



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

Título:

Implementación De Un Sistema De Monitoreo De Consumo Eléctrico En Tiempo Real

Autores:

Bryan Yair García Moreira

Kener Josué López Paz

Tutor:

Ing. Carlos Rogelio Muñoz Alcívar

Unidad Académica:

Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica, Educación Virtual y Otras Modalidades de Estudio.

Carrera: Electromecánica.

Flavio Alfaro, agosto de 2025

CERTIFICACION DEL TUTOR

Ing. Carlos Rogelio Muñoz Alcívar, Docente de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica, Educación Virtual y Otras Modalidades de Estudio, en calidad de Tutor.

CERTIFICO:

Que el presente proyecto integrador con el título: “Implementación De Un Sistema De Monitoreo De Consumo Eléctrico En Tiempo real” ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo, está listo para su presentación y apto para su defensa.

Las opciones y conceptos vertidos en este documento son fruto de la perseverancia y originalidad de sus autores.

Bryan Yair García Moreira, Kener Josué López Paz

Siendo de su exclusiva responsabilidad.

Flavio Alfaro, agosto de 2025.



Ing. Carlos Rogelio Muñoz Alcívar

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quienes suscriben la presente:

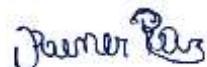
Bryan Yair García Moreira, Kener Josué López Paz

Estudiantes de la Carrera de **Electromecánica**, declaramos bajo juramento que el presente proyecto integrador cuyo título: “Implementación de un Sistema de Control de Consumo Eléctrico en Tiempo Real”, previa a la obtención del Título de Electromecánica, es de autoría propia y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros y consultando las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Flavio Alfaro, agosto de 2025



Bryan Yair García Moreira



Kener Josué López Paz



APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Integrador, titulado: “Implementación de un Sistema de Monitoreo de Consumo Eléctrico en Tiempo Real.” de sus autores: Bryan Yair García Moreira, Kener Josué López Paz de la Carrera “**Electromecánica**”, y como Tutor del Trabajo el Ing. Carlos Rogelio Muñoz Alcívar.

Flavio Alfaro, agosto de 2025

Ing. Andrés Andrade García, Mg
DIRECTOR

Ing. Carlos Rogelio Muñoz Alcívar
TUTOR

Ing. Rosalía Melissa Manzaba Morales
PRIMER MIEMBRO TRIBUNAL

Ing. Iván Fernando Salvador Tuarez
SEGUNDO MIEMBRO TRIBUNAL

Lic. Fátima Saldarriaga Santana, Mg.
SECRETARIA

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi mama la mujer que siempre esta para mi en todo, mi pilar fundamental, mi refugio seguro, aparte de ser mama tambien es mi amiga, gracias a sus consejos, abrazos, y por todo el cariño brindado, es mi faro en la oscuridad y el abrazo que siempre me consuela, este agradecimiento es para ti, por tu amor incondicional tu infinita paciencia y la fuerza que me has transmitido. Gracias por ser mi mayor inspiración y mi mejor amiga. Te amo con todo mi ser y estoy eternamente agradecido por todo lo que has hecho y sigues haciendo por mí.

Gracias mamá.

Kener Josué López Paz

Quiero expresar mi mas sincero agradecimiento a el Ing. Carlos Rogelio Muñoz Alcívar, por su guía experta y apoyo constante durante el desarrollo de este proyecto de tesis. Agradezco profundamente a la ULEAM, por brindarme la oportunidad de realizar esta investigación y por el apoyo de las autoridades. También quiero agradecer a mis padres y familia por su amor, apoyo incondicional durante mi carrera académica Quiero agradecer a mi compañero Kener Lopez por su colaboración y contribución en la realización de esta investigación, agradezco a todos aquellos que de alguna manera contribuyeron al éxito de esta tesis, su apoyo y palabras de aliento fueron fundamentales para mí.

Bryan Yair García Moreira

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia, la cual ha sido mi roca y mi mayor fuente de inspiración. Su apoyo, su paciencia y sus sacrificios han sido la fuerza que me ha impulsado a llegar hasta aquí. Cada página de este informe lleva un poco de su amor y su aliento

Kener Josué López Paz

Dedico esta tesis a mis padres y hermanos quienes con su amor y apoyo incondicional me han impulsado a alcanzar mis metas y superar obstáculos, a mi familia por su paciencia y comprensión durante mi carrera académica. Gracias por creer en mí.

