de investigación	<b>X</b>
	Artículo científico	
	Patente, Modelo de utilidad, Certificado de propiedad intelectual.	
Examen de indicadores de RDA		

### Trabajo de Titulación Vinculado al Proyecto:

Implementación de tecnologías de eficiencia energética en el sector productivo del sector San Felipe para reducir las pérdidas en la red eléctrica.

### Equipo de Trabajo del Trabajo de Titulación:

Mg. Luis René Quisaguano Collaguazo, Srta. Deisy Sandy Díaz Soatunce, Sr. Kevin Gabriel Chugchilan Oña.

## ÁREA DE CONOCIMIENTO:

**Tabla 1.** Área de Conocimiento, Subárea de Conocimiento y Subárea Específica Conocimiento.

06 Información y Comunicación (TIC)	061 Información y Comunicación (TIC)	0611 El uso del Ordenador
		0612 Base de datos, diseño y administración de redes
		0613 Software y desarrollo y análisis de aplicativos

### Línea de investigación:

Tecnología de la información y las comunicaciones, robótica, automatización y optimización de sistemas.

### Sublíneas de investigación de la Carrera:

Ciencias informáticas para la modelación y automatización de sistemas a través de las TIC.

## 2. INTRODUCCIÓN

### 2.1. EL PROBLEMA

#### 2.1.1. Situación Problemática

Actualmente la infraestructura instalada para el monitoreo de parámetros eléctricos en la Universidad Técnica de Cotopaxi no cuenta con un sistema centralizado y estructurado, esto genera desorganización en la gestión de datos. Las conexiones de los dispositivos encargados de almacenar y transmitir la información suelen tener problemas de conexión energética, lo que ocasiona pérdida de datos de los medidores inteligentes.

Así mismo, la falta de una interfaz visual dificulta el acceso rápido y claro a los datos, estadísticas e informes, complicando el análisis de datos en tiempo real. Sumado a ello, existe una red de cableado deficiente, instalada sin protocolos estandarizados, lo que ocasiona fallas en la comunicación entre dispositivos y retrasos en la transmisión de datos.

En consecuencia, se pierden datos importantes, no se logra el rendimiento óptimo del sistema fotovoltaico y la capacidad de tomar decisiones es limitada en base a los datos proporcionados, limitando la eficiencia energética óptima de la Institución.

En vista de esta problemática, se propone el desarrollo de una aplicación Human Machine Interface en ambiente web para que los usuarios finales puedan interactuar con el sistema o máquina de manera interactiva y fácil de entender, por otro lado, puedan almacenar y monitorear en tiempo real los parámetros eléctricos de una red de medidores inteligentes que facilitan a la toma de decisiones.

### **2.1.2. Formulación del problema**

¿Cómo optimizar el uso de los datos relacionados con los parámetros eléctricos recopilados por los medidores inteligentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi?

## **2.2. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN**

### **2.2.1. Objeto de investigación**

El objeto de investigación es el desarrollo una aplicación HMI en ambiente web para monitorear y almacenar parámetros eléctricos provenientes de una red de medidores inteligentes en la Universidad Técnica de Cotopaxi. Este sistema permite la optimización y reducción de la pérdida de datos, debido a que se está almacenando y permite la visualización clara de los datos mediante gráficas, dashboard y reportes que ayudan en la toma de decisiones.

El estudio se centra en como los parámetros eléctricos de una red de medidores inteligentes se puede comunicar con el software Aveva Intouch R2 2023, visualizar esos datos mediante dashboard y reportes.

### **2.2.2. Campo de Acción**

12 Matemáticas/ 1203 Ciencia de los Ordenadores / 1203.18 Sistemas de Información, Diseño Componentes / Desarrollo de una aplicación Human-Machine-Interface en ambiente web para el monitoreo y almacenamiento.

### **2.3. JUSTIFICACIÓN**

La Universidad Técnica de Cotopaxi ha realizado una inversión en la implementación de infraestructura de paneles solares y medidores inteligentes, sin embargo, no dispone de un sistema centralizado que ayude a gestionar los datos generados. Esto causa la pérdida de información importante dificultando el análisis del desempeño del sistema fotovoltaico. La implementación de una interfaz en ambiente web HMI para el monitoreo de parámetros eléctricos en la UTC es respaldado por su valor técnico, académico y práctico.

Partiendo del aspecto técnico, el proyecto soluciona problemas clave como la desorganización de datos, la falta de visualización en tiempo real y la vulnerabilidad causada por una red de cableado poco confiable. La interfaz propuesta permitirá almacenar información de manera estructurada en una base de datos, procesar esta información automáticamente y visualizar indicadores clave a través de dashboard interactivos. Esto facilitará el mantenimiento predictivo siendo capaces de detectar de manera temprana cualquier tipo de problemas en el suministro eléctrico.

Académicamente el desarrollo de esta plataforma servirá como caso de estudio para posteriores proyectos orientados a eficiencia energética, IoT y sistemas de monitoreo remoto. Al tener la licencia de uso profesional de AVEVA Intouch R2 2023 la investigación contribuirá al uso del sistema en un campo con un gran potencial en el contexto de energías renovables. En cuanto al impacto institucional, esta herramienta mejorará de una manera positiva la gestión de la infraestructura de la UTC. Al contar con esta información proporcionada de una manera organizada y accesible, se podrán tomar decisiones en base a los datos recabados para optimizar el consumo, reducir costos operativos y aprovechar de manera eficiente los paneles solares.

Para terminar, este proyecto tiene un componente social significativo, debido que los resultados podrían ser útiles haciendo que se replique en otras extensiones de la UTC o instituciones educativas que implementen sistemas fotovoltaicos. Así mismo, este proyecto favorecerá al compromiso institucional con la sostenibilidad y la innovación tecnológica, siguiendo el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), específicamente hace referencia al uso responsable de la energía.

## **2.4.OBJETIVOS**

### **2.4.1. Objetivo General**

Desarrollar una aplicación Human-Machine-Interface en ambiente web usando el software Aveva Intouch R2 2023 para monitorear y almacenar parámetros eléctricos en una red de medidores inteligentes en la Universidad Técnica de Cotopaxi.

### **2.4.2. Objetivos Específicos**

- Analizar los fundamentos teóricos y técnicos de interfaces HMI web mediante una revisión bibliográfica para establecer protocolos de comunicación entre medidores inteligentes y arquitecturas de sistemas AVEVA Intouch R2 2023.
- Identificar y configurar los parámetros eléctricos críticos que serán monitoreados, estableciendo los protocolos de comunicación entre los medidores inteligentes, el software Intouch y la base de datos, con el fin de recopilar datos de manera precisa y continua que facilite la toma de decisiones energéticas en tiempo real.
- Implementar las funcionalidades clave de la interfaz web mediante metodologías de desarrollo ágil, integrando el software Intouch con tecnologías digitales, para garantizar la visualización intuitiva, segura y eficiente de los parámetros eléctricos obtenidos.

## **3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **3.1.HUMAN MACHINE INTERFACE (HMI)**

#### **3.1.1. Definición**

En el presente proyecto se va a desarrollar una aplicación HMI, conocida por sus siglas en inglés (Human Machine Interface) que se define clásicamente como la parte de una máquina o sistema técnico que permite la interacción hombre-máquina [1]. La aplicación HMI que se desarrollará en un ambiente web utilizando Python, Aveva Intouch R2 2023 y un gestor de base de datos SQL Server tiene como objetivo monitorear en tiempo real y almacenar parámetros eléctricos de una red de medidores inteligentes, los datos serán extraídos desde el software Aveva Intouch R2 2023, es decir, se realizará una integración directa con los dispositivos industriales. Dicha implementación permitirá la escalabilidad,

acceso a usuarios autorizados y una eficiencia operativa mediante los reportes, dashboard y notificaciones en tiempo real.

La Interfaz Hombre Máquina permite crear objetos gráficos que muestran el comportamiento del proceso y a partir de estos poder monitorear todo el sistema [2]. Las HMI brindan muchas ventajas porque además de controlar el proceso, estas pueden mostrar tendencias históricas del comportamiento de este, permitiendo la visualización de alarmas cuando el proceso presente algún tipo de falla, también muestra datos en tiempo real del funcionamiento de las variables de proceso y estos pueden ser enviados a aplicaciones como Excel para tener un mayor control de la información del proceso.

### 3.1.2. HMI Tradicional y Moderna

Las interfaces hombre - máquina (HMI) facilitan la comunicación entre humanos y máquinas, y su importancia ha aumentado en la tecnología moderna. Sin embargo, las HMI tradicionales suelen ser estáticas y no se adaptan a las preferencias ni al comportamiento individual del usuario [3]. En cambio, una HMI moderna ofrece una representación visual de los procesos industriales, mediante gráficos de tendencias, dashboard, reportes históricos, entre otros, permitiendo al usuario final monitorear, controlar y diagnosticar el funcionamiento de equipos en tiempo real.

### 3.1.3. Funcionalidades

La aplicación interfaz hombre-máquina nos va a mostrar un panel de control que permitirá la comunicación e interacción entre el humano y la máquina en este caso la aplicación HMI se comunicará con los medidores inteligentes (EKM-Omnimeter Pulse UL v.4), en la tabla 2 se muestra las principales funcionalidades de la aplicación HMI.

**Tabla 2.** Funcionalidades de la Interface Humano Máquina.

Funcionalidades	Descripción
<b>Monitoreo</b>	Obtiene y muestra datos (números, textos o gráficos) en tiempo real.
<b>Visualización</b>	Interpreta de forma gráfica permitiendo una lectura más fácil y facilita a la toma de decisiones.

<b>Supervisión</b>	Verificar el correcto funcionamiento de cada parte del sistema y detectar posibles errores a tiempo.
<b>Alarmas</b>	Notifica al operador cualquier tipo de anomalía del sistema.
<b>Control</b>	Facilita la ejecución de acciones como encender o apagar dispositivos, entre otros.
<b>Registro histórico</b>	Almacena información importante sobre el comportamiento del sistema, dicha información es útil para realizar el análisis, generar reportes y tomar decisiones.

### 3.1.4. Ventajas y Desventajas

A continuación, en la figura 1 se muestran las ventajas que tienen la interfaz hombre máquina que son útiles para controlar y monitorear procesos industriales, por otro lado, sus desventajas al momento de utilizarla.



**Figura 1.** Ventajas y desventajas de las HMI

## **3.2. APLICACIONES WEB PARA MONITOREO**

### **3.2.1. Definición**

Las aplicaciones web constituyen una variante particular del modelo cliente/servidor: el cliente es el navegador, el servidor es el servidor web y el protocolo de comunicación es HTTP, todos ya estandarizados y, por tanto, no requieren ser creados por el programador de la aplicación [4].

HTTP forma parte de la familia de protocolos TCP/IP empleados en Internet; estos protocolos permiten conectar sistemas heterogéneos y facilitan el intercambio de información entre distintos equipos [5]. El auge de Internet ha provocado un crecimiento acelerado en el desarrollo de aplicaciones web, que hoy funcionan como vía principal para difundir información y ofrecer servicios. Una aplicación web es, en esencia, un programa al que se accede mediante cualquier navegador, ya sea a través de Internet o de una red local [6].

Una página web puede incluir componentes que generen interacción dinámica: el usuario introduce datos, envía formularios, ejecuta acciones o consulta bases de datos y la página responde en tiempo real. La implementación de una interfaz humano-máquina (HMI) en ambiente web permite supervisar parámetros eléctricos desde cualquier punto con conexión a Internet, evitando la necesidad de estar físicamente en el sitio. Estas aplicaciones resultan útiles para monitoreo en tiempo real mediante gráficos o paneles de control sencillos de interpretar y que apoyan la toma de decisiones.

### **3.2.2. Ventajas**

Las aplicaciones web permiten que varios usuarios accedan simultáneamente a la misma información sin importar su ubicación y posibilitan actualizar el software sin desplazamientos [7]. Entre sus ventajas se encuentran:

En el ámbito del desarrollo de aplicaciones web, se pueden identificar diversas ventajas:

- Independencia del sistema operativo: no requieren instalación local ni generan incompatibilidades.
- Mantenimiento y actualización sencillos: los cambios se realizan en el servidor, no en cada equipo.
- Compatibilidad con múltiples plataformas.

- No consumen espacio de almacenamiento local.
- Posibilidad de crear entornos colaborativos donde varios usuarios interactúan al mismo tiempo.

En el caso particular de la HMI web, se añaden: optimización del monitoreo, visualización clara de gráficos, facilidad para la toma de decisiones y la única condición de uso es disponer de conexión a Internet, puesto que no se instala software adicional en el equipo del usuario.

### **3.3. MEDIDORES INTELIGENTES (SMART METERS)**

#### **3.3.1. Definición**

El medidor inteligente es un contador electrónico capaz de registrar el consumo de energía en intervalos cortos habitualmente menores de una hora y de enviar esos datos a la unidad de control correspondiente. Actúa, al mismo tiempo, como sensor y como punto de interacción, funcionando como un nodo inteligente [8].

El Omnimeter Pulse UL v.4 es el modelo más avanzado de la línea; registra pulsos de hasta tres dispositivos externos y controla dos relés. Cumple y supera las normas ANSI C12.1 y C12.20 y cuenta con certificaciones UL y cUL [9]. Este dispositivo mide en tiempo real potencia, energía, tensión y corriente, y se integra sin dificultad con sistemas de monitoreo basados en IoT. Su capacidad de emitir señales facilita la conexión con aplicaciones HMI web, lo que lo hace idóneo para recopilar datos y mostrarlos en tiempo real.

#### **3.3.2. Beneficios**

Las empresas detectan fallas con mayor rapidez y reducen costos gracias a la información que proporcionan estos medidores [10]. Para el usuario final, la monitorización casi inmediata del consumo favorece la eficiencia energética. Entre las ventajas se incluyen:

- Ofrecen información detallada sobre el consumo energético en tiempo real, lo que permite a los usuarios de la aplicación HMI ejercer un mayor control sobre su utilización de energía.

- Facilitan la identificación de anomalías en el consumo energético mediante el uso de la aplicación HMI, lo que contribuye a la detección de problemas potenciales o pérdidas de energía.
- Permiten la implementación de tarifas personalizadas basadas en los horarios de consumo, lo cual puede conducir a reducciones significativas en la factura eléctrica.
- Facilitan la integración con otros dispositivos inteligentes del hogar, lo que posibilita el desarrollo de un sistema de gestión energética más eficiente.

Estos beneficios han propiciado un incremento en la adopción de medidores eléctricos inteligentes en diversas regiones a nivel global.

### **3.3.3. Funcionalidades**

El usuario puede gestionar y supervisar su consumo, lo que suele traducirse en un ahorro económico considerable [10]. Asimismo, la integración con aplicaciones que presentan eficiencias limitadas puede facilitar a los usuarios la modificación de sus patrones de consumo y promover un uso más eficiente de la energía. A continuación, se presentan los beneficios asociados con el uso de estos medidores inteligentes:

- Habilidad para llevar a cabo mediciones más precisas y exhaustivas del consumo energético.
- La capacidad de generar alertas o notificaciones al usuario en situaciones de anomalías o en presencia de elevados niveles de consumo.
- Capacidad para llevar a cabo lecturas remotas sin la necesidad de que un técnico se desplace al sitio.

### **3.3.4. Ventajas y desventajas**

Los medidores inteligentes cuentan con una serie de ventajas que ayuda a los usuarios según sus necesidades, pero a su vez es importante conocer sus desventajas antes de usarlas.

**Tabla 3.** Ventajas y desventajas de los medidores inteligentes.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es posible modificar las pautas de consumo, debido a que permite obtener el registro de consumo de cada cliente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La vulnerabilidad de los sistemas de los contadores ante posibles acciones de los hackers.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilita que las facturas sean más precisas. De este modo, se permite a las empresas y familias controlar mejor su economía.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La dificultad de aplicación sobre la arquitectura ya existente de distribución de energía eléctrica.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se permite definir con mayor rigor, el tipo de tarifa que se adecua mejor a las necesidades de cada cliente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El aumento del costo a los clientes por las distribuidoras en la relación como estos nuevos equipos.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se puede acelerar la solución de inconvenientes vinculados al suministro o a la facturación.</li> </ul>	

### 3.4. MONITOREO Y ALMACENAMIENTO DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS

#### 3.4.1. Monitoreo

El término monitoreo proviene de la acción o el efecto de monitorear, consiste en recopilar, observar, analizar y usar datos para seguir el curso de un programa específico.

Según la investigación realizada por la Agencia Internacional de Energía en el año 2020, menciona que la implementación de sistemas de monitoreo energético puede reducir los costos energéticos entre un 5% y un 15%. Esta capacidad para proporcionar datos en tiempo real permite identificar ineficiencias y optimizar el uso de energía, promoviendo la sostenibilidad y el ahorro económico [11]. Estos sistemas no solo disminuyen los riesgos y costos monetarios en industrias, sino que también anticipan en tiempo real anomalías en la red, contribuyendo de manera significativa al sector eléctrico en términos de sustentabilidad y eficiencia [12].

### **3.4.2. Almacenamiento**

El almacenamiento de electricidad ha surgido como un eslabón crítico en la cadena desde la generación de electricidad hasta su entrega y representa una oportunidad emocionante para la industria energética tanto en el país como en el extranjero. Es decir, la generación de nuevos modelos, tecnologías y sistemas de almacenamiento que, entre otras cosas, nos permiten utilizar cada megavatio, consumir menos y actuar de manera más eficiente ha avanzado bien en los últimos años.

El sistema de almacenamiento transfiere energía desde la red a un dispositivo de almacenamiento por medio de una interfaz que enlaza estos flujos durante el proceso de carga y descarga, todo este procedimiento sucede mediante un centro de control que dirige al sistema de almacenamiento energético [13].

Los sistemas de almacenamiento energético facilitan una gestión más eficiente de las fuentes renovables, ya que pueden responder rápidamente a las variaciones en la demanda. Esto permite liberar energía durante las horas de mayor consumo, optimizando así la operación del sistema eléctrico. Como resultado, se fortalece la estabilidad de la red y se mantiene un nivel de carga equilibrado. Estas tecnologías también ayudan a reducir los riesgos operativos, ya que almacenan energía en momentos de baja demanda o cuando el costo de la electricidad es reducido, y la liberan estratégicamente cuando el consumo se incrementa o el suministro resulta más costoso, de acuerdo con una planificación operativa adecuada [14].

## **3.5. PARÁMETROS ELÉCTRICOS**

Los parámetros eléctricos están a nuestro alcance, pues la electricidad tiene múltiples aplicaciones. Cualquier aparato eléctrico opera con corriente, desde una simple lámpara hasta el microondas o la lavadora; todos necesitan energía y muestran resistencia, voltaje e intensidad de corriente. A continuación, se presenta las definiciones de los parámetros eléctricos que se encuentran relacionados en la implementación:

### **3.5.1. Energía eléctrica**

La energía eléctrica es una de las múltiples formas de energía que existen en la naturaleza, y es la más usada en la vida diaria de todas las personas, esta energía se origina debido a

una diferencia de potencial entre dos puntos, lo cual genera el movimiento de cargas eléctricas [15].

### **3.5.2. Consumo eléctrico**

El consumo de energía eléctrica hace referencia a la cantidad de electricidad que una persona, empresa u organización utiliza durante un tiempo específico. Las empresas encargadas de suministrar este servicio lo miden en kilovatios-hora (kWh), y con base en ese valor calculan el monto que cada usuario debe pagar mensualmente por el servicio eléctrico [15].

### **3.5.3. Corriente**

La corriente eléctrica hace referencia al movimiento de cargas eléctricas a través de un conductor durante un cierto intervalo de tiempo. Esta se mide en amperios (A) y suele representarse con la letra I. Es un concepto esencial dentro del estudio de la electricidad, ya que permite conocer cuánta energía circula por un circuito en un momento determinado [15].

### **3.5.4. Voltaje**

El voltaje, también llamado diferencia de potencial, se origina cuando las cargas eléctricas se separan o se trasladan entre dos puntos de un circuito. Se representa con la letra V y se mide en voltios (V). Este valor resulta clave para entender cuánta energía está disponible en el sistema eléctrico para realizar trabajo, como encender una lámpara o hacer funcionar un motor [15].