A mis maestros y mentores, por su guía y sabiduría compartida. Su influencia ha sido fundamental en mi crecimiento profesional. A la Universidad ULEAM por brindarme la oportunidad de crecer y desarrollarme como profesional en la carrera de Electromecánica.

Gracias a todos aquellos que buscan innovar y mejorar el mundo a través de la tecnología y la ingeniería.

Bryan Yair Garcia Moreira

RESUMEN

El presente tiene como objetivo la propuesta de un sistema de monitoreo de consumo eléctrico en tiempo real para el galpón de la UNITEV, campus Tosagua, perteneciente a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM). El planteamiento del problema surge ante la necesidad de contar con una herramienta que permita gestionar de manera eficiente el uso de la energía de los distintos talleres técnicos que funcionan en el galpón del campus. La propuesta contempla el análisis de la situación actual del consumo eléctrico en las instalaciones, la investigación de tecnologías accesibles y probadas para la medición en tiempo real, y la selección técnica de los dispositivos mas acordes, como sensores PZEM-016, microcontroladores ESP32, así como plataforma de visualización como Ubidots. A partir del análisis de planos arquitectónicos, se establecieron los puntos estratégicos donde deben instalarse los sensores y nodos de comunicación, con el fin de obtener datos por las áreas funcionales. El sistema propuesto, aunque, aunque no será implementado físicamente en esta etapa, ofrece una base sólida para su ejecución futura, aportando beneficios como la optimización del consumo energético, además se alinea con las líneas de investigación institucionales relacionadas con la eficiencia energética, automatización e innovación tecnológica.

PALABRAS CLAVE

Consumo Energético, Sensores, Microcontroladores, Monitoreo Eléctrico, ESP32

ABSTRACT

This proposal aims to propose a real-time electricity consumption monitoring system for the UNITEV warehouse, Tosagua campus, part of the Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM). The problem arose from the need for a tool to efficiently manage energy use in the various technical workshops operating on the campus. The proposal includes an analysis of the current electricity consumption situation at the facilities, the investigation of accessible and proven technologies for real-time measurement, and the technical selection of the most appropriate devices, such as PZEM-016 sensors, ESP32 microcontrollers, and a visualization platform such as Ubidots. Based on the analysis of architectural plans, the strategic points where the sensors and communication nodes should be installed were established in order to obtain data for the functional areas. The proposed system, although not physically implemented at this stage, offers a solid foundation for future implementation, providing benefits such as energy consumption optimization. It also aligns with institutional research lines related to energy efficiency, automation, and technological innovation.

KEYWORDS

Energy Consumption, Sensors, Microcontrollers, Electrical Monitoring, ESP32

ÍNDICE

CERTIFICACION DEL TUTOR	II
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	II
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	IV
AGRADECIMIENTO	V
DEDICATORIA	VI
RESUMEN	VI
PALABRAS CLAVE	VII
ABSTRACT	VII
KEYWORDS	VIII
ÍNDICE	VIII
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	X
ÍNDICE DE TABLAS	X
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. PROBLEMA	3
1.2. JUSTIFICACIÓN	3
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. Objetivo general	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. METODOLOGÍA	4
1.4.1. Procedimiento	4
1.4.2. Técnicas	5
1.4.3. Métodos	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1. DEFINICIONES	6
2.2. ANTECEDENTES	7
2.3. TRABAJOS RELACIONADOS	8
CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA	9
3.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL CONSUMO ELÉCTRICO DE LA UNITEV, CAMPUS TOSAGUA	10
3.2. INVESTIGACIÓN DE TECNOLOGÍAS DISPONIBLES PARA MONITOREO ELÉCTRICO EN TIEMPO REAL	11
3.3. SELECCIONAR LOS EQUIPOS, SENsoRES Y DISPOSITIVOS	

ADECUADOS PARA LA PROPUESTA	12
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	14
4.1. CONCLUSIONES	15
4.2. RECOMENDACIONES	16
BIBLIOGRAFÍA	16
ANEXOS	16

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Plano Digital del Galpón Unitev, Campus Tosagua	10
Ilustración 2: Propuesta de ubicación de los sensores y microcontroladores .	13

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ubicación de los sensores.....	12
Tabla 2: Ubicación de los Microcontroladores	13

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

En la actualidad el consumo energético representa uno de los pilares mas importantes dentro del funcionamiento de las instituciones educativas, especialmente en las áreas tecnológicas donde el uso de maquinaria, equipos de laboratorio, y sistemas eléctricos es intensivos, en este contexto, la necesidad de implementar tecnologías que permitan el monitoreo en tiempo en tiempo real del consumo eléctrico se ha convertido en un elemento clave para promover prácticas de eficiencia energética, optimizar el uso de recursos energéticos como la del campus Tosagua de la UNITEV.