### **3.5.5. Frecuencia**

La frecuencia hace referencia al número de ciclos completos que realiza una señal periódica en el transcurso de un segundo. Se expresa en hertzios (Hz) y se representa con el símbolo  $f$  [15]. En sistemas eléctricos, la frecuencia determina la velocidad de oscilación de la corriente alterna.

### **3.5.6. Potencia**

La potencia representa la rapidez con la que un dispositivo realiza trabajo o consume energía, medida en vatios (W), lo cual es esencial para determinar el rendimiento y la eficiencia de aparatos eléctricos y electrónicos, así como para calcular costos de energía.

La potencia por ende se define como la capacidad que tiene una maquina eléctrica, equipo o instalación para generar o consumir energía en un determinado lapso. Es importante señalar que, en cualquier sistema o circuito eléctrico en funcionamiento, suelen coexistir diferentes tipos de potencia, cada una con un papel específico en el proceso de conversión o transferencia de energía [16].

## **3.6. ANÁLISIS DE METODOLOGÍA DE DESARROLLO**

### **3.6.1. Metodología tradicional**

Las metodologías tradicionales se distinguen por contar con una organización de desarrollo claramente definida, de naturaleza secuencial y escasamente adaptable ante modificaciones en un contexto inestable. Su implantación implica una inversión considerable. Establecen funciones, tareas y entregables perfectamente determinados [17].

La metodología tradicional, particularmente el enfoque en cascada o waterfall, se caracteriza por poseer una estructura claramente definida y por ofrecer escasa flexibilidad ante los cambios que puedan surgir en el entorno, estableciendo una secuencia rígida de etapas que deben completarse de manera secuencial en cada fase del proyecto.

### **3.6.2. Metodología ágil**

La metodología ágil es un enfoque de gestión de proyectos que prioriza la flexibilidad, la entrega continua y la colaboración entre los equipos de trabajo. Se basa en ciclos iterativos e incrementales que posibilitan mejorar el producto o servicio de forma progresiva, respondiendo rápidamente a las necesidades del cliente [18].

Según [19] menciona que “las metodologías ágiles o método ágil proveen un conjunto de valores y buenas prácticas para el desarrollo de proyectos de software fundamentados en el manifiesto ágil”.

## **4. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS**

### **4.1. TIPOS DE INVESTIGACIÓN**

Para el desarrollo del proyecto se recurrió a los siguientes tipos de investigación:

#### **4.1.1. Investigación Campo**

Se trabajó con la metodología ágil Kanban para organizar a los equipos de forma eficiente y mejorar continuamente los procesos de tareas. Por otra parte, se aplicó una encuesta a los beneficiarios directos, para hacer el respectivo levantamiento de los requisitos mismos que son fundamentales para el desarrollo de la aplicación Human Machine Interface.

#### **4.1.2. Investigación Práctica**

La propuesta investigativa surge de la implementación de conocimientos teóricos de una manera practica mediante una metodología ágil, es decir, se usan los conocimientos obtenidos durante la formación académica como ingenieros en sistemas de información para contribuir en el monitoreo y almacenamiento de parámetros eléctricos. Además, se ejecutaron pruebas para validar la eficiencia de la aplicación y su trabajo coordinado con la red de medidores inteligentes. El proyecto fue desarrollado utilizando el lenguaje de programación Python, APIs del proveedor EMK-Omnimeter Pulse UL v.4, el gestor de base de datos SQL Server y entorno de desarrollo Aveva Intouch R2 2023.

### **4.2. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN**

#### **4.2.1. Metodologías de Investigación**

Durante el desarrollo de este proyecto, optamos por un enfoque práctico, más cerca del que se usa en ingeniería que del puramente teórico. Básicamente, lo que hicimos fue construir una solución digital que permitiera monitorear y guardar datos eléctricos en tiempo real, todo a través de una interfaz web sencilla. No se trata solo de teoría, queríamos que funcionara de verdad en un entorno real.

Por eso, combinamos herramientas como Aveva InTouch, bases de datos y desarrollo web, para que los usuarios pudieran ver en pantalla lo que estaban midiendo sus equipos sin complicaciones. Además, documentamos cada paso del proceso, desde cómo diseñamos el sistema hasta cómo lo probamos con pruebas reales y encuestas a quienes

lo usarían. De esa forma, no solo validamos que funcionaba, sino que también nos aseguramos de que fuera fácil de usar.

#### **4.2.2. Nivel de Investigación**

Se emplea el nivel de investigación aplicativo o tecnológico, para el desarrollo de una aplicación HMI que permite monitorear y almacenar parámetros eléctricos cuya finalidad es crear una solución práctica que facilite la recopilación de datos sin pérdida de información, la comunicación entre la interfaz gráfica de usuario (GUI) y dispositivos inteligentes. A través de este enfoque, se desarrolló una aplicación orientada a apoyar la toma de decisiones y monitorea de dichos parámetros en tiempo real, mejorando así la eficiencia y control de la distribución energética de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

### **4.3. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **4.3.1. Encuestas**

La encuesta representa una técnica para recolectar datos mediante la elaboración y aplicación de un conjunto de preguntas a un grupo de representativo de personas, con el propósito de obtener datos relacionados con una problemática particular. Su uso es común debido a que permite recolectar información de forma rápida y eficaz [20].

Es importante realizar la técnica de la encuesta a los interesados directos del proyecto vinculado, para recopilar información valiosa sobre la usabilidad, funcionalidad y efectividad de la aplicación Human Machine Interface. A través de las respuestas obtenidas se consiguió validar que el sistema funcione correctamente desde la perspectiva del usuario final, caso contrario se efectuará mejoras en el desarrollo y la utilización de la aplicación, para asegurar su efectividad en el entorno real.

### **4.4. INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN**

#### **4.4.1. Cuestionario**

Según [21] el cuestionario es un instrumento que permite reunir información de manera ordenada, con el fin de analizar las variables que interesan en una investigación, sondeo o estudio. Generalmente está compuesto por preguntas de distintos tipos, diseñadas con cuidado para abordar los aspectos clave del tema en estudio, además puede aplicarse de

distintas formas, como en grupos o enviándolo por correo, el mismo que facilita obtener datos uniformes para su análisis.

Para la recolección de datos se elaboró un cuestionario estructurado con preguntas abiertas y cerradas, las cuales se aplicaron a los interesados del proyecto planteado, cuya finalidad es recolectar información que permita evaluar la eficiencia, funcionalidad, usabilidad de la aplicación Human Machine Interface que monitorea y almacena parámetros eléctricos de una red de medidores inteligentes. Es decir, este instrumento sirvió como una herramienta importante para recopilar la opinión de los usuarios finales, permitiendo validar su funcionamiento y poder realizar las respectivas mejoras en el desarrollo.

#### **4.4.2. Cuestionario de la Encuesta**

Para el desarrollo del cuestionario se utilizó una herramienta muy útil para evaluar la usabilidad de la aplicación HMI, la Escala de Usabilidad del Sistema (System Usability Scale, SUS).

### **4.5. POBLACIÓN Y MUESTRA**

La población que se ha tomado en cuenta para este proyecto corresponde a 3 beneficiarios involucrados en el laboratorio de energía renovable entre docentes y estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, de la carrera de Electricidad en el período abril 2025 - agosto 2025. Se optó por este muestreo por conveniencia porque todos están ubicados en el campus Matriz y participan directamente en actividades relacionadas al sistema, sus perfiles mostrados a continuación garantizan retroalimentación técnica (docentes) y perspectiva de usuario final (estudiante).

### **4.6. TÉCNICAS DE DESARROLLO DE SOFTWARE**

#### **4.6.1. Metodología Kanban**

Para el desarrollo del proyecto se empleó la metodología Kanban cuyo propósito general es facilitar la planificación, organización y seguimiento de la ejecución de las actividades mediante un tablero con columnas y tarjetas que representan visualmente los elementos de trabajo que avanzan por las distintas fases de un proceso [22].

#### 4.6.2. Fases de Kanban

Esta metodología permite agilizar y optimizar los tiempos de desarrollo, ya que se enfoca en organizar únicamente las actividades esenciales para la ejecución de un proyecto, su estructura cuenta con tres fases que son: Tareas Pendientes, Tareas en Curso y Tareas Finalizadas.

#### 4.6.3. Diseño del Tablero Kanban

Como se mencionó anteriormente esta metodología Kanban tiene varios beneficios, una de ellas es que cuenta únicamente con tres fases, mismas que permiten la visualización en un tablero con tres casilleros facilitando un seguimiento de las tareas y la realización de ajustes en tiempo real.



**Figura 2.** Tablero de Tareas Kanban

#### 4.6.4. Definición de Roles del equipo

Aunque la metodología Kanban no establece roles específicos de manera obligatoria, se recomienda usar ciertas responsabilidades para asegurar una gestión adecuada de las tareas, por tal razón en este proyecto se optó por trabajar con los siguientes roles:

- Manager del Equipo
- Desarrolladores
- Usuarios

A continuación, se muestra el formato empleado para definir los roles asignados a cada integrante involucrado en el desarrollo de la aplicación HMI en ambiente web para monitorear y almacenar parámetros eléctricos de una red de medidores inteligentes.

**Tabla 4.** Formato de roles del equipo Kanban

Rol	
Nombre	
Categoría profesional	
Responsabilidad	
Información de contacto	

#### 4.6.5. Formato de Historias de Usuario

En el desarrollo de este proyecto bajo un enfoque ágil, es fundamental realizar el levantamiento de requisitos mediante historias de usuarios funcionales y no funcionales, en la cual se va explicar cada una de las funcionalidades que deberá tener la aplicación Human Machine Interface:

**Tabla 5.** Formato de Historia de Usuario

Historia de usuario N°:	Número de historia secuencial	Criterios de aceptación:
Yo como:	Apuntar la persona que usa la funcionalidad	Parámetros que la historia de usuario debe realizar para ser considerada realizada.
Quiero:	Fijar la necesidad	
Para:	Determinar los beneficios que se requiere	
Definición de echo (DoD):	Listar detalles que la historia de usuario debe cumplir para considerarla completada.	

Cabe señalar que las siglas DoD significa Definition of Done es una lista de criterios que deben cumplirse para que una historia de usuario se considere completa y lista para ser entregada correctamente al cien por cien dentro de la aplicación HMI.

#### **4.6.6. Herramientas de apoyo al desarrollo**

Para el desarrollo de la aplicación HMI fue necesario utilizar diversas herramientas y tecnologías que facilitaron su desarrollo. El Backend o también conocido como servidor corresponde a la parte no visible del sistema, en donde se gestiona la lógica de programación y el manejo de la base de datos. Cabe mencionar que para este proyecto se utilizó Python, un lenguaje de programación de alto nivel reconocido por su versatilidad y facilidad de lectura y escritura, además se empleó Aveva Intouch R2 2023 que facilita la creación de aplicaciones HMI robustas y seguras. Por otro lado, SQL Server es un sistema de gestión de bases de datos de alto rendimiento comúnmente usada en sectores como la educación, salud, entre otras.

#### **4.6.7. Proceso de negocios**

El proceso de negocios para el desarrollo de una aplicación HMI (Human Machine Interface) en ambiente web para monitorear y almacenar parámetros eléctricos inicia con la activación del flujo administrador, quien es el primer usuario que tiene acceso total para interactuar con el sistema. Este usuario inicia sesión y accede al panel de control donde puede visualizar en tiempo real los parámetros eléctricos como voltaje, corriente, potencia, frecuencia, etc. Esta etapa es importante debido a que la precisión y claridad de los datos mostrados influye en el administrador para la toma de decisiones, esos datos recolectados permiten identificar problemas o anomalías en la red eléctrica.

El siguiente paso del flujo es cuando el sistema asume el control y almacena los parámetros eléctricos provenientes de una red de medidores inteligentes en la base de datos SQL Server de manera estructurada y segura, la cual es accesible para futuros análisis y consultas. Esta fase contribuye a mejorar la experiencia de usuario y al correcto funcionamiento del sistema.

A continuación, el sistema dispone de una interfaz de usuario intuitiva y de fácil manejo, desarrollada mediante el software Aveva Intouch R2 2023, donde el administrador puede navegar a través de diferentes ventanas, y cada una de ellas cuenta con la información

específica y detallada sobre los parámetros eléctricos. La aplicación HMI tiene funcionalidades como dashboard, gráficos de tendencias que permiten visualizar datos a corto o largo tiempo, también cuenta con tablas que permite la visualización de información específica de los valores actuales e históricos. Finalmente, el administrador puede descargar reportes en diferentes formatos csv, por otro lado, también puede realizar backups.

#### 4.6.8. Equipos Utilizados

Para el desarrollo del proyecto se utilizó 2 laptops y un servidor, a continuación, se detalla sus especificaciones para cada una: Laptop Hp con Windows 11 Pro (64 bits), equipada con un procesador procesador Intel® Core™ i5-1135G7 de 11ª generación a 2.40 GHz, 8GB de memoria de RAM y un amplio almacenamiento de 1 Tera. Estas características se resumen en la Tabla 6.

**Tabla 6.** Detalles del equipo 1 utilizado en el proyecto

N°	Nombre	Detalle
1	Marca	Hp
2	Sistema Operativo	Windows 11Pro/64 bits
3	Versión	24H2
4	Procesador	procesador Intel® Core™ i5-1135G7 de 11ª generación a 2.40 GHz
5	Memoria RAM	8 GB
6	Almacenamiento	1 Tera

Laptop Hp con Windows 11 Pro (64 bits), procesador Intel® Core™ i5-1240P de 12ª generación a 1.70 GHz, 20 GB de memoria de RAM y un amplio almacenamiento de 1 Tera, las características se detallan en la Tabla 7.

**Tabla 7.** Detalles del equipo 2 utilizado en el proyecto

N°	Nombre	Detalle
1	Marca	Hp
2	Sistema Operativo	Windows 11Pro/64 bits
3	Versión	24H2
4	Procesador	Intel® Core™ i5-1240P de 12ª gen a 1.70 GHz
5	Memoria RAM	20 GB
6	Almacenamiento	1 Tera

Por otro lado, fue indispensable usar el servidor de la marca Dell con el sistema operativo Windows 11 Pro for Workstations (64 bits), procesador Intel® Xeon® wS-3425 3.19GHz, 127GB de memoria de RAM, con un almacenamiento de 500 GB, para poder extraer datos de los medidores inteligentes y realizar la aplicación HMI en el entorno de Aveva Intouch R2 2023 que permite desarrollar una interfaz moderna. A continuación, en la Tabla 8 se detalla sobre las especificaciones de este equipo.

**Tabla 8.** Detalles del servidor utilizado en el proyecto

N°	Nombre	Detalle
1	Marca	Dell
2	Sistema Operativo	Windows 11Pro for Workstations/64 bits
3	Versión	24H2
4	Procesador	Intel® Xeon® wS-3425 3.19GHz
5	Memoria RAM	127 GB
6	Almacenamiento	4500 GB

Por otro lado, se utilizó el software Aveva Intouch HMI R2 2023 para optimizar las interacciones entre humanos y los sistemas de automatización industrial. Cabe señalar que este software tiene varias características que se detallan en la Tabla 10 mismos que fueron fundamentales para el desarrollo de la aplicación HMI.

**Tabla 9.** Características de Aveva Intouch

<b>Aveva Intouch HMI R2 2023</b>		
<b>N°</b>	<b>Características</b>	<b>Descripción</b>
<b>1</b>	Cliente web HTML5	Los usuarios pueden monitorear, controlar y resolver problemas con el equipo de forma segura desde cualquier ubicación, en cualquier dispositivo y en cualquier momento.
<b>2</b>	Biblioteca de gráficos industriales	Es un recurso excepcional que ayuda a los operadores a centrarse en el contenido más útil, solucionar problemas y minimiza su distracción y fatiga.
<b>3</b>	Integración nativa en la nube	InTouch permite cargar en la nube datos de etiquetas de proceso en tiempo real para realizar análisis avanzados y crear paneles con detección de anomalías mediante aprendizaje automático.
<b>4</b>	Historiador y capacidad de elaboración de informes integrados	AVEVA™ Historian captura datos de series temporales cientos de veces más rápido que las bases de datos SQL estándar.
<b>5</b>	Herramientas de desarrollo avanzadas	Permite diseñar, distribuir y aplicar normas para una mayor coherencia de las aplicaciones y una gestión del ciclo de vida de las aplicaciones sin fricciones.
<b>6</b>	Espacios de trabajo personales	La potente capacidad permite a cualquier usuario de InTouch HMI desarrollar pantallas de ejecución sin necesidad de herramientas de desarrollo de ingeniería o secuencias de comandos, para que puedan acceder sin problemas a los datos que tienen a su alcance.

#### **4.6.9. Arquitectura del Sistema**

La arquitectura de este sistema se divide en capas lo que nos permite organizar los componentes y facilita el mantenimiento y la escalabilidad. La aplicación HMI en ambiente web usa un modelo cliente-servidor con un frontend Aveva Windows View que ofrece una interfaz amigable y adaptable al entorno industrial.

El servidor procesa las solicitudes realizadas por los usuarios y gestiona el almacenamiento de parámetros eléctricos. Se utilizó Python y el entorno de desarrollo Aveva Intouch R2 2023 la cual nos permite integrar medidores inteligentes a través de APIs. Esta integración permite obtener y almacenar en una base de datos SQL Server en tiempo real los parámetros proporcionados por los medidores inteligentes.

El sistema al ser modular nos permite desarrollar, probar e implementar cada funcionalidad de manera independiente, lo que mejora la eficiencia y facilita actualizaciones futuras. La capa de presentación se comunica mediante Kepserverex para obtener datos necesarios y mostrarlos a través de gráficos y reportes. Este modelo permite que el sistema sea escalable y adaptable sin afectar su funcionamiento general.

La arquitectura incluye mecanismos de seguridad y control de acceso, diferencia los roles de usuario (Administrador - Operador) para asegurar que cada acceso en base al rol limite las funcionalidades del sistema, fortaleciendo así la integridad y confidencialidad de los datos gestionados por la aplicación.

## **5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

### **5.1.RESULTADOS DE LA ENCUESTA SUS**

Para evaluar la usabilidad de la aplicación HMI, se utilizó la Escala de Usabilidad del Sistema (System Usability Scale - SUS), un método ampliamente reconocido para medir la percepción de los usuarios sobre la facilidad de uso de un sistema. La encuesta fue completada por 4 participantes, incluyendo tanto administradores como operadores, durante julio de 2025.

El SUS consta de 10 afirmaciones que los usuarios valoran en una escala del 1 al 5, donde:

- 1 = "Totalmente en desacuerdo"

- 5 = "Totalmente de acuerdo"

Las afirmaciones impares están redactadas de forma positiva, mientras que las pares tienen una orientación negativa. Una vez recopiladas las respuestas, la puntuación se ajusta mediante un cálculo específico para obtener un resultado final en una escala de 0 a 100, lo que permite una interpretación clara del nivel de usabilidad del sistema.

Este enfoque proporciona una medición objetiva y cuantificable de la experiencia del usuario, facilitando la identificación de áreas de mejora en la aplicación HMI.