El monitoreo de consumo eléctrico en tiempo real a través de sistemas inteligentes no solo proporciona datos valiosos sobre el comportamiento de la demanda energética, sino que también posibilita la toma de decisiones informadas para reducir el gasto, mejorar la seguridad y fomentar una cultura institucional de sostenibilidad Nebrida & Amador (2023).

Según el estudio de Nebrida & Amador (2023), los sistemas de medición inteligente basadas en tecnologías LoT, como el módulo PZEM-016 el micro contador NodeMCU, permite obtener información precisa, continua y en línea del consumo eléctrico, constituyéndose una herramienta de bajo costo y alta eficiencia para la gestión energética en sectores educativos.

En la ULEAM, sede UNITEV del Campus Tosagua, hoy en día no dispone de un sistema que permita visualizar el consumo energético de manera detallada o inmediata, lo que limita la posibilidad de detectar altos consumos, ver el rendimiento energético de los laboratorios, y aplicar acciones preventivas ante sobrecargas o desperdicios eléctricos.

Esta situación representa una oportunidad para diseñar una propuesta académica que contemple un sistema de monitoreo eléctrico inteligente, con miras a ser implementado en un futuro cercano.

Aunque esta investigación no contempla una fase de ejecución física, se enfoca en el diseño teórico de una propuesta funcional, seleccionando los equipos

tecnológicos más adecuados. La elección de esta metodología responde a la necesidad de sentar las bases para un futuro proyecto institucional con viabilidad técnica y académica, sin incurrir en gastos ni intervenciones directas en la infraestructura actual.

El desarrollo de este tema se ve relacionado estrechamente con la carrera de electromecánica, ya que integra conocimientos en electricidad, instrumentación electrónica, comunicaciones industriales, sistemas de control, entre otros. Además, el proyecto orientado a la solución de problemas técnicos dentro del entorno educativo y profesional. Amalan (2024), detalla que el diseño de sistemas de monitoreo representa una competencia crítica para los futuros ingenieros electromecánicos en un contexto cada vez más orientado hacia la digitalización de los servicios públicos y privados.

Por lo tanto, la propuesta de diseño de un sistema de monitoreo de consumo eléctrico en tiempo real representa una oportunidad para generar valor institucional y académico, lo que genera un fortalecimiento entre la teoría y la práctica en el campo de la electromecánica.

1.1. PROBLEMA

El consumo energético en instituciones de educación como la UNITEV, Campus Tosagua, ha aumentado progresivamente debido al uso constante de laboratorios, maquinas entre otros recursos energéticos indispensables para las actividades académicas y administrativas.

El monitoreo tradicional el cual se basa únicamente en lecturas mensuales de medición eléctricos convencionales, no permite identificar patrones de consumo, o también los picos de carga, ni las posibles anomalías como sobrecargas o perdidas energéticas.

¿Cómo la propuesta de sistema de monitoreo de consumo eléctrico en tiempo real , permitirá optimizar el uso de energía eléctrica?

1.2. JUSTIFICACIÓN

Desde el punto de vista académico, la presente propuesta representa una oportunidad de integrar la teoría con la práctica, porque involucra contenidos esenciales de la carrera de electromecánica como instrumentación, electrónica, redes de datos y gestión energética. Este tipo de proyecto contribuye a la formación de un perfil profesional competente y orientado a resolver problemas técnicos del entorno con criterios de eficiencia, sostenibilidad y modernización.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Diseñar una propuesta de sistema de monitoreo de consumo eléctrico en tiempo real, en la UNITEV, Campus Tosagua.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Diagnosticar la situación actual del consumo eléctrico en la UNITEV, Campus Tosagua.
2. Investigar tecnologías de monitoreo eléctrico en tiempo real disponibles en el mercado
3. Seleccionar los equipo, sensores y dispositivos adecuados para la propuesta.