**Pregunta N° 1:** Creo que me gustaría usar este sistema con frecuencia.

**Tabla 10.** Resultados de la pregunta 1 de la encuesta

1. Creo que me gustaría usar este sistema con frecuencia.		
Respuesta	Total	Porcentaje
1-Totalmente en desacuerdo	0	0%
2-En desacuerdo	0	0%
3-Neutral	0	0%
4-De acuerdo	0	0%
5-Totalmente de acuerdo	4	100%
Total	4	100%



**Figura 3.** Análisis porcentual de la pregunta 1

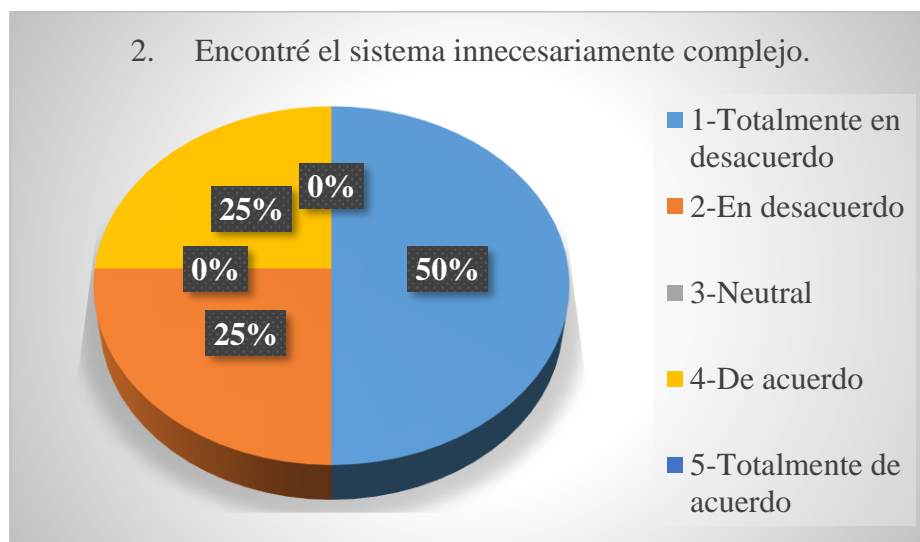
## ANÁLISIS:

4 de 4 encuestados (100 %) indicaron “Totalmente de acuerdo” con la frase “Creo que me gustaría usar este sistema con frecuencia”, evidenciando un respaldo unánime y una alta predisposición al uso continuado de la aplicación HMI.

**Pregunta N° 2:** Encontré el sistema innecesariamente complejo.

**Tabla 11.** Resultados de la pregunta 2 de la encuesta

2. Encontré el sistema innecesariamente complejo.		
Respuesta	Total	Porcentaje
1-Totalmente en desacuerdo	2	50%
2-En desacuerdo	1	25%
3-Neutral	0	0%
4-De acuerdo	1	25%
5-Totalmente de acuerdo	0	0%
Total	4	100%



**Figura 4.** Análisis porcentual de la pregunta 2

## ANÁLISIS:

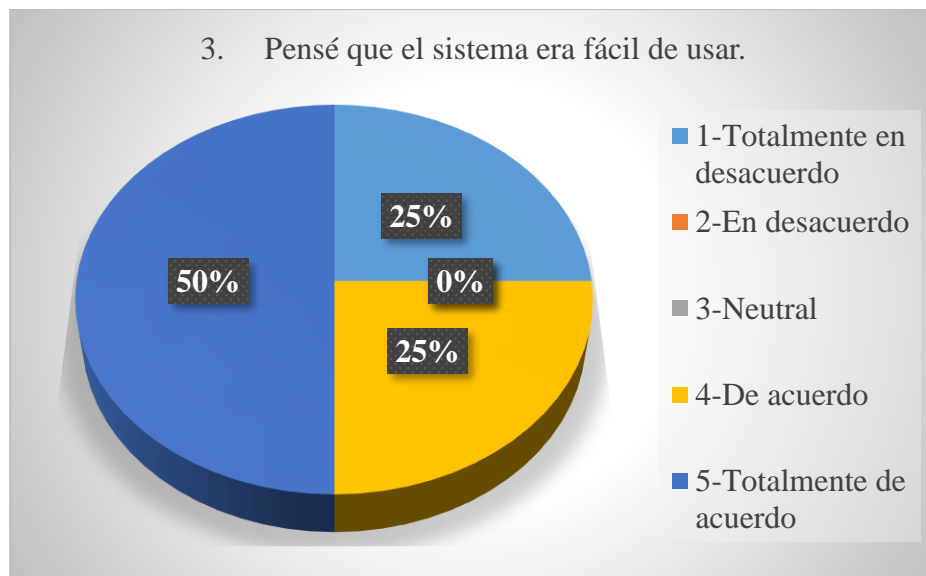
2 de 4 encuestados (50 %) marcaron “Totalmente en desacuerdo” y 1 de 4 (25 %) “En desacuerdo” frente a la afirmación invertida “Encontré el sistema innecesariamente complejo”, sumando 75 % que lo perciben como sencillo; sin embargo, 1 operador (25

%) señaló “De acuerdo”, lo que indica que aún existe una minoría que experimenta complejidad y merece revisión focalizada.

**Pregunta N° 3:** Pensé que el sistema era fácil de usar.

**Tabla 12.** Resultados de la pregunta 3 de la encuesta

3. Pensé que el sistema era fácil de usar.		
Respuesta	Total	Porcentaje
1-Totalmente en desacuerdo	1	25%
2-En desacuerdo	0	0%
3-Neutral	0	0%
4-De acuerdo	1	25%
5-Totalmente de acuerdo	2	50%
Total	4	100%



**Figura 5.** Análisis porcentual de la pregunta 3

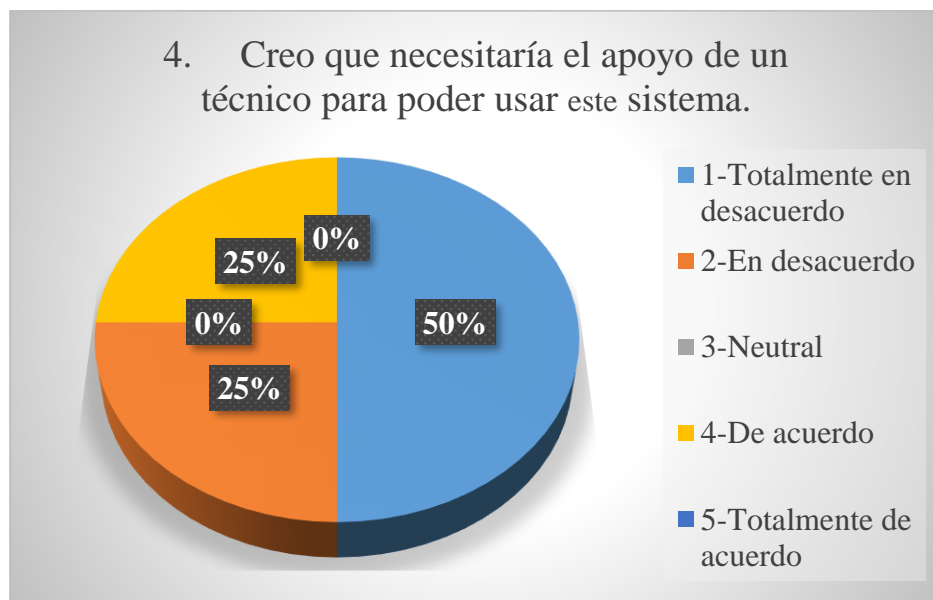
#### ANÁLISIS:

2 de 4 encuestados (50 %) eligieron “Totalmente de acuerdo” y 1 de 4 (25 %) “De acuerdo” con “Pensé que el sistema era fácil de usar”, alcanzando 75 % de percepción positiva, mientras que 1 administrador (25 %) respondió “Totalmente en desacuerdo”, evidenciando que ciertos perfiles aún encuentran barreras de usabilidad.

**Pregunta N° 4:** Creo que necesitaría el apoyo de un técnico para poder usar este sistema.

**Tabla 13.** Resultados de la pregunta 4 de la encuesta

4. Creo que necesitaría el apoyo de un técnico para poder usar este sistema.		
Respuesta	Total	Porcentaje
1-Totalmente en desacuerdo	2	50%
2-En desacuerdo	1	25%
3-Neutral	0	0%
4-De acuerdo	1	25%
5-Totalmente de acuerdo	0	0%
Total	4	100%



**Figura 6.** Análisis porcentual de la pregunta 4

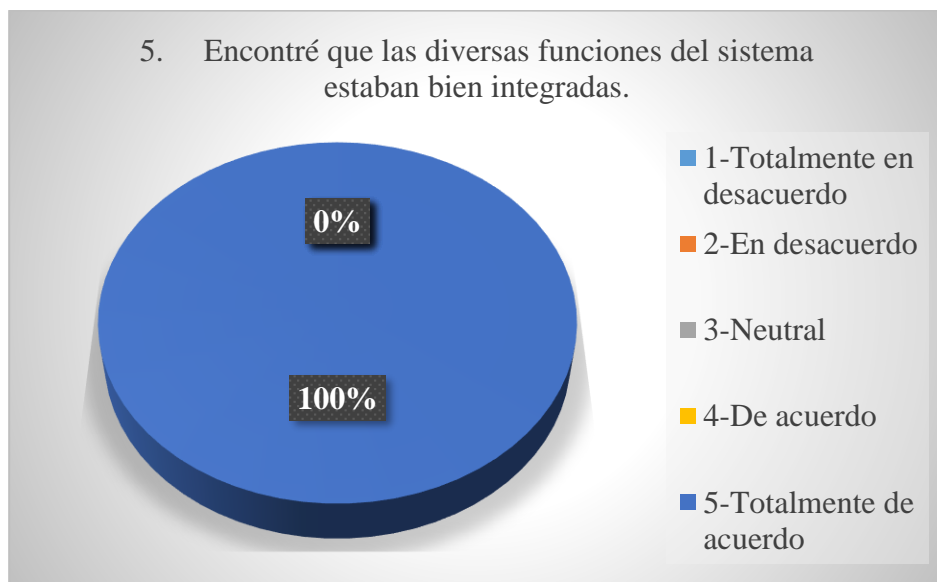
**ANÁLISIS:**

2 de 4 encuestados (50 %) marcaron “Totalmente en desacuerdo” y 1 de 4 (25 %) “En desacuerdo” ante la afirmación invertida “Creo que necesitaría el apoyo de un técnico para usar este sistema”, sumando 75 % que se siente autónomo, aunque 1 operador (25 %) respondió “De acuerdo”, señalando la necesidad de reforzar la capacitación en dicho rol.

**Pregunta N° 5:** Encontré que las diversas funciones del sistema estaban bien integradas.

**Tabla 14.** Resultados de la pregunta 5 de la encuesta

5. Encontré que las diversas funciones del sistema estaban bien integradas.		
Respuesta	Total	Porcentaje
1-Totalmente en desacuerdo	0	0%
2-En desacuerdo	0	0%
3-Neutral	0	0%
4-De acuerdo	0	0%
5-Totalmente de acuerdo	4	100%
Total	4	100%



**Figura 7.** Análisis porcentual de la pregunta 5

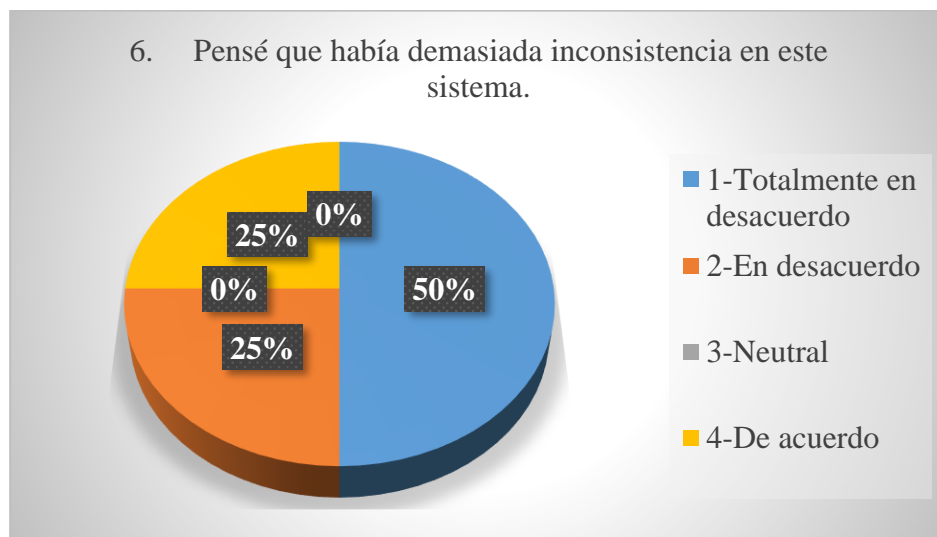
**ANÁLISIS:**

4 de 4 encuestados (100 %) coincidieron en “Totalmente de acuerdo” con “Encontré que las diversas funciones del sistema estaban bien integradas”, confirmando una cohesión percibida total entre los módulos de la aplicación.

**Pregunta N° 6:** Pensé que había demasiada inconsistencia en este sistema.

**Tabla 15.** Resultados de la pregunta 6 de la encuesta

6. Pensé que había demasiada inconsistencia en este sistema.		
Respuesta	Total	Porcentaje
1-Totalmente en desacuerdo	2	50%
2-En desacuerdo	1	25%
3-Neutral	0	0%
4-De acuerdo	1	25%
5-Totalmente de acuerdo	0	0%
Total	4	100%



**Figura 8.** Análisis porcentual de la pregunta 6

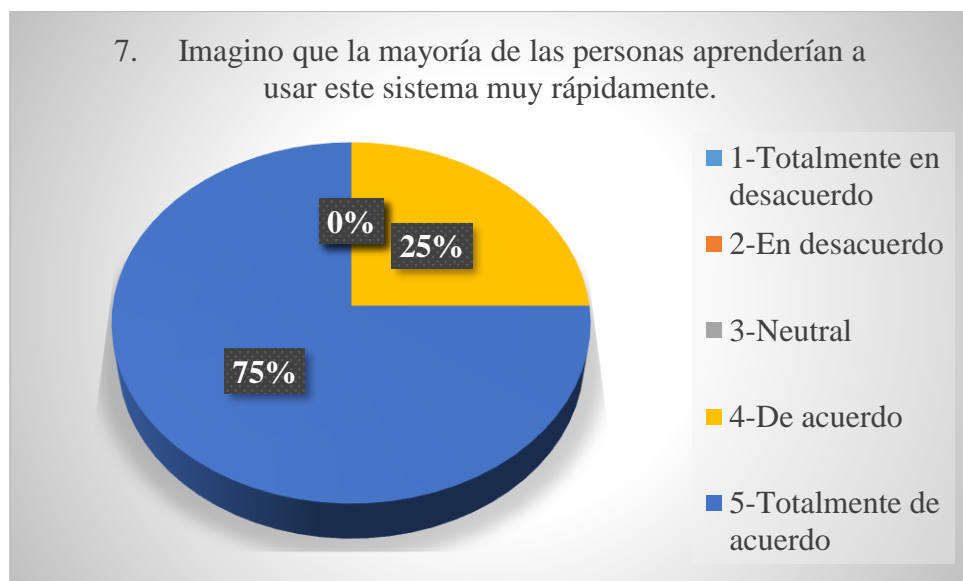
**ANÁLISIS:**

2 de 4 encuestados (50 %) indicaron “Totalmente en desacuerdo” y 1 de 4 (25 %) “En desacuerdo” frente a la afirmación invertida “Pensé que había demasiada inconsistencia en este sistema”, sumando 75 % que no advierte fallos de coherencia, aunque 1 operador (25 %) marcó “De acuerdo”, lo que sugiere posibles disonancias aisladas en su flujo de trabajo.

**Pregunta N° 7:** Imagino que la mayoría de las personas aprenderían a usar este sistema muy rápidamente.

**Tabla 16.** Resultados de la pregunta 7 de la encuesta

7. Imagino que la mayoría de las personas aprenderían a usar este sistema muy rápidamente.		
Respuesta	Total	Porcentaje
1-Totalmente en desacuerdo	0	0%
2-En desacuerdo	0	0%
3-Neutral	0	0%
4-De acuerdo	1	25%
5-Totalmente de acuerdo	3	75%
Total	4	100%



**Figura 9.** Análisis porcentual de la pregunta 7

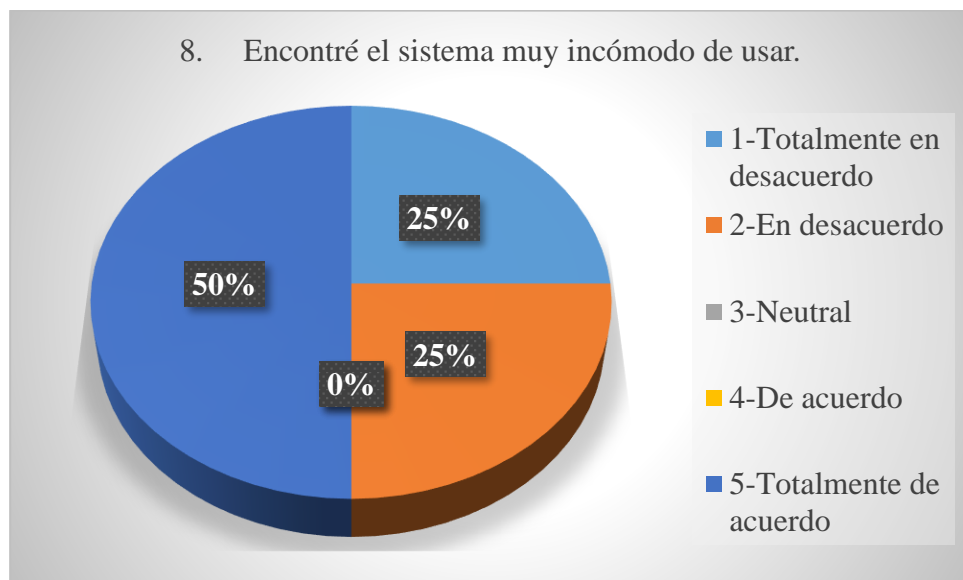
**ANÁLISIS:**

3 de 4 encuestados (75 %) respondieron “Totalmente de acuerdo” y 1 de 4 (25 %) “De acuerdo” con “Imagino que la mayoría aprendería a usar este sistema rápidamente”, evidenciando una confianza generalizada en la curva de aprendizaje y facilitando planes de implementación masiva.

**Pregunta N° 8:** Encontré el sistema muy incómodo de usar.

**Tabla 17.** Resultados de la pregunta 8 de la encuesta

8. Encontré el sistema muy incómodo de usar.		
Respuesta	Total	Porcentaje
1-Totalmente en desacuerdo	1	25%
2-En desacuerdo	1	25%
3-Neutral	0	0%
4-De acuerdo	0	0%
5-Totalmente de acuerdo	2	50%
Total	4	100%



**Figura 10.** Análisis porcentual de la pregunta 8

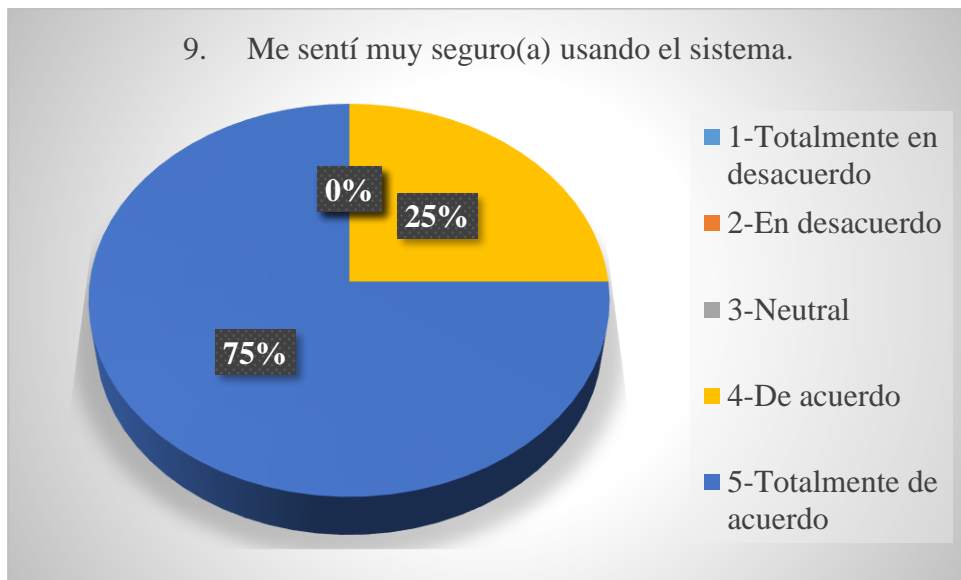
**ANÁLISIS:**

2 de 4 encuestados (50 %) marcaron “Totalmente de acuerdo” con la afirmación invertida “Encontré el sistema muy incómodo de usar”, ambos operadores, mientras que 1 administrador respondió “Totalmente en desacuerdo” y otro “En desacuerdo”; esta polarización indica que la incomodidad está concentrada en el rol operativo y requiere ajustes de diseño o ergonomía.

**Pregunta N° 9:** Me sentí muy seguro(a) usando el sistema.

**Tabla 18.** Resultados de la pregunta 9 de la encuesta

9. Me sentí muy seguro(a) usando el sistema.		
Respuesta	Total	Porcentaje
1-Totalmente en desacuerdo	0	0%
2-En desacuerdo	0	0%
3-Neutral	0	0%
4-De acuerdo	1	25%
5-Totalmente de acuerdo	3	75%
Total	4	100%



**Figura 11.** Análisis porcentual de la pregunta 9

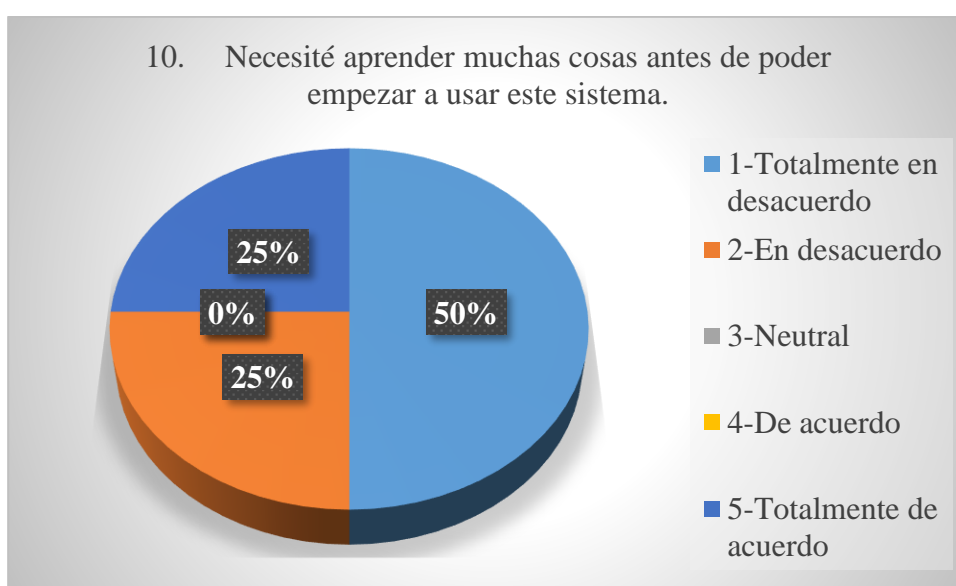
**ANÁLISIS:**

3 de 4 encuestados (75 %) indicaron “Totalmente de acuerdo” y 1 de 4 (25 %) “De acuerdo” con “Me sentí muy seguro(a) usando el sistema”, mostrando un alto nivel de confianza que respalda su uso en entornos críticos.

**Pregunta N° 10:** Necesité aprender muchas cosas antes de poder empezar a usar este sistema.

**Tabla 19.** Resultados de la pregunta 10 de la encuesta

10. Necesité aprender muchas cosas antes de poder empezar a usar este sistema.		
Respuesta	Total	Porcentaje
1-Totalmente en desacuerdo	2	50%
2-En desacuerdo	1	25%
3-Neutral	0	0%
4-De acuerdo	0	0%
5-Totalmente de acuerdo	1	25%
Total	4	100%



**Figura 12.** Análisis porcentual de la pregunta 10

**ANÁLISIS:**


2 de 4 encuestados (50 %) marcaron “Totalmente en desacuerdo” y 1 de 4 (25 %) “En desacuerdo” ante la afirmación invertida “Necesité aprender muchas cosas antes de empezar a usarlo”, sumando 75 % que lo considera intuitivo; no obstante, 1 operador (25 %) respondió “Totalmente de acuerdo”, evidenciando que aún existe un segmento que demanda mayor formación inicial.

## 5.2.HERRAMIENTAS DE PROGRAMACIÓN

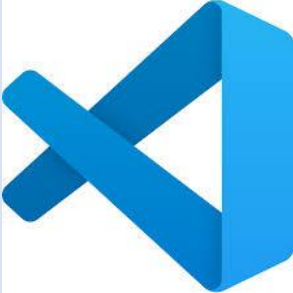
La selección de herramientas busca mantener las partes del sistema separados para facilitar reemplazos o mejoras sin detener el servicio. Cada herramienta fue elegida para agilizar el desarrollo, la estabilidad y la facilidad de mantenimiento para posteriores investigadores. De esta manera obtenemos una conexión desde los medidores inteligentes EKM hasta la base de datos SQL Server y visualización con AVEVA InTouch HMI R2 2023. En cada capa se utilizan estándares abiertos o licencias compradas por la universidad, esto evita costos adicionales y facilita el desarrollo de nuevas versiones o mejoras a los futuros desarrolladores sin necesidad de migrar a nuevas tecnologías ni reescribir todo el sistema.

Las tecnologías seleccionadas cuentan con amplia documentación y una comunidad proactiva permitiendo que los desarrolladores puedan encontrar respuestas a errores de manera más rápida y eficaz reduciendo así la curva de aprendizaje.


**Tabla 20.** Python

N°01		Nombre: Python	
			
<b>Versión:</b> 3.13.3	<b>Descripción:</b> Lenguaje de programación potente, fácil de aprender y con sintaxis clara.		


**Tabla 21.** Visual Studio Code

N°01		Nombre: Visual Studio Code	
			
<b>Versión:</b> 1.100.3	<b>Descripción:</b>	Editor de código ligero, personalizable y potente.	


**Tabla 22.** SQL Server

N°01		Nombre: SQL Server	
			
<b>Versión:</b> 20.2.1	<b>Descripción:</b>	Gestor de base de datos relacional de Microsoft.	


**Tabla 23.** KepserverEX

N°01		Nombre: KepserverEX	
			
<b>Versión:</b>	1.100.3	<b>Descripción:</b>	Software de comunicación industrial para conectar dispositivos y sistema HMI


**Tabla 24.** Operation Control Manager

N°01		Nombre: Operation Control Manager	
			
<b>Versión:</b>	1.100.3	<b>Descripción:</b>	Sistema de supervisión y control industrial.


**Tabla 25. AVEVA InTouch HMI R2 2023**

N°01		Nombre: AVEVA InTouch HMI R2 2023	
			
<b>Versión:</b> 2023 R2	<b>Descripción:</b> Software para supervisión industrial HMI (Humane Machine Interface)		


**Tabla 26. AVEVA Windows Maker**

N°01		Nombre: AVEVA Windows Maker	
			
<b>Versión:</b> 2023 R2	<b>Descripción:</b> Herramienta de diseño para interfaces HMI/SCADA.		

**Tabla 27. AVEVA Windows View**

N°01		Nombre: AVEVA Windows View	
			
<b>Versión:</b> 2023 R2	<b>Descripción:</b> Entorno de ejecución de proyectos HDMI/SCADA.		

**Tabla 28. Trello**

N°01		Nombre: Trello	
			
<b>Versión:</b> Gratuito	<b>Descripción:</b> Herramienta que permite administrar las etapas del proyecto.		

### **5.3.SEGUIMIENTO DE LA METODOLOGÍA DE DESARROLLO**

#### **5.3.1. Definición de Roles del Equipo**

La metodología Kanban seleccionada para el proceso de seguimiento de desarrollo no tiene definidos los roles de equipo de manera explícita, por lo que el equipo de desarrollo

optó por definir roles en base a las funciones claves que gestionan el flujo de trabajo y el cumplimiento de tareas para coordinar las actividades de la aplicación HMI y garantizar que cada responsabilidad queda clara desde el inicio.

**Tabla 29.** Manager del Equipo

<b>Rol</b>	<b>Manager del Equipo</b>
<b>Nombre</b>	Luis René Quisaguano
<b>Categoría profesional</b>	Personal Profesional
<b>Responsabilidad</b>	Garantiza que las tareas se finalicen dentro de los plazos estipulados y que cada funcionalidad se implemente según lo pactado.
<b>Información de contacto</b>	luis.quisaguano1@utc.edu.ec

**Tabla 30.** Desarrollador Frontend

<b>Rol</b>	<b>Desarrollador</b>
<b>Nombre</b>	Deisy Diaz
<b>Categoría profesional</b>	Personal Profesional en formación
<b>Responsabilidad</b>	Análisis de información, diseño, programación y testing de funcionalidades.
<b>Información de contacto</b>	deisy.diaz9810@utc.edu.ec

**Tabla 31.** Desarrollador Backend

<b>Rol</b>	<b>Manager del Esquipo</b>
<b>Nombre</b>	Kevin Chugchilan
<b>Categoría profesional</b>	Personal Profesional en formación

<b>Responsabilidad</b>	Análisis de información, diseño, programación y testing de funcionalidades.
<b>Información de contacto</b>	kevin.chugchilan3798@utc.edu.ec

### 5.3.2. Historias de Usuario

Se definió las historias de usuario (32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45) a partir de la realidad operativa en el cuarto de medidores de la Universidad Técnica de Cotopaxi garantizando que cada función de la aplicación HMI queden de acuerdo a las necesidades de los interesados en el proyecto.

Esta estructura es crucial para que el equipo de desarrollo pueda ordenar las tareas en base a su prioridad y dificultad, lo que facilita y agiliza la creación de un producto relevante y efectivo.

**Tabla 32.** Historia de Usuario No. HU01

Historia de usuario N°:	HU01	Criterios de aceptación:
Yo como:	Administrador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El panel debe tener un tiempo de respuesta de <math>\leq 3</math> segundos al acceder al dashboard.</li> <li>• Actualizarse en tiempo real (cada 60 segundos)</li> <li>• Los datos se cargan de manera automática.</li> </ul>
Quiero:	Un panel de control tipo dashboard que muestre parámetros energéticos en tiempo real.	
Para:	Visualizar de manera inmediata el estado de la red eléctrica.	
Definición de echo (DoD):	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todas las medidas se actualizan automáticamente sin necesidad de refrescar el panel.</li> <li>• El panel muestra valores de Voltajes, Potencias, Energías, Corrientes y la frecuencia energética.</li> </ul>	

**Tabla 33.** Historia de Usuario No. HU02

Historia de usuario Nº:	HU02	Criterios de aceptación:
Yo como:	Administrador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los módulos deben estar separados en diferentes pestañas por categoría.</li> <li>• Debe permitir filtrar por rangos.</li> <li>• Cada módulo debe mostrar gráficos históricos.</li> </ul>
Quiero:	Módulos por categoría de corriente, energía, potencia, voltaje, con gráficas de datos y consultas históricas por rango de tiempo.	
Para:	Identificar patrones energéticos y optimizar la eficiencia energética.	
Definición de echo (DoD):	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se muestra un menú lateral con las pestañas disponibles para su fácil acceso.</li> <li>• Cada módulo tiene la opción de filtrar datos históricos por rangos de tiempo.</li> <li>• Los gráficos se cargan correctamente al aplicar filtros por rango de tiempo.</li> </ul>	

**Tabla 34.** Historia de Usuario No. HU03

Historia de usuario Nº:	HU03	Criterios de aceptación:
Yo como:	Administrador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El filtro debe estar disponible y de fácil visualización.</li> <li>• Debe permitir filtrar por rangos mediante botones rápidos.</li> </ul>
Quiero:	Graficar los datos históricos filtrados por los últimos 15 minutos, 1 hora, 12 horas, 24 horas, 1 mes, 6 meses y 1 año.	

Para:	Analizar tendencias energéticas en un rango de tiempo predefinido.	
Definición de echo (DoD):	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se muestra un tablero con los resultados de los datos filtrados por rango de tiempo.</li> <li>• Existen botones de filtrado rápido con los rangos de tiempo ya predefinidos.</li> <li>• Al filtrar por un rango nuevo el tablero se actualizará automáticamente con los nuevos datos.</li> </ul>	

**Tabla 35.** Historia de Usuario No. HU04

Historia de usuario N°:	HU04	Criterios de aceptación:
Yo como:	Administrador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe garantizar un registro continuo y sin pérdidas.</li> <li>• La base de datos debe estar normalizada y estructurada</li> <li>• La base de datos debe permitir hacer un ingreso de datos ilimitado.</li> </ul>
Quiero:	Que se almacenen datos de los medidores inteligentes en una base de datos estructurada de forma continua e ilimitada.	
Para:	Garantizar un registro de datos históricos precisos para análisis posteriores.	
Definición de echo (DoD):	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un archivo .exe ejecuta la extracción de datos mediante la API de los medidores y los registra en la base de datos.</li> <li>• Cada dato se registra con la variable de tiempo timestamp.</li> <li>• El proceso se repite automáticamente después de 60 segundos.</li> </ul>	

**Tabla 36.** Historia de Usuario No. HU05

Historia de usuario Nº:	HU05	Criterios de aceptación:
Yo como:	Administrador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe permitir generar respaldos de datos sin pérdida de integridad.</li> <li>• El nombre del respaldo generado debe contener la fecha en que creó.</li> <li>• El sistema debe permitir una restauración de datos sin errores.</li> </ul>
Quiero:	Realizar respaldos de la base de datos de manera manual.	
Para:	Proteger datos de importancia crucial ante posibles fallos o pérdidas.	
Definición de echo (DoD):	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El usuario tiene la posibilidad de realizar un respaldo de la base de datos en formato .back.</li> <li>• El sistema realiza la copia de seguridad en una ubicación predeterminada de SQL Server.</li> </ul>	

**Tabla 37.** Historia de Usuario No. HU06

Historia de usuario Nº:	HU06	Criterios de aceptación:
Yo como:	Administrador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe permitir elegir la extensión del archivo en CSV.</li> <li>• El archivo debe exportarse sin pérdida de datos.</li> </ul>
Quiero:	Exportar datos de un parámetro eléctrico determinado en formato CSV.	

Para:	Analizar datos históricos con otras herramientas de manera externa.	
Definición de echo (DoD):	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El sistema tiene un botón de fácil visualización que permite exportar lo datos en formato CVS.</li> <li>• El sistema permite guardar en la ubicación y nombre del archivo predefinido.</li> </ul>	

**Tabla 38.** Historia de Usuario No. HU07

Historia de usuario N°:	HU07	Criterios de aceptación:
Yo como:	Administrador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada dato debe tener un medidor de origen.</li> <li>• Los datos deben tener su fecha y hora de ingreso.</li> <li>• Los datos deben ser fáciles de consultar desde SQL server.</li> </ul>
Quiero:	Que cada dato ingresado cuente con variables de tiempo como fecha y hora, dispositivo de origen, nombre de la variable, unidad y valor.	
Para:	Garantizar la trazabilidad de los datos en cada ingreso.	
Definición de echo (DoD):	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los campos consultados en la base de datos están completos y con su estructura correcta.</li> <li>• No hay datos que estén incompletos o con inconsistencias.</li> </ul>	

**Tabla 39.** Historia de Usuario No. HU08

Historia de usuario Nº:	HU08	Criterios de aceptación:
Yo como:	Administrador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe bloquear el ingreso a usuarios sin credenciales.</li> <li>• Debe permitir el acceso a los módulos que correspondan al rol de usuario.</li> <li>• El sistema debe registrar los intentos de ingreso fallidos.</li> </ul>
Quiero:	Un método de autenticación que permita el acceso a usuarios con credenciales válidas.	
Para:	Proteger el sistema a usuarios no autorizados	
Definición de echo (DoD):	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El usuario accede solo cuando sus credenciales son válidas.</li> <li>• Los intentos con credenciales incorrectos son bloqueadas y registrados.</li> </ul>	

**Tabla 40.** Historia de Usuario No. HU09

Historia de usuario Nº:	HU09	Criterios de aceptación:
Yo como:	Administrador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El administrador debe tener control total del sistema</li> <li>• El operador debe tener solo acceso a la</li> </ul>
Quiero:	Asignar roles que sean diferentes (administrador y operador).	

Para:	Controlar las funcionalidades que cada uno puede utilizar: administrador (total) y operador (visualización)	visualización y monitoreo del sistema <ul style="list-style-type: none"> <li>• El sistema debe aplicar los permisos de manera correcta según el rol.</li> </ul>
Definición de echo (DoD):	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Según el rol el sistema muestra las funciones correspondientes.</li> <li>• El rol operador no tendrá disponibles todas las funciones.</li> </ul>	

**Tabla 41.** Historia de Usuario No. HU10

Historia de usuario N°:	HU10	Criterios de aceptación:
Yo como:	Administrador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El sistema debe tener una documentación técnica y guías de mantenimiento.</li> <li>• La estructura del sistema debe ser entendible por terceros.</li> </ul>
Quiero:	Documentación clara y bien estructurada del código.	
Para:	Facilitar el proceso de mantenimiento o actualización futuro.	
Definición de echo (DoD):	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La guía del mantenimiento del sistema está organizada y completa.</li> <li>• Se muestra archivos y documentación técnica del funcionamiento del sistema.</li> </ul>	

**Tabla 42.** Historia de Usuario No. HU11

Historia de usuario N°:	HU11	Criterios de aceptación:
Yo como:	Administrador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las funciones CRUD deben ser de fácil acceso en el sistema.</li> <li>• Los datos deben obtenerse sin una compleja intervención técnica.</li> </ul>
Quiero:	Que el diseño permita una interacción con la base de datos y la visualización de su contenido.	
Para:	Agilizar y facilitar las consultas de información a la base de datos.	
Definición de echo (DoD):	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se accede a operaciones CRUD de manera fácil e intuitiva.</li> <li>• Las operaciones no afectan a la integridad de datos del sistema.</li> </ul>	

**Tabla 43.** Historia de Usuario No. HU12

Historia de usuario N°:	HU12	Criterios de aceptación:
Yo como:	Operador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe tener solo acceso a la visualización de datos y gráficos.</li> <li>• El panel debe mostrar los datos en tiempo real.</li> </ul>
Quiero:	Acceder al panel principal y visualizar las variables eléctricas en tiempo real.	
Para:	Monitorear el funcionamiento y comportamiento del sistema.	

Definición de echo (DoD):	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El operador ingresa y el panel muestra los valores de Voltajes, Potencias, Energías, Corrientes y la frecuencia energética.</li> <li>• No se permite editar ni configurar parámetros debido al rol de operador.</li> <li>• El panel se actualiza sin intervención del operador.</li> </ul>
---------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Tabla 44.** Historia de Usuario No. HU13

Historia de usuario N°:	HU13	Criterios de aceptación:
Yo como:	Operador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El operador debe acceder a las gráficas por categorías.</li> <li>• Debe tener la posibilidad de filtrar por rango de tiempo.</li> <li>• Debe tener restringido la opción de exportar o editar datos.</li> </ul>
Quiero:	Visualizar gráficos históricos ordenados por categoría (Voltajes, Potencias, Energías, Corrientes)	
Para:	Monitorear y analizar los patrones de comportamiento eléctrico del sistema.	
Definición de echo (DoD):	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se cargan las gráficas por categoría de forma clara y sin errores.</li> <li>• Los rangos de tiempos son accesibles mediante botones.</li> </ul>	

**Tabla 45.** Historia de Usuario No. HU14

Historia de usuario N°:	HU14	Criterios de aceptación:
Yo como:	Operador	

Quiero:	Ver la unidad y el nombre de cada variable que se está monitoreando.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada variable debe mostrar su nombre, valor y unidad.</li> <li>• Los datos visualizados deben ser claros tanto en el panel como en el gráfico.</li> </ul>
	Para:	
Definición de echo (DoD):	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El panel muestra todas las variables acompañadas de sus unidades de medida.</li> <li>• La interfaz muestra nomenclatura consistente.</li> </ul>	

### 5.3.3. Product Backlog del Proyecto

Después de recopilar las historias de usuario que deben ser implementadas en el desarrollo del sistema procedemos a resumirlas en el Product Backlog (Tabla 46) la cual está compuesta por 16 historias de usuario. El desarrollador analiza cada historia de usuario y asigna puntos según la escala de Fibonacci en base al esfuerzo y complejidad de cada tarea.