1.4 METODOLOGIA

1.4.1. Procedimiento

El procedimiento el cual guiará la investigación se estructurará de la siguiente manera separada en tres fases las cuales son las siguientes:

Fase 1: Diagnóstico actual, en el cual se va a recopilar la información institucional sobre el consumo eléctrico actual, incluyendo las áreas de mayor demanda energética, esta fase permitirá identificar los requerimientos técnicos mínimos para una solución de monitoreo.

Fase 2: revisión tecnológica, en el cual se realizará una investigación sobre las tecnologías disponibles para el monitoreo de consumo eléctrico en tiempo real, lo cual va a incluir sensores de corrientes, microcontroladores, protocolos de transmisión de datos y plataformas de visualización.

Fase 3: selección de componentes, en base a la información recolectada, se realizará una selección técnica de los dispositivos y herramientas más apropiadas, considerando criterios de funcionalidad, compatibilidad, bajo costo, que facilite una implementación futura

1.4.2. Técnicas

Para la propuesta se empleará las siguientes técnicas:

- **Revisión Bibliográfica y documental;** la cual nos dará las pautas para tener la información técnica actualizada de buenas fuentes.
- **Análisis comparativo;** nos permitirá evaluar distintas alternativas tecnológicas y seleccionar las más adecuadas.
- **Consulta a fuentes Institucionales,** el cual permitirá revisar informes internos de consumo eléctrico y entrevista informales a personal técnico.

1.4.3. Métodos

Los métodos que ayudaran al proceso investigativo son:

- **Método Inductivo**, el cual nos permite interpretar la situación actual del campus y formular la propuesta en función a los datos observados.
- **Método Analítico**, para descomponer los sistemas de monitoreo de sus partes y entender cómo se interrelacionan.
- **Método Descriptivo**; el cual nos permitirá caracterizar las tecnologías disponibles y justificar técnicamente su elección.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. DEFINICIONES

Según Haitao, Wu; Ruidi, Yin (2022), indica que el monitoreo de consumo eléctrico en tiempo real consiste en la observación, medición y registro continuo de variables eléctricas como corrientes, voltaje, potencia, factor de potencia y consumo energético acumulado, mediante el uso de sensores digitales, microcontroladores y plataformas de comunicación. En el cual su objetivo es permitir la gestión inteligente del uso de la energía, mediante la detección temprana de excesos de consumo, sobrecargas o fallos eléctricos en instalaciones residenciales, comerciales o institucionales.

Los sistemas de medición inteligente es una red compuesta por sensores, dispositivos de adquisición de datos y medios de transmisiones que permiten conocer el estado eléctrico de una instalación en cualquier tiempo que lo solicite. Por lo tanto, estos sistemas reemplazan a los medidores tradicionales ya que no solo registran el consumo, sino que también analizan, almacenan y transmiten para su visualización remota Mylonas (2019).

El internet de las cosas es una red interconectada de dispositivos físicos capaces de recolectar y transmitir datos a través de internet, sin necesidad de intervención humana constante. En ese contexto la medición eléctrica, el IoT permite que los sensores de corriente se comuniquen con microcontroladores los cuales envían la información a una plataforma digital para poder ser observadas, esto permite reducir la necesidad de monitoreo manual y da paso a la automatización Dinmohammadi (2025).

Los sensores eléctricos son dispositivos diseñados para captar parámetros del sistema eléctrico y enviarlos a un microcontrolador. Por Ejemplo, el PZEM-016 permite medir voltaje, corriente y energía consumida a través de protocolos de comunicación RS485. El SCT-013 es un sensor de corriente basado en efecto de transformador, mientras que el INA219, permite medir el voltaje y corriente

mediante una resistencia shunt. Todos estos componentes son compatibles con una plataforma Arduino, lo que facilita su uso e implementación para el monitoreo energético.

Los microcontroladores NodeMCU y ESP32, son placas electrónicas de bajo costo, ampliamente utilizados en proyectos de IoT por su capacidad de procesamiento, el consumo reducido y conectividad inalámbrica (WI-FI), por lo cual estos dispositivos pueden recibir señales desde sensores eléctricos, procesarlas y transmitirlas a una red local. Se destacan por su fácil programación y compatibilidad con múltiples plataformas como Arduino.