**Tabla 46.** Product Backlog

ID	Historia de Usuario	Prioridad	Estado	Estimación
<b>HU01</b>	Yo como Administrador quiero un panel de control tipo dashboard que muestre parámetros energéticos en tiempo real	Alta	Pendiente	8 puntos
<b>HU02</b>	Yo como Administrador quiero módulos por categoría de corriente, energía, potencia, voltaje, con gráficas	Alta	Pendiente	5 puntos

	de datos y consultas históricas por rango de tiempo.			
<b>HU03</b>	Yo como Administrador quiero graficar los datos históricos filtrados por los últimos 15 minutos, 1 hora, 12 horas, 24 horas, 1 mes y 3 meses.	Alta	Pendiente	5 puntos
<b>HU04</b>	Yo como Administrador quiero que se almacenen datos de los medidores inteligentes en una base de datos estructurada de forma continua e ilimitada	Alta	Pendiente	5 puntos
<b>HU05</b>	Yo como Administrador quiero realizar respaldos de la base de datos de manera manual o automática.	Media	Pendiente	3 puntos
<b>HU06</b>	Yo como Administrador quiero exportar datos de un parámetro eléctrico determinado en formato CSV.	Media	Pendiente	3 puntos
<b>HU07</b>	Yo como Administrador quiero que cada dato ingresado cuente con variables de tiempo como fecha y hora, dispositivo de origen, nombre de la variable, unidad y valor.	Baja	Pendiente	2 puntos

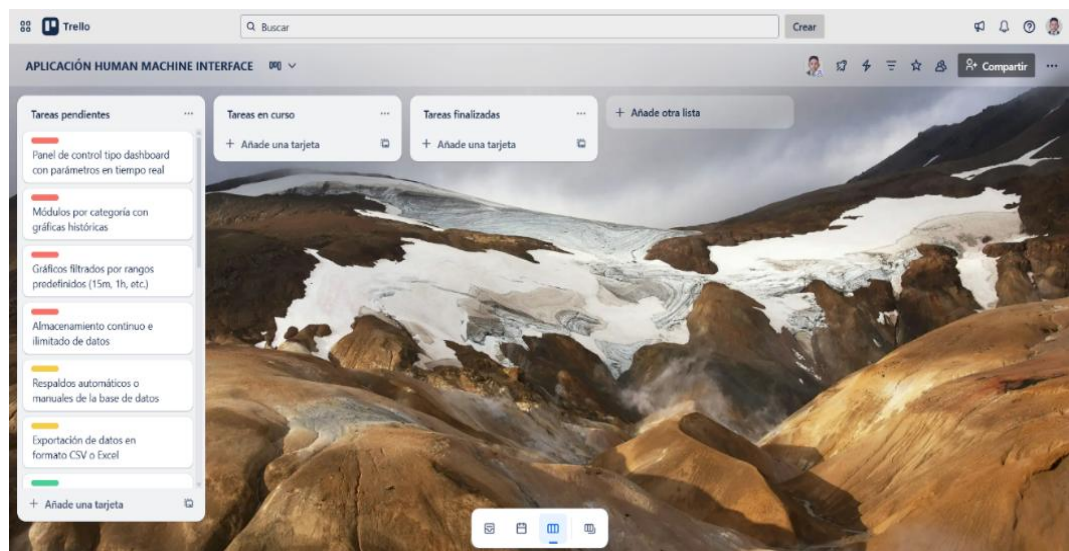
<b>HU08</b>	Yo como Administrador quiero un método de autenticación que permita el acceso a usuarios con credenciales válidas.	Alta	Pendiente	3 puntos
<b>HU09</b>	Yo como Administrador quiero asignar roles que sean diferentes (administrador y operador).	Alta	Pendiente	2 puntos
<b>HU10</b>	Yo como Administrador quiero documentación clara y bien estructurada del código.	Baja	Pendiente	2 puntos
<b>HU11</b>	Yo como Administrador quiero que el diseño permita una interacción con la base de datos y la visualización de su contenido.	Baja	Pendiente	5 puntos
<b>HU12</b>	Yo como Operador quiero acceder al panel principal y visualizar las variables eléctricas en tiempo real.	Media	Pendiente	2 puntos
<b>HU13</b>	Yo como Operador quiero visualizar gráficos históricos ordenados por categoría (Voltajes, Potencias, Energías, Corrientes)	Media	Pendiente	2 puntos
<b>HU14</b>	Yo como Operador quiero ver la unidad y el nombre de cada variable que se está monitoreando.	Baja	Pendiente	2 puntos

### 5.3.4. Implementación de Funcionalidades

La metodología Kanban se destaca por su agilidad en la planificación del trabajo, por ello únicamente se propone las fases de tareas pendientes, en curso y finalizadas. A continuación, se presenta la forma en cómo se evoluciono en el desarrollo del sistema HMI.

#### 5.3.4.1. Tablero Kanban Inicial

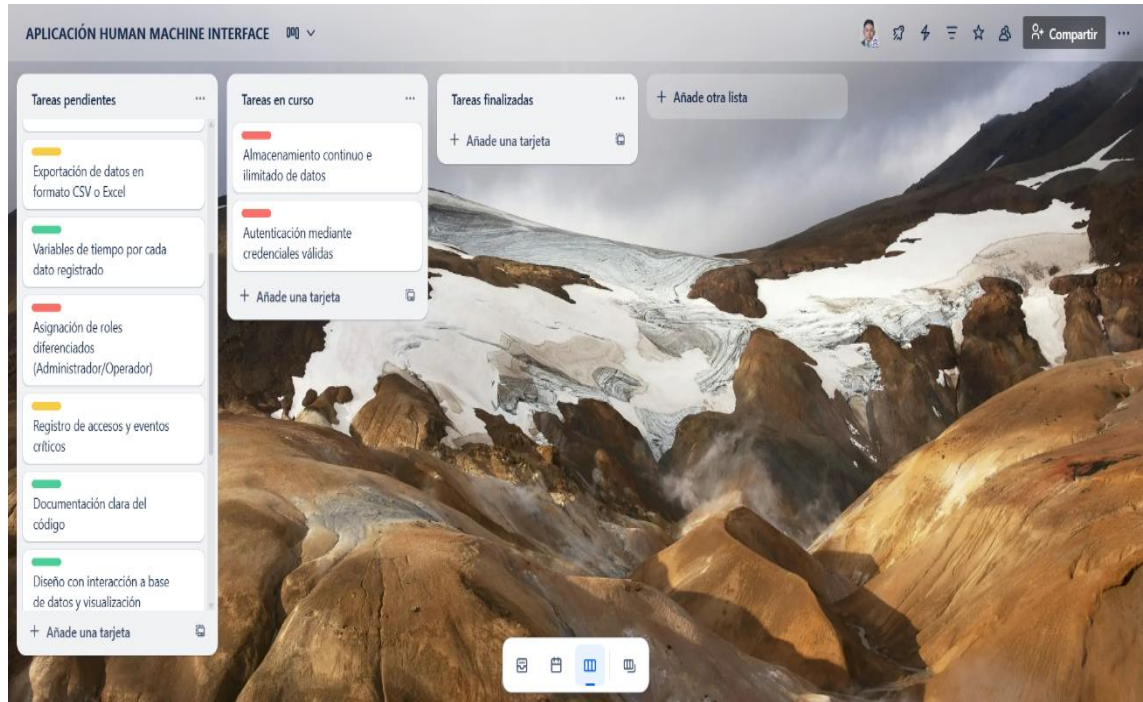
De acuerdo con los principios de Kanban, lo primero que hacemos es colocar todas las tareas pendientes del proyecto en la columna “Tareas pendientes”. Para facilitar el seguimiento, decidimos gestionar las tareas con la aplicación Trello. En la siguiente imagen aparece como quedo el tablero en su primera versión.



**Figura 13.** Tablero Kanban inicial

### 5.3.4.2.Resultado del tablero Kanban inicial

En el tablero Kanban propuesto para las tareas a realizar en el desarrollo del sistema comenzamos con las tareas de prioridad alta, en esta metodología se permite realizar hasta 2 tareas a la vez.



**Figura 14.** Tablero Kanban del primer mes de desarrollo

### 5.3.4.3.Resultado del primer mes de desarrollo

En el primer mes de desarrollo hemos completado las tareas que se encontraban en proceso. Para ello se asignaron 4 tareas las cuales fueron divididas en 1 tarea por semana, para las semanas 1 y 2 hemos creado la base de datos donde almacenamos los parámetros eléctricos que serán extraídos desde la nube de los medidores inteligentes EKM mediante una API que fue realizada en Python.

```

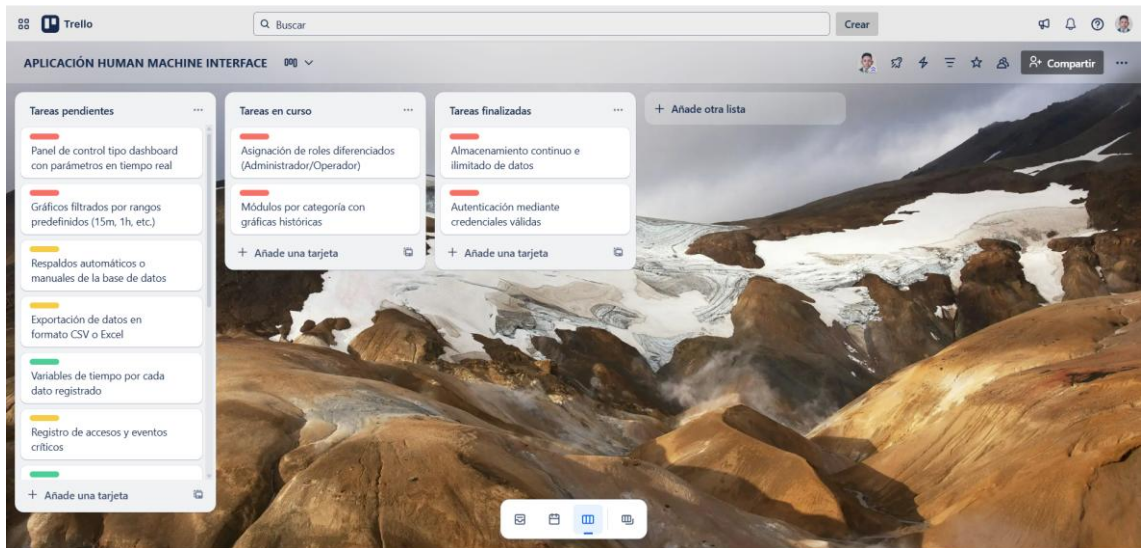
MedidoresEKM.sql...0FG\Kevin CH (54))* X SQLQuery2.sql - not connected SQLQu
1 CREATE DATABASE MedidoresEKM_HMI;
2 USE MedidoresEKM_HMI;
3
4 -- Tabla 1: Medidores
5 CREATE TABLE Medidor (
6     IdMedidor VARCHAR(20) PRIMARY KEY,
7     Modelo VARCHAR(10),
8     Firmware VARCHAR(10),
9     CT_Ratio INT,
10    CF_Ratio INT
11 );
12
13 -- Insertar los 3 medidores en la tabla Medidor
14 INSERT INTO Medidor (IdMedidor, Modelo, Firmware, CT_Ratio, CF_Ratio)
15 VALUES
16 ('300012733', '2410', '23', 400, 1),
17 ('350005993', '2410', '1f', 400, 1),
18 ('350006009', '2410', '1f', 800, 200);
19
20 -- Tabla 2: Lecturas
21 CREATE TABLE LecturaMedidor (
22     IdLectura INT IDENTITY(1,1) PRIMARY KEY,
23     FKIdMedidor VARCHAR(20),
24     FechaLectura DATETIME,
25     Time_Stamp_UTC_ms BIGINT,
26
27     kWh_Tot FLOAT,
28     kWh_Tariff_1 FLOAT,
29     kWh_Tariff_2 FLOAT,
30     Rev_kWh_Tot FLOAT,
31     Rev_kWh_Tariff_1 FLOAT,
32     RMS_Volts_Ln_1 FLOAT,
33     RMS_Volts_Ln_2 FLOAT,
34     RMS_Volts_Ln_3 FLOAT,
35     Amps_Ln_1 FLOAT,
36     Amps_Ln_2 FLOAT,
37     Amps_Ln_3 FLOAT,
38     Power_Factor_Ln_1 INT,
39     Power_Factor_Ln_2 INT,
40     Power_Factor_Ln_3 INT,
41     Cos_Theta_Ln_1 VARCHAR(10),
42     Cos_Theta_Ln_2 VARCHAR(10),
43     Cos_Theta_Ln_3 VARCHAR(10),
44     RMS_Watts_Ln_1 INT,
45     RMS_Watts_Ln_2 INT,
46     RMS_Watts_Ln_3 INT

```

**Figura 15.** Estructura de la base de datos SQL Server

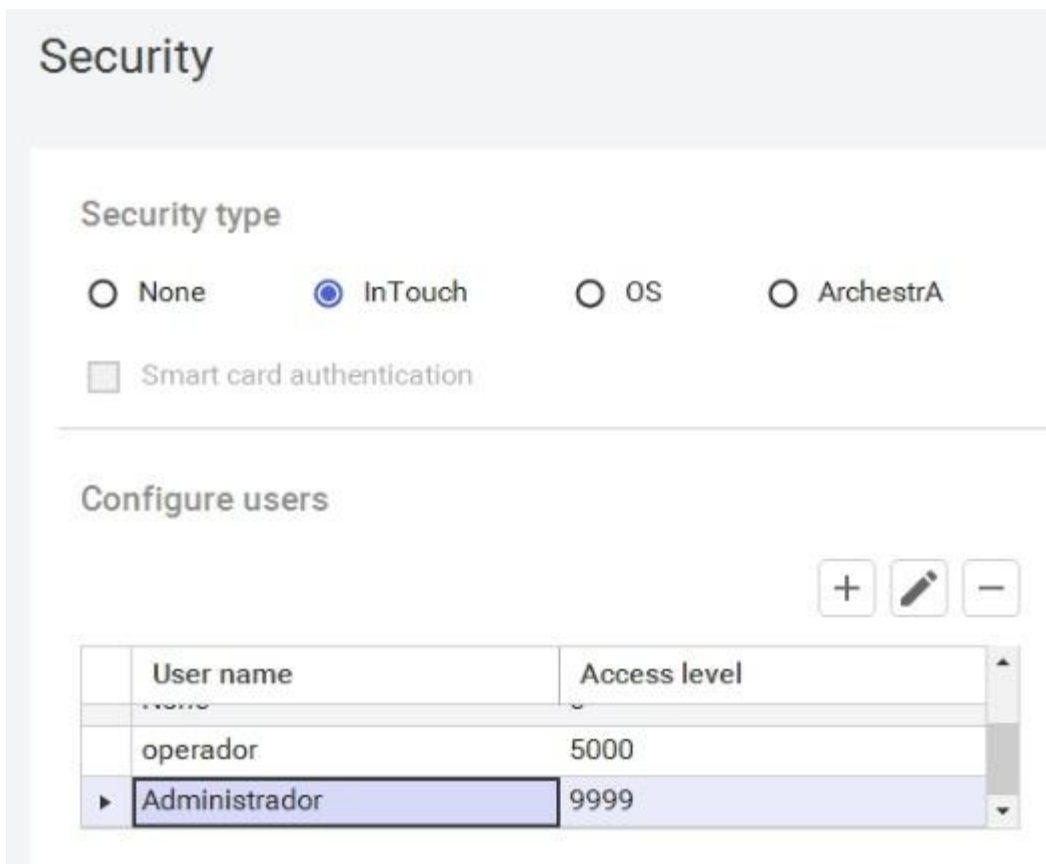
```
MedidoresEKM.sql...0FG\Kevin CH (54))* X SQLQuery2.sql - not connected SQLQuery1.sql -
43 Cos_Theta_Ln_3 VARCHAR(10),
44 RMS_Watts_Ln_1 INT,
45 RMS_Watts_Ln_2 INT,
46 RMS_Watts_Ln_3 INT,
47 RMS_Watts_Tot INT,
48 RMS_Watts_Max_Demand FLOAT,
49 Max_Demand_Period INT,
50 Max_Demand_Rst INT,
51 Pulse_Cnt_1 INT,
52 Pulse_Cnt_2 INT,
53 Pulse_Cnt_3 INT,
54 Pulse_Ratio_1 INT,
55 Pulse_Ratio_2 INT,
56 Pulse_Ratio_3 INT,
57 Reactive_Energy_Tot FLOAT,
58 kWh_Rst FLOAT,
59 Rev_kWh_Rst FLOAT,
60 kWh_Scale INT,
61 Reactive_Pwr_Ln_1 INT,
62 Reactive_Pwr_Ln_2 INT,
63 Reactive_Pwr_Ln_3 INT,
64 Reactive_Pwr_Tot INT,
65 Line_Freq FLOAT,
66 State_Watts_Dir INT,
67 State_Out INT,
68 kWh_Ln_1 FLOAT,
69 kWh_Ln_2 FLOAT,
70 kWh_Ln_3 FLOAT,
71 Rev_kWh_Ln_1 FLOAT,
72 Rev_kWh_Ln_2 FLOAT,
73 Rev_kWh_Ln_3 FLOAT,
74 Net_Calc_Watts_Ln_1 INT,
75 Net_Calc_Watts_Ln_2 INT,
76 Net_Calc_Watts_Ln_3 INT,
77 Net_Calc_Watts_Tot INT,
78 Meter_Status_Code_A VARCHAR(5),
79 Meter_Status_Code_B VARCHAR(5),
80 Meter_Status_Code_C VARCHAR(5),
81
82 -- Clave foránea
83 FOREIGN KEY (FKIdMedidor) REFERENCES Medidor(IdMedidor)
84     ON DELETE CASCADE
85     ON UPDATE CASCADE
86 );
```

Tras completar las primeras tareas programadas en el plazo de 2 semanas el tablero Kanban se establece de la siguiente manera:



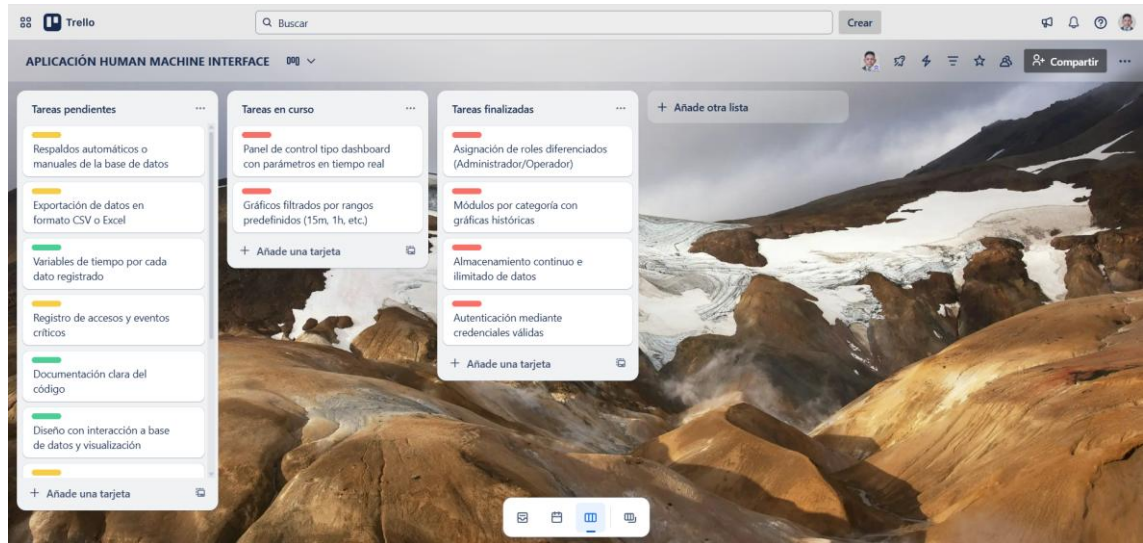
**Figura 16.** Tablero Kanban de la semana 1 y 2

Para las semanas 3 y 4 se procede a la creación y asignación de roles y permisos dentro de la aplicación AVEVA Intouch R2 2023 en la sección Security, de esta manera obtenemos una interfaz que controla el acceso y brinda seguridad al sistema.



**Figura 17.** Interfaz de creación y asignación de roles

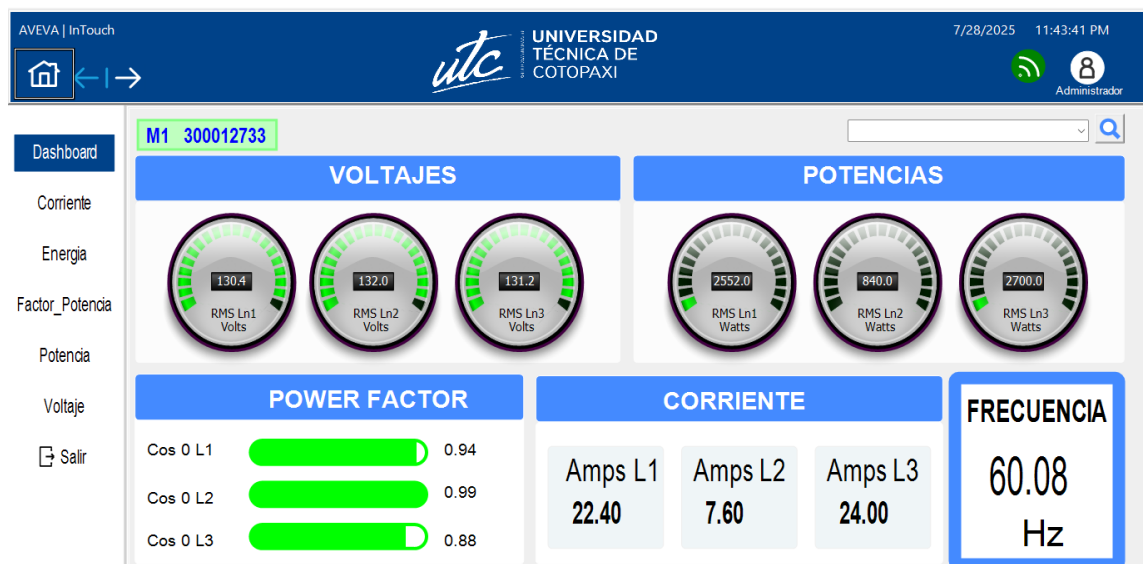
En el primer mes de desarrollo se logró completar con éxito las tareas con prioridad alta, como resultado el tablero Kanban se encuentra de la siguiente manera.



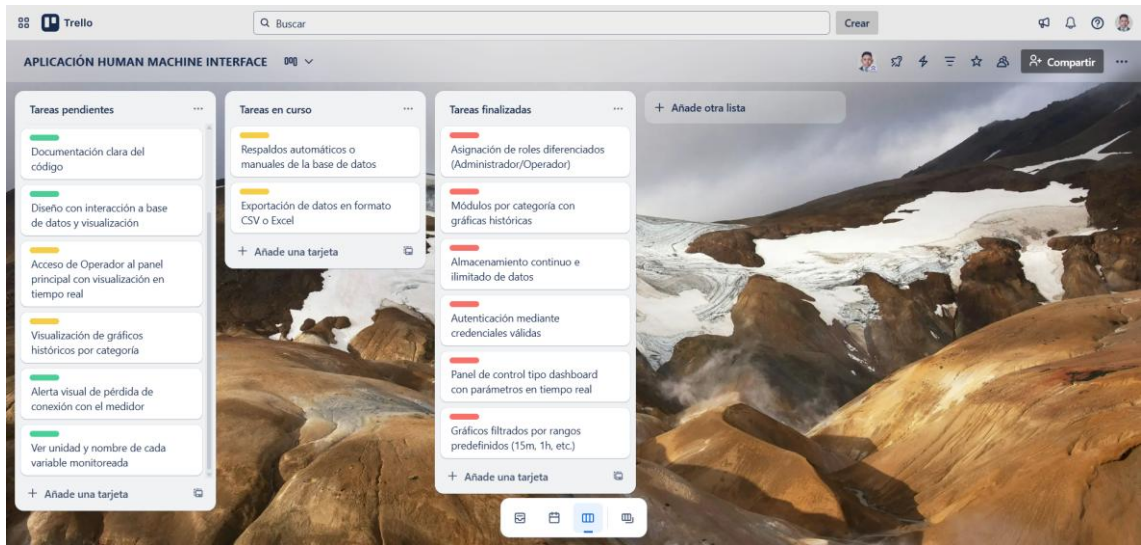
**Figura 18.** Tablero Kanban de la semana 3 y 4

#### 5.3.4.4. Resultado del segundo mes de desarrollo

En el segundo mes de desarrollo se asignaron las 2 últimas tareas que tienen prioridad alta, como resultado de esto tenemos una vista general tipo dashboard que muestra parámetros eléctricos, los mismos que se pueden filtrar por módulos y por rangos de tiempo definidos.



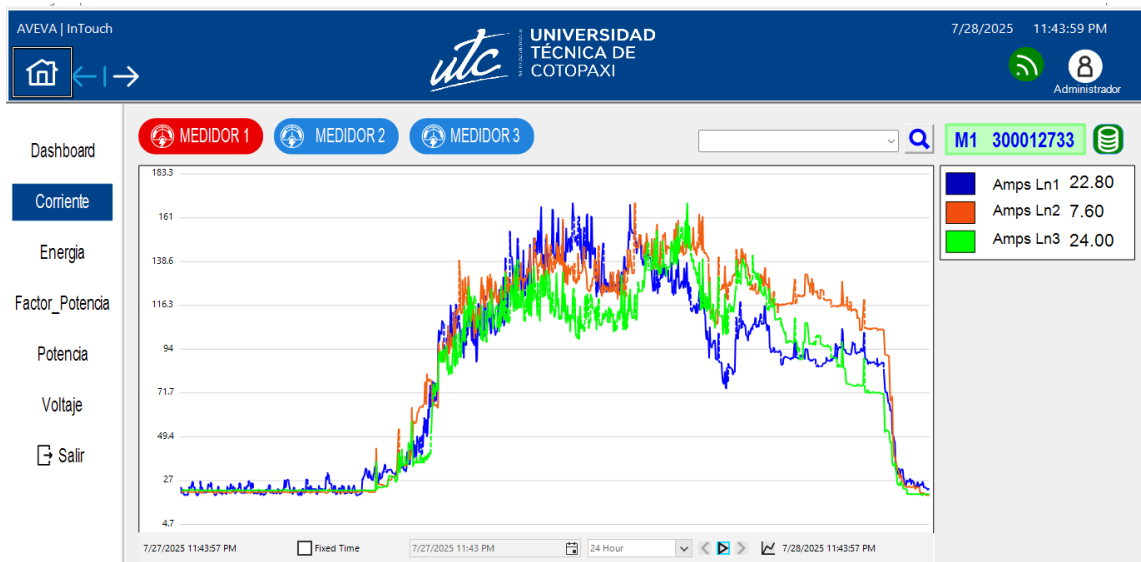
**Figura 19.** Interfaz de visualización del Dashboard



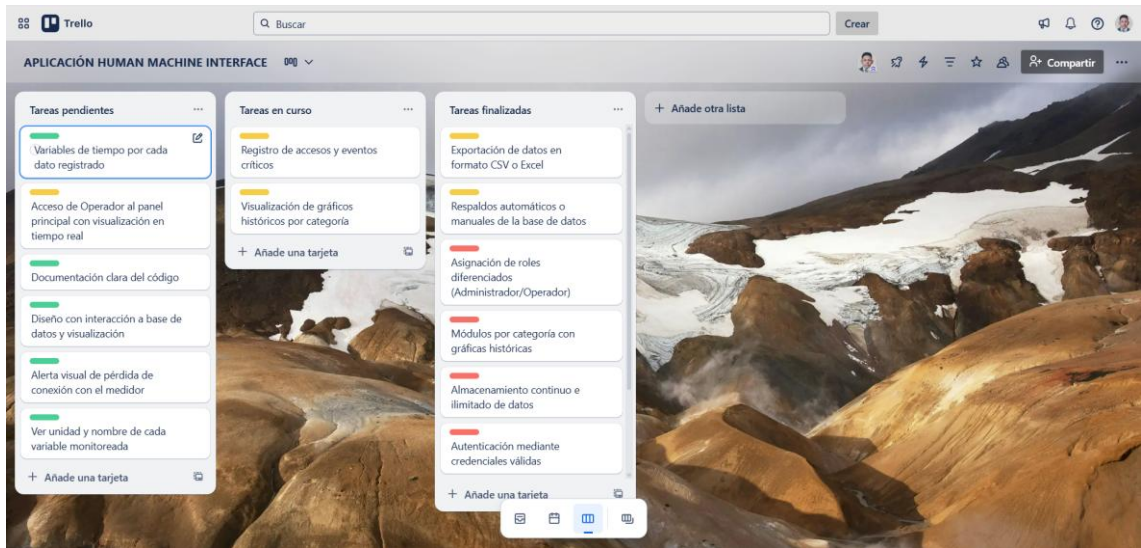
**Figura 20.** Tablero Kanban segundo mes

### 5.3.4.5. Resultado del tercer mes de desarrollo

El tercer mes se culminaron con éxito 4 tareas con prioridad Media, estas fueron divididas por semanas. En la semana 9 y 10 se programó los respaldos automáticos de la base de datos en formato .back y se implementó la opción de exportación de datos en formato CSV o Excel.



**Figura 21.** Interfaz con opción a exportación de datos



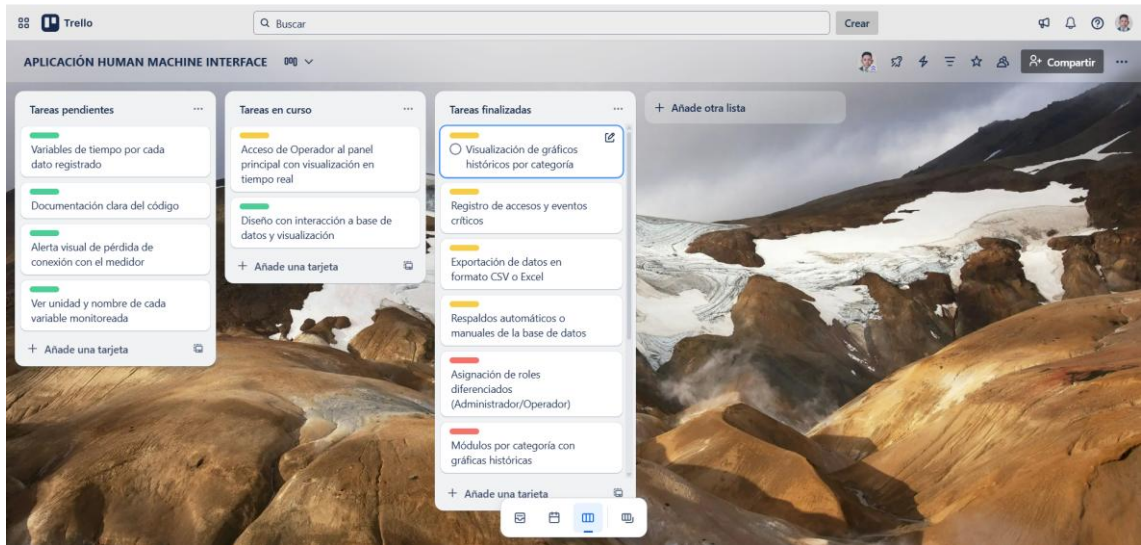
**Figura 22.** Tablero Kanban de la semana 9 y 10

En las semanas 11 y 12 se implementó el control de accesos y eventos que se registrará en el Historical logging de AVEVA Intouch R2 2023. También se agregó al sistema la función de visualización de gráficos históricos por categoría que nos sirve para agrupar y consultar datos en una interfaz intuitiva.

Fecha_Amps	Hora_Amps	Amps_Ln_1	Amps_Ln_2	Amps_Ln_3
28/07/2025	23:29:47	25.2	8.4	24
28/07/2025	23:31:02	24.8	8.4	24
28/07/2025	23:32:18	26.4	8.4	23.6
28/07/2025	23:33:34	25.6	8.4	24
28/07/2025	23:34:50	23.6	8.4	24
28/07/2025	23:36:06	23.6	8	24
28/07/2025	23:37:22	23.6	8	24
28/07/2025	23:38:38	23.6	8	24
28/07/2025	23:39:54	23.2	8	24

**Figura 23.** Interfaz de visualización de datos históricos

Con la finalización del tercer mes de desarrollo se han realizado con éxito 10 tareas lo cual nos deja con el siguiente tablero Kanban:



**Figura 24.** Tablero Kanban de las semanas 11 y 12

#### **5.3.4.6. Resultado del cuarto mes de desarrollo**

El cuarto mes de desarrollo se completaron las 6 tareas restantes, con ello quedo listo el sistema HMI desarrollado con AVEVA Intouch R2 2023 totalmente operativo y se consolidó la arquitectura completa del sistema.

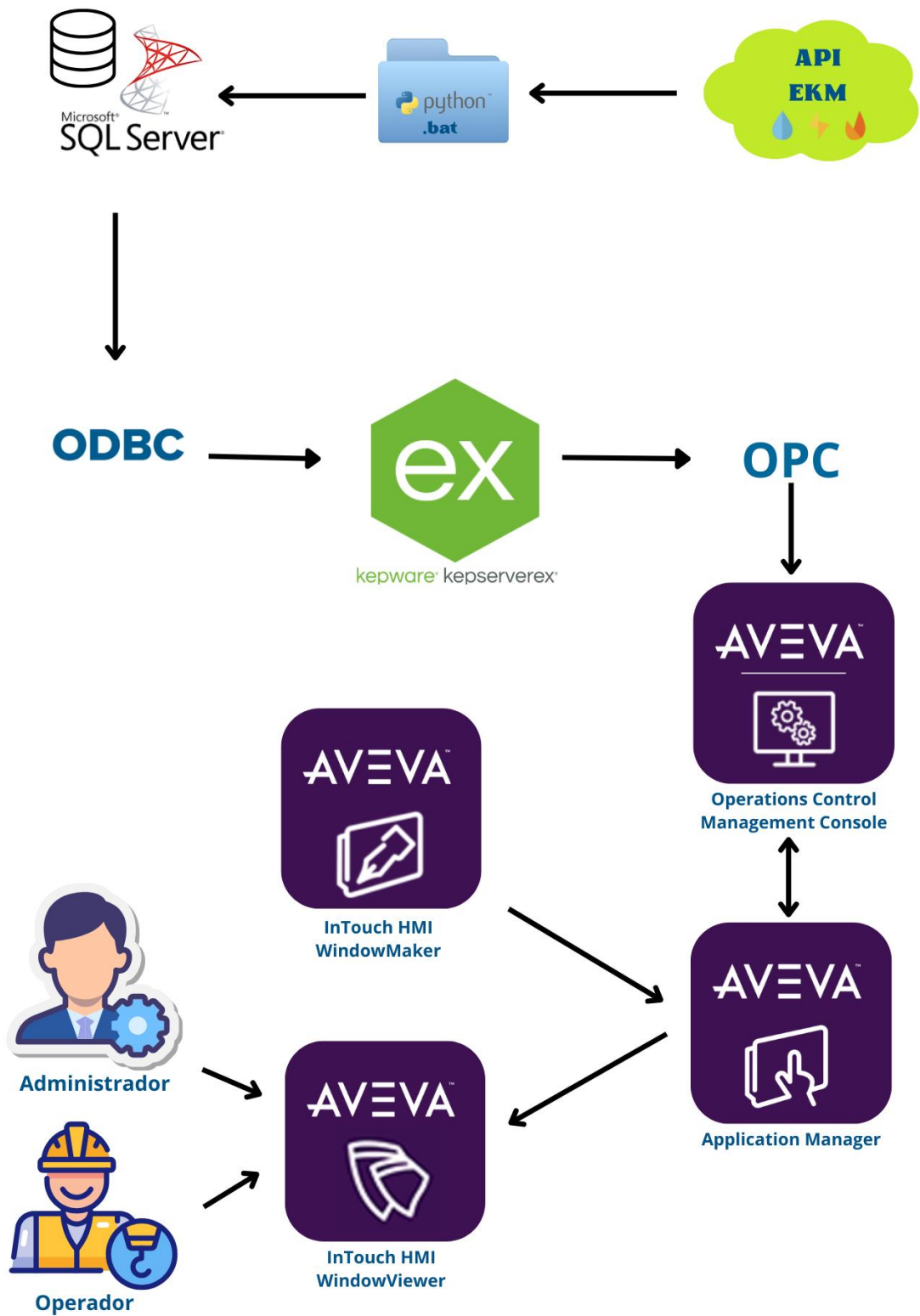
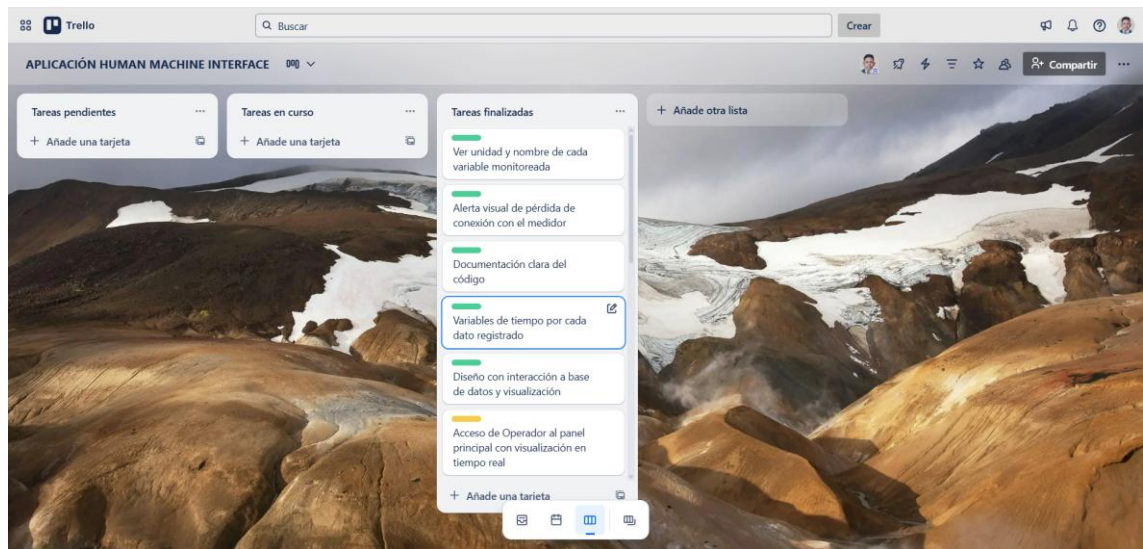


Figura 25. Arquitectura del sistema

En la siguiente imagen se muestra el tablero Kanban con todas las tarjetas en la columna “Tareas Finalizadas”, dejando claro que ya no queda ninguna tarea pendiente.






**Figura 26.** Tablero Kanban finalizado

#### 5.4. CRITERIO DE SELECCIÓN DEL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN

Para el script de adquisición que vincula API del medidor inteligente EKM con SQL Server se optó por Python porque ofrece una opción más ágil para extraer y almacenar parámetros eléctricos de manera flexible.

**Tabla 47.** Comparación de lenguajes de programación

Nombre	Descripción	Ventajas	Desventajas
	Orientado a objetos, multiplataforma	JDBC estable, corporativo	Más lento al iniciar, configuración compleja.
	Entorno asíncrono para APIs	Buen manejo de peticiones HTTP	Runtime extra, menos madurez en drivers SQL Server

	Lenguaje de alto nivel, amplio soporte de librerías	Librerías listas (requests, pyodbc, pandas), curva de aprendizaje suave	Interpretado (ligeramente más lento), pero insignificante para este flujo
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------

### 5.5. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LA METODOLOGÍA (RUP, SCRUM, KANBAN)

Para el desarrollo del sistema HMI elegimos Kanban porque brinda un tablero sencillo donde cada tarjeta es una tarea que avanza cuando esta lista. Así vimos que faltaba y pudimos ajustar prioridades sobre la marcha, sin largas reuniones. Fue la forma más natural de mantener un ritmo constante y entregar cada mejora justo cuando la necesitábamos.

**Tabla 48.** Criterio de selección de la metodología

Nombre	Descripción
<b>Kanban</b>	Se optó por este esquema flexible de flujo continuo, ideal para plazos cortos y cambios frecuentes.
<b>Scrum</b>	Modelo iterativo y rápido para equipos pequeños
<b>RUP</b>	Se descartó por su estructura formal, demasiado pesado y necesita un equipo grande

### 5.6. DESPLIEGUE DEL SISTEMA

El sistema HMI se desarrolló en el entorno AVEVA Intouch HMI R2 2023, la ejecución de gráficos y lógica se realizó con Windows Maker y la ejecución quedó a cargo de Windows Viewer sobre Windows 11 Pro (64 bits) instalado en el servidor del laboratorio de energías renovables.

**Tabla 49.** Requerimiento técnico del servidor a nivel de SOFTWARE

Software	Versión Requerida	Descripción
<b>Sistema Operativo</b>	Windows 11 Pro (64 bits)	Permite compatibilidad con AVEVA InTouch y herramientas industriales.
<b>AVEVA InTouch HMI</b>	R2 2023	Entorno de desarrollo y monitoreo HMI.
<b>Python</b>	3.13.3	Backend para procesar datos e interactuar con APIs de medidores inteligentes.
<b>SQL Server</b>	20.2.1	Base de datos relacional para almacenar parámetros eléctricos.
<b>KepserverEX</b>	1.100.3	Middleware para comunicación industrial con medidores inteligentes.
<b>Operation Control Manager</b>	1.100.3	Supervisión y control industrial.

**Tabla 50.** Requerimiento técnico del servidor a nivel de HARDWARE

Componente	Especificación mínima recomendada
<b>Procesador</b>	Intel Xeon wS-3425 3.19GHz o superior
<b>Memoria RAM</b>	127 GB (mínimo 64 GB para entornos más ligeros)
<b>Almacenamiento</b>	500 GB SSD (mínimo 1 TB recomendado para historiales)
<b>Tarjeta de red</b>	Gigabit Ethernet

## 5.7. PRESUPUESTO

Para el desarrollo del sistema desde el inicio tomamos en cuenta que las licencias ya estaban adquiridas, la Universidad Técnica de Cotopaxi tenía disponible AVEVA Intouch R2 2023 y KepserverEX. A continuación, mostramos los montos directos e indirectos que permitieron con éxito la finalización del proyecto.

**Tabla 51.** Gastos directos del proyecto

Gastos directos del proyecto				
N°	Detalle	Precio	Unidades	Total
1	AVEVA InTouch HMI R2 2023 (licencia académica)	\$ 9000	1	\$ 9000
2	KepserverEX + OPC Driver Pack (licencia académica)	\$ 613	1	\$ 613
3	Servidor Dell PowerEdge T350 (Xeon wS-3425, 64 GB RAM, SSD 1 TB)	\$ 4000	1	\$ 4000
4	Medidor inteligente EKM-Omnimeter Pulse UL v.4	\$ 300	3	\$ 900
5	Laptop HP12 <sup>th</sup> Gen i5/20 GB	\$ 900	1	\$ 900
6	Laptop HP 11 <sup>th</sup> Gen i5/8 GB	\$ 800	1	\$ 800
Gastos directos de papelería				
7	Impresiones	\$ 0,15	350	\$ 52
8	Resma de papel bond	\$ 4	1	\$ 4
9	Anillados	\$ 3	2	\$ 6

<b>10</b>	CD	\$ 5	2	\$ 10
	<b>Total</b>			\$ 16.285

**Tabla 52.** Gastos indirectos del proyecto

<b>Gastos indirectos del proyecto</b>				
<b>N°</b>	<b>Detalle</b>	<b>Precio</b>	<b>Unidades</b>	<b>Total</b>
<b>1</b>	Transporte	\$ 320	1	\$ 320
<b>2</b>	Alimentación	\$ 100	1	\$ 100
<b>4</b>	Internet	\$ 25	4	\$ 100
<b>5</b>	Energía eléctrica	\$ 10	4	\$ 40
	<b>Total</b>			\$ 560

**Tabla 53.** Gastos totales del proyecto

<b>Gastos totales del proyecto</b>		
<b>N°</b>	<b>Detalle</b>	<b>Total</b>
<b>1</b>	Gastos directos	\$ 16.285
<b>2</b>	Gastos indirectos	\$ 560
<b>4</b>	Gastos directos + Gastos indirectos	\$ 100
<b>5</b>	Imprevistos (10%)	\$ 50
	<b>Total</b>	\$ 16.995

## **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1. CONCLUSIONES**

- La revisión de los fundamentos teóricos y técnicos relacionados con las interfaces HMI permitió sustentar la elección del software Aveva InTouch R2 2023 como la herramienta más adecuada para la implementación de un sistema que facilite la comunicación efectiva entre los medidores inteligentes, la base de datos y la arquitectura general del sistema de monitoreo.
- La aplicación de la metodología ágil Kanban favoreció una gestión flexible y ordenada del desarrollo, permitiendo al equipo responder eficazmente a los cambios, optimizar los recursos disponibles y cumplir con los plazos establecidos en la planificación del proyecto.
- La evaluación de la interfaz mediante la Escala de Usabilidad del Sistema (SUS) arrojó una puntuación de 79,38/100, lo que indica un nivel alto de aceptación por parte de los usuarios finales. Este resultado valida la facilidad de uso, claridad y funcionalidad de la plataforma.

### **6.2. RECOMENDACIONES**

- Desarrollar talleres de capacitación cada semestre para que docentes y estudiantes nuevos dominen el manejo del sistema, asegurando su continuidad y evitando la curva de aprendizaje en futuros desarrollos.
- Realizar una revisión teórica desde el inicio del proyecto, para tener una base conceptual sólida que defina correctamente el desarrollo del proyecto HMI facilitando la identificación de tecnologías viables y ayudando a delimitar objetivos concretos.
- Aplicar pruebas de usabilidad mediante la encuesta SUS desde las etapas tempranas del diseño del sistema, considerando los usuarios como operadores y administradores para obtener retroalimentación directa que contribuyan a mejorar la experiencia del usuario.

## 7. REFERENCIAS

- [1] P. A. M. Leventi, «Human Machine Interaction and Security in the era of modern Machine Learning,» *Human Interaction and Emerging Technologies (IHET 2023) AHFE Open Access*, vol. 70, p. 367–375, Enero 2023.
- [2] R. Janapati, U. Desai, S. A. Kulkarni y S. Tayal, *Human–Machine Interface Technology Advancements and Applications*, 1st ed., 2023, p. 330.
- [3] Rivera, A. Carrera, F. Larrinaga, G. Lasa, D. R. Unamuno y B. &. Gorka, «From Past to Present: Human–Machine Interfaces Evolve Toward Adaptivity,» *Future Perspectives on Human-Computer Interaction Research Springer Nature Link*, 2024.
- [4] D. O. Guerra Poalasin, «Desarrollo de aplicación web progresiva para la gestión de pedidos aplicada a la empresa de ropa Hoxton,» 2021.
- [5] G. &. P. L. B. Ramos Ramos, «Desarrollo e implementación de una aplicación web para la gestión de facturación a partir de software libre para la empresa Ramos y Ramos,» EPN, Quito, 2023.
- [6] W. V. G. P. J. R. T. C. A. &. D. I. T. L. A. Culque Toapanta, «Web - Mobile Application for the management of Agricultural procedures of the Decentralized Autonomous Government of the Mocha Canton,» *Revista Universidad y Sociedad*, vol. 14, n° 3, pp. 487-492, Mayo 2022.
- [7] J. J. M. Ramirez, «Desarrollo de una aplicación web que permita gestionar y administrar los escenarios adscritos a las Facultad de Ingeniería del Tecnológico de Antioquía,» Medellín, Colombia, 2020.
- [8] B. A. Sandoya García, «Sistema de monitoreo inteligente de consumo de energía eléctrica (Smart Metering) con tecnología Lora para hogares en la ciudad de Ambato,» Ambato, 2021.
- [9] EKM Metering, «EKM Omnimeter Pulse UL v.4 – Pulse Counting, Relay Controlling, Universal Smart Electric Meter, UL Listed, ANSI,» [En línea].

Available: <https://www.ekmmetering.com/es/products/ekm-omnimeter-pulse-ul-v4?srsltid=AfmBOorlRt3vUDx1PSaTqvXuUcAJga6BJAJZ51UNPjCRfnnYU-9rgyLL>. [Último acceso: 04 2025].

- [10] M. y. G. R. Valencia, «Impacto de la Tecnología de Medición entre Medidores Tradicionales e Inteligentes en el Sector urbano del cantón Esmeraldas,» *Reincisol*, vol. 3, n° 6, pp. 527-544, 2024.
- [11] Lea, «Eficiencia energética 2020,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2020/energy-efficiency-in-2019>. [Último acceso: 04 2025].
- [12] Y. A. H. V. , J. G. L. B. L. A. & G. M. , R. Barrientos Rebollar, «Monitoreo de parámetros eléctricos en baja tensión con arduino para uso eficiente de energía eléctrica,» *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 8, n° 6, pp. 8680-8695, 2025.
- [13] J. C. Cajamarca Moposa, «Aplicación de los sistemas de almacenamiento de energía en las redes eléctricas para el abastecimiento de la demanda usando flujos óptimos de potencia AC,» Quito, 2022.
- [14] P. P. S. Guascal, «Aplicación de los sistemas de almacenamiento de energía - SAE en el abastecimiento de la demanda usando flujos óptimos de potencia - DC para múltiples periodos de tiempo,» Quito, 2021.
- [15] C. X. González Tayo, «Desarrollo de un prototipo con sistema de medición de consumo eléctrico residencial mediante la aplicación de Internet de las cosas,» Ibarra, 2023.
- [16] A. R. B. Herrera, «Monitoreo de parámetros eléctricos de una instalación trifásica orientado a la corrección del factor de potencia empleando medidores inteligentes,» 2020.
- [17] M. M. A. A. M. A. y J. C. N. S. M. Álvarez Martell, «Boletín de Ciencia y Tecnología, UPIITA – IPN,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.boletin.upiita.ipn.mx/index.php/ciencia/925-cyt-numero-83/1901->

metodologia-tradicional-vs-agil-para-la-gestion-de-proyectos-de-software. [Último acceso: 4 2025].

- [18] UNIR Ecuador, «UNIR Ecuador,» 28 02 2025. [En línea]. Available: <https://ecuador.unir.net/actualidad-unir/metodologia-agile/>. [Último acceso: 4 2025].
- [19] A. L. R. Caregua , «Implementación de metodología ágil en la gestión de proyectos en una Fábrica de Software en la ciudad de Guayaquil,» Guayaquil, 2021.
- [20] T. C. Blanchar Martínez y N. E. Martínez Trujillo, «). ¿Entrevista o encuesta? Una diferencia necesaria [Interview or survey? A necessary difference],» *Revista Latina de Comunicación Social*, vol. 83, pp. 1-2, 30 04 2024.
- [21] T. Bravo Paniagua y S. Valenzuela González, «Desarrollo de instrumentos de evaluación: cuestionarios,» de *Cuadernillo técnico de evaluación educativa*, México, p. 39.
- [22] P. VanZandt, «Ideascale,» 12 05 2021. [En línea]. Available: <https://ideascale.com/es/blogs/definicion-de-kanban/>. [Último acceso: 4 2025].
- [23] J. J. Mosquera Ramirez, «Desarrollo de una aplicación web que permita gestionar y administrar los escenarios adscritos a las Facultad de Ingeniería del Tecnológico de Antioquia,» Medellín, Colombia, 2020.
- [24] A. R. Ballestas Herrera , «Monitoreo de parámetros eléctricos de una instalación trifásica orientado a la corrección del factor de potencia empleando medidores inteligentes,» Santander, 2020.

## 8. ANEXOS

### Anexo 1. Hoja de vida del Tutor

#### DATOS INFORMATIVOS TUTOR

#### DATOS PERSONALES

APELLIDOS: Quisaguano Collaguazo

NOMBRES: Luis René

ESTADO CIVIL: Soltero

CEDULA DE CIUDADANÍA: 1721895181

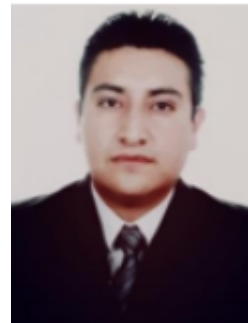
LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: Machachi, 07/02/1992

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: Calle Tiberio N° 78 y Pasaje San Roque, Machachi, Cantón Mejía, Provincia de Pichincha

TELÉFONO CONVENCIONAL: 022309164

TELÉFONO CELULAR: 0998820095

CORREO ELECTRÓNICO: renequisaguano@gmail.com



#### ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO
Tercer Nivel	Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales	Latacunga, 2016
Cuarto Nivel	Maestría en Sistemas de Información	Latacunga, 2020
Idiomas Extranjeros	Inglés B1	Latacunga, 2019

## Anexo 2. Hoja de vida de investigadores

### DATOS INFORMATIVOS ESTUDIANTE

#### DATOS PERSONALES

APELLIDOS: Chugchilan Oña

NOMBRES: Kevin Gabriel

ESTADO CIVIL: Soltero

CEDULA DE CIUDADANÍA: 0502943798

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: Latacunga, 11/01/1998

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: Saquisilí, Simón Bolívar y Pichincha

TELÉFONO CONVENCIONAL: 032721662

TELÉFONO CELULAR: 0984098543

CORREO ELECTRÓNICO: kevin.chugchilan3798@utc.edu.ec



#### ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO
Secundario	Bachiller en Ciencias	2016-07-25

## **DATOS INFORMATIVOS ESTUDIANTE**

### **DATOS PERSONALES**

APELLIDOS: Díaz Soatunce

NOMBRES: Deisy Sandy

ESTADO CIVIL: Soltera

CEDULA DE CIUDADANÍA: 0550219810

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: La Maná, 01/08/2003

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: Pujilí, Barrio Cashapamba.

TELÉFONO CONVENCIONAL: 022677053

TELÉFONO CELULAR: 0979764654

CORREO ELECTRÓNICO: deisy.diaz9810@utc.edu.ec



### **ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS**

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO
Secundario	Bachiller en Ciencias	2021-01-15

Anexo 3. Formulario de Encuesta

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**INSTRUMENTO PARA PARA EVALUAR LA USABILIDAD DE LA APLICACIÓN  
HMI, LA ESCALA DE USABILIDAD DEL SISTEMA (SYSTEM USABILITY SCALE,  
SUS).**

**Instrucciones:**

Por favor, lea cada afirmación cuidadosamente y califique en una escala del 1 al 5, donde:

- 1 Totalmente en desacuerdo
- 2 En desacuerdo
- 3 Neutral
- 4 De acuerdo
- 5 Totalmente de acuerdo

Las 10 preguntas del cuestionario SUS son las siguientes:

**1. Creo que me gustaría usar este sistema con frecuencia.**

	1	2	3	4	5	
Totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo

**2. Encontré el sistema innecesariamente complejo.**

	1	2	3	4	5	
Totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo

**3. Pensé que el sistema era fácil de usar.**

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Totalmente en desacuerdo                        Totalmente de acuerdo

**4. Creo que necesitaría el apoyo de un técnico para poder usar este sistema.**

1      2      3      4      5

Totalmente en desacuerdo                        Totalmente de acuerdo

**5. Encontré que las diversas funciones del sistema estaban bien integradas**

1      2      3      4      5

Totalmente en desacuerdo                        Totalmente de acuerdo

**6. Pensé que había demasiada inconsistencia en este sistema.**

1      2      3      4      5

Totalmente en desacuerdo                        Totalmente de acuerdo

**7. Imagino que la mayoría de las personas aprenderían a usar este sistema muy rápidamente.**

1      2      3      4      5

Totalmente en desacuerdo                        Totalmente de acuerdo

**8. Encontré el sistema muy incómodo de usar.**

1      2      3      4      5

Totalmente en desacuerdo                        Totalmente de acuerdo

**9. Me sentí muy seguro(a) usando el sistema.**

1      2      3      4      5

Totalmente en desacuerdo                        Totalmente de acuerdo

**10. Necesité aprender muchas cosas antes de poder empezar a usar este sistema.**

1      2      3      4      5

Totalmente en desacuerdo                        Totalmente de acuerdo

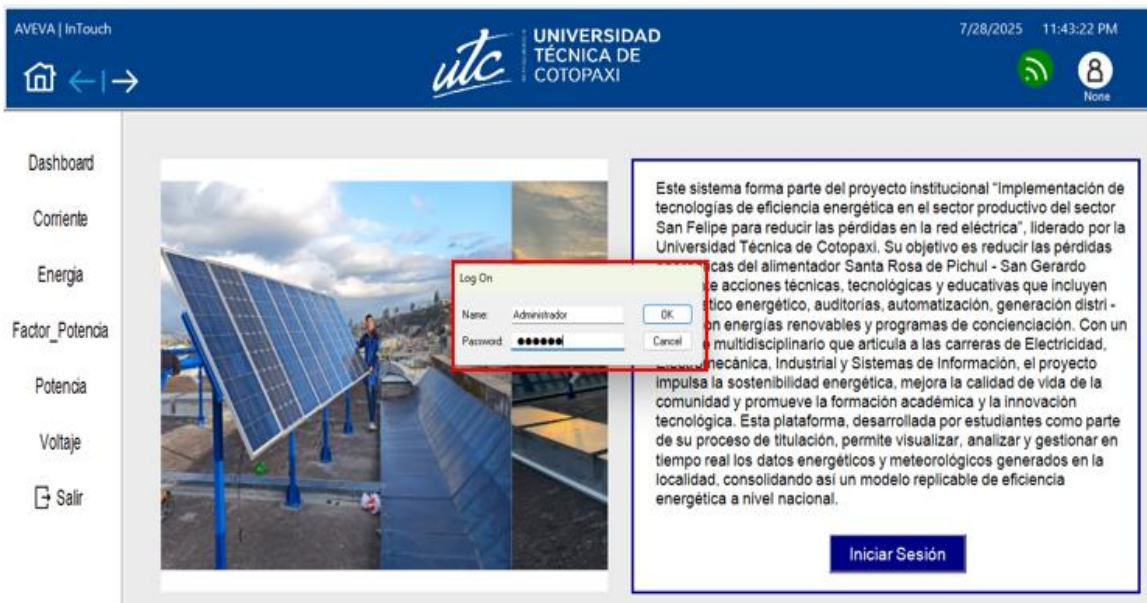
## Anexo 4. Manual de Usuario

### MANUAL DE USUARIO

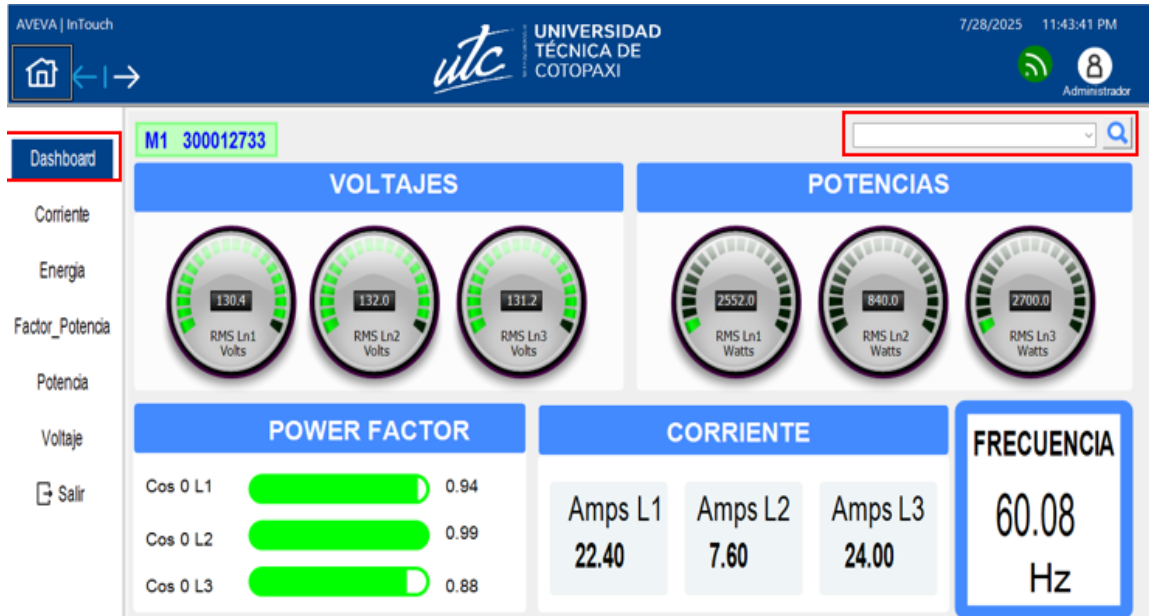
1. El sistema cuenta con una seguridad de Aveva Intouch, cualquier usuario sin permisos puede visualizar la pantalla de Inicio mismo que consta un carousel de imágenes del proyecto y una breve descripción.



2. Para acceder a los demás módulos debe Iniciar Sesión ya sea desde el botón Iniciar Sesión o desde el ícono de usuario donde dice None.



- Si las credenciales son correctas, los botones de los módulos se desbloquearán y podrá navegar dentro de las mismas. A continuación, en el Dashboard se puede observar los parámetros eléctricos en tiempo real mismo que están filtrador por los 3 medidores que se encuentran centralizados en este sistema.

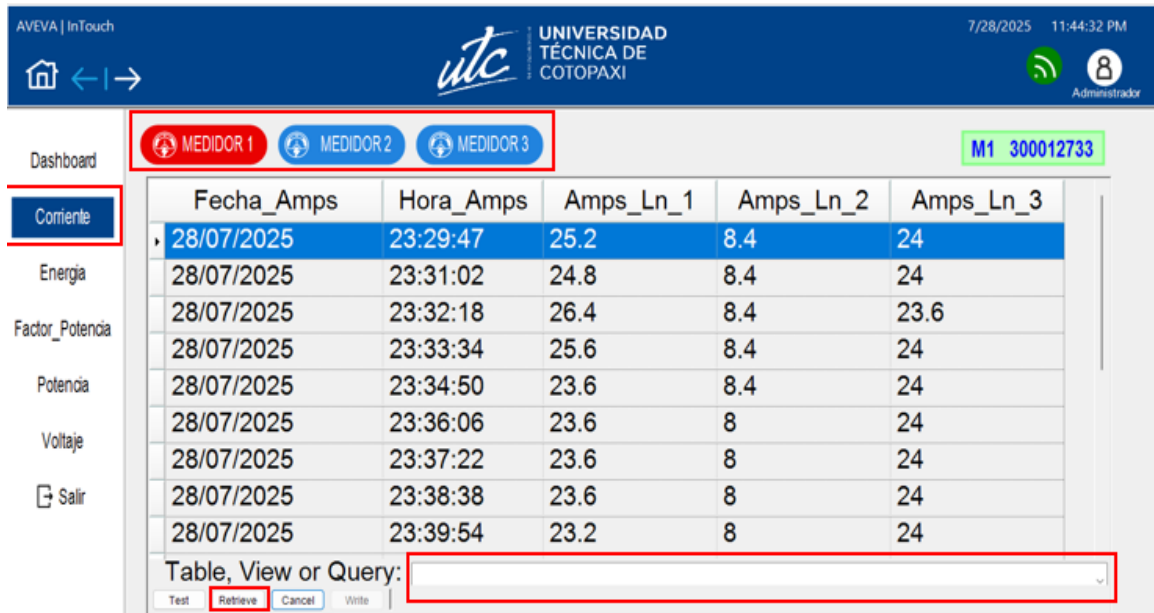


- En el módulo Corriente consta con una gráfica histórica de las 3 líneas de Amperajes, mismas que se puede filtrar en varios intervalos de tiempo como un máximo de 7 días desde cualquier fecha que desee visualizar, de igual manera consta con 3 botones para monitorear los 3 medidores existentes.

w



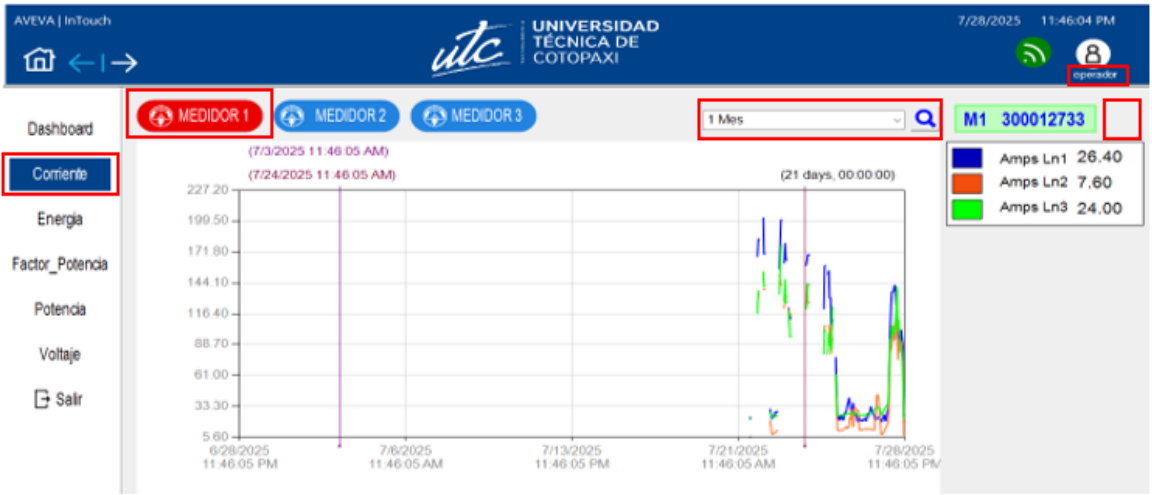
- El ícono de color verde y blanco, es un botón que permite la visualización de los datos que se encuentran almacenados en la base de datos, para cargar y visualizar debe dar clic en **Retrieve**, también se pueden filtrar en intervalos de tiempo: Últimos 15 minutos, 1 hora, 24 horas, 1 semana, 1 mes, 6 meses, 1 año y todos los datos desde el día que se empezó a almacenar esos datos en la base de datos SQL server.



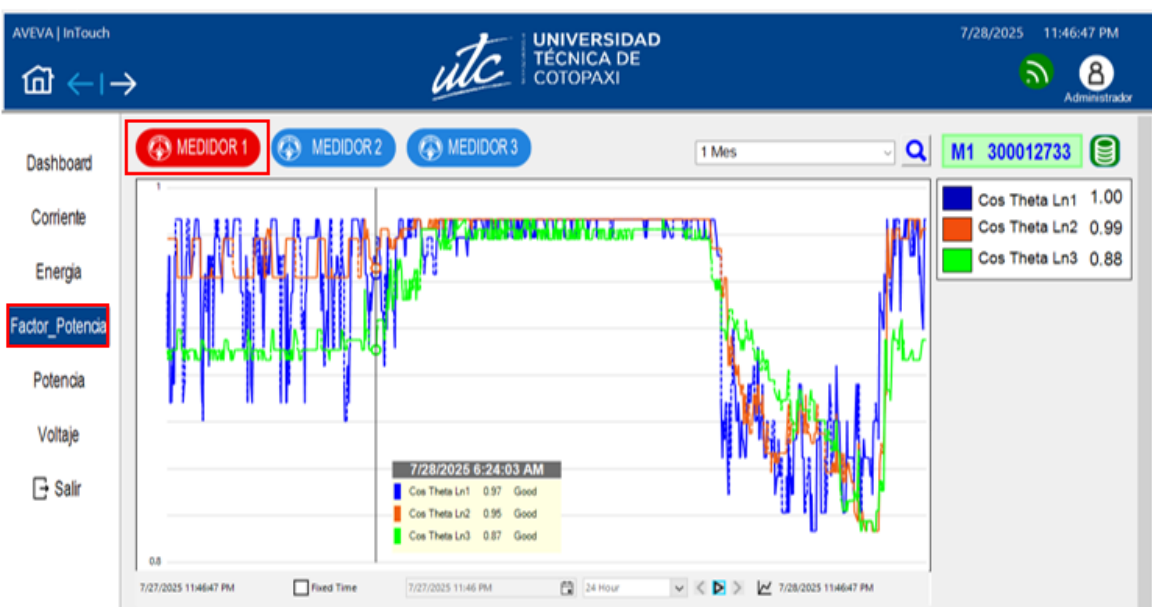
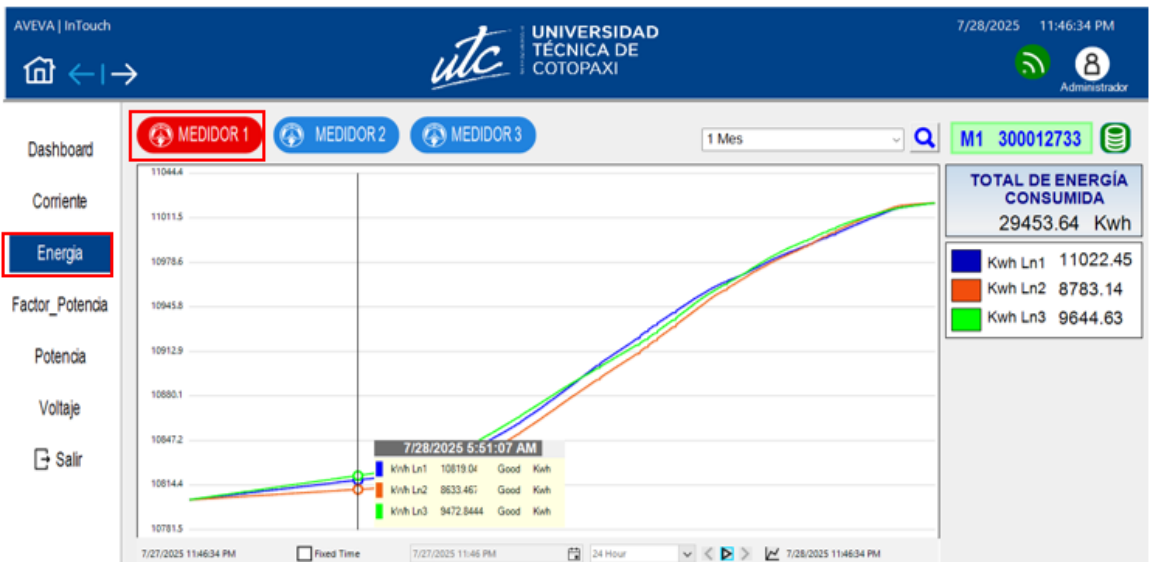
- También cuenta con filtros de periodos más extensos como son: 1 Mes, 6 Meses y 1 Año. Desde estas gráficas si deseamos se puede descargar un archivo csv con los datos según el filtro, esta descarga solo lo puede realizar el Administrador.

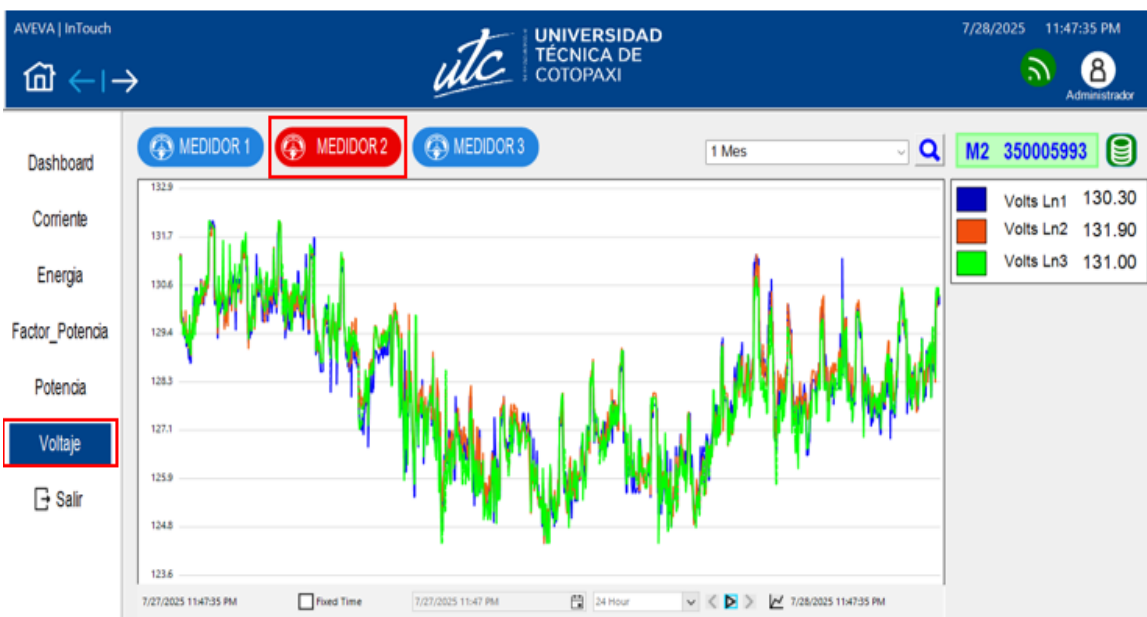
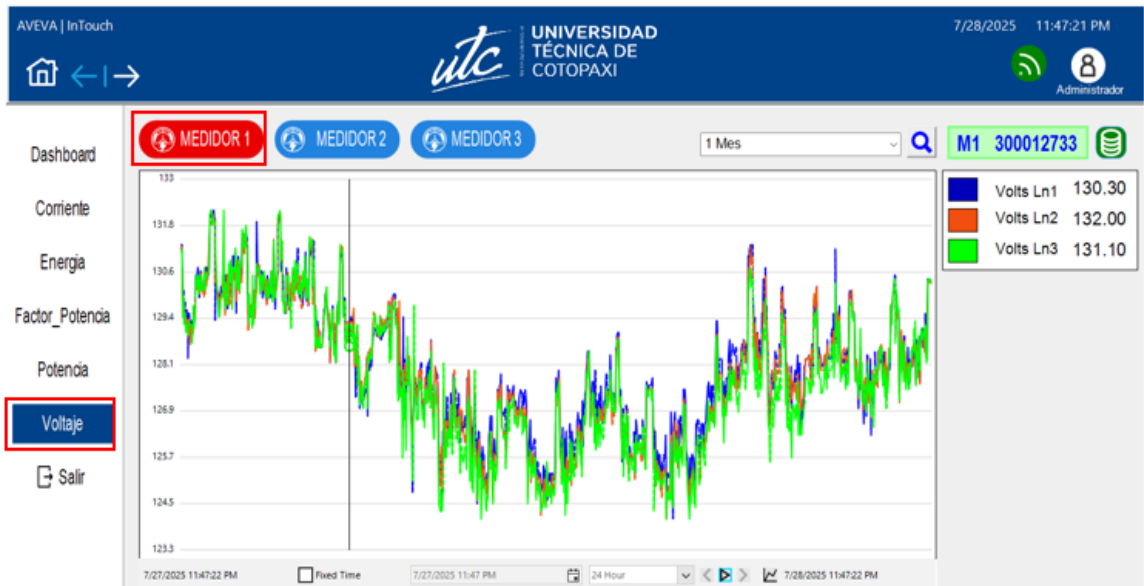
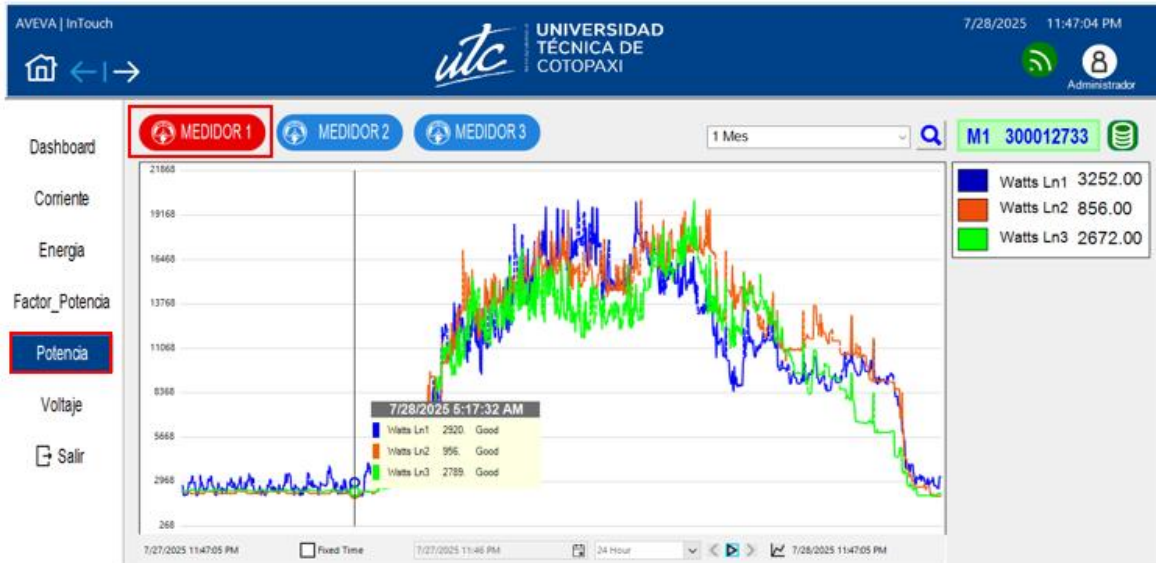


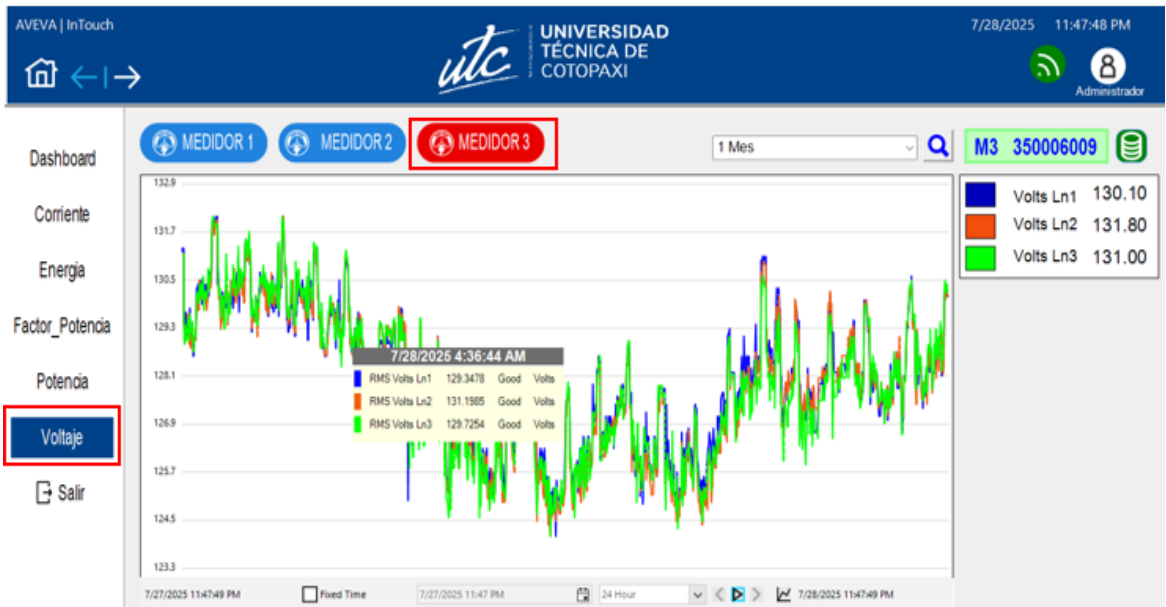
- Como se observa en la imagen, con el usuario Operador el ícono de Excel se desaparece porque este usuario no tiene los permisos para realizar dicha acción.



8. A continuación, los todos los demás módulos cuentan con la misma interfaz del módulo Corriente.







- Para cerrar la sesión, simplemente dar clic en el botón Salir y automáticamente el usuario se cambiara a None mismo que no tiene permisos para navegar ningún módulo, solo se podrá observar la pantalla de Inicio.