Una plataforma de visualización de datos es un interfaz digital que permite interpretar la información recogida por los sensores de manera gráfica, entre la más utilizadas se encuentran Node-RED, ThingsBoard, Grafana, los cuales permiten mostrar en tiempo real las variables eléctricas a través de dispositivos portátiles.

Los sistemas IoT suelen organizarse en varias capas o niveles funcionales, los más comunes son:

- **Capa de percepción:** Donde se encuentran los sensores
- **Capas de red:** Transmite los datos por WI-FI, Ethernet, etc.
- **Capa de procesamiento:** Los datos son almacenados y analizados por servidores, microcontroladores.
- **Capa de aplicación:** La cual permite visualizar y controlar los datos.
-

2.2. ANTECEDENTES

El proyecto se desarrolló en el Campus Flavio- Alfaro de la extensión de la (ULEAM), una institución comprometida con la formación integral de sus estudiantes y el desarrollo de competencias técnicas aplicadas a las necesidades del entorno laboral. La carrera de Electromecánica, dentro del Campus, tiene como propósito preparar profesionales con habilidades en el diseño, implementación y mantenimiento de sistemas electromecánicos.

Varias investigaciones han demostrado prototipos de medidores eléctricos inteligentes han demostrado prototipos de medidores eléctricos inteligentes usando NodeMCU y PZEM-004T, conectados a servidores Raspberry Pi y plataformas Node-RED, en lo cual indica que los errores de medición se sitúan entre 0.35% y 1%, lo cual es adecuado para propuestas de bajo costo Kamilwan, (2024).

En India, el SEMS ha desarrollado con NodeMCU e INA219 lo cual permite monitorear corriente, voltaje, factor de potencia y cálculo de huella de carbono, mediante interfaz web, la presente investigación fue orientada a entornos de residencia, pequeños negocios para potenciar el análisis de consumo en tiempo real Amalan, (2024).

Así mismo en Chile, la Universidad Técnica Federico Santa María, diseñó una plataforma IoT para control de laboratorios, aulas, oficinas, con arquitectura de 3 y 4 capas, orientada a reducir costos y aumentar la confiabilidad Dominguez,(2024).

2.3. TRABAJOS RELACIONADOS

Diferentes investigaciones previas han abordado el monitoreo de consumo eléctrico en tiempo real mediante tecnología IoT, lo cual valida la viabilidad técnica de este tipo de propuestas en contextos residenciales, académicas e institucionales.

En este sentido Amalan, (2024), desarrolló un sistema denominado Smart Energy Monitoring System (SEMS), el cual utiliza sensores de corriente y voltaje junto

añadiendo una plataforma web para visualizar datos junto con una plataforma web para visualizar datos de consumo eléctrico. El proyecto demostró que es posible aplicar soluciones de bajo costo demostró que es posible aplicar soluciones bajo costo para medir variables como potencia activa, factor de potencia y consumo acumulado en tiempo real.

Así mismo Nebrida & Amador (2023), diseñaron un prototipo de medidor inteligente orientado a la sostenibilidad, empleando el sensor PZEM-004T y un modulo ESP8266. Este sistema permitía visualizar el consumo en una interfaz web accesible desde cualquier dispositivo electrónico, lo cual resulto ser una alternativa útil dentro de las instituciones demostrando precisión en la recolección de los datos.

Finalmente en ecuador, Pacheco (2020) en su tesis titulada "Sistema de control y monitoreo en tiempo real para el análisis del consumo energético en el tablero de distribución principal del bloque B de la Universidad Técnica de Cotopaxi Campus Matriz, periodo 2020", determino que el proyecto demuestra que en las instituciones ecuatoriana es posible diseñar arquitecturas IoT robustas y funcionales para el monitoreo energético, resultando muy útil para adaptar una propuesta similar en otras instituciones.

CAPITULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA

La propuesta de un sistema de monitoreo de consumo eléctrico en tiempo real para la UNITEV, Campus Tosagua se fundamenta en tres fases: En el cual se constató las condiciones actuales de los consumos de energía, investigación y selección de componentes principales.

El área de intervención será el galpón principal, en donde se ubican distintos talleres técnicos de las carreras. Para la propuesta se analizó la arquitectura del mismo, en el cual se identificaron los espacios funcionales en el cual presentan una carga eléctrica alta. A continuación, se detalla el trabajo en base a cada objetivo.

3. 1.DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL CONSUMO ELÉCTRICO DE LA UNITEV, CAMPUS TOSAGUA.

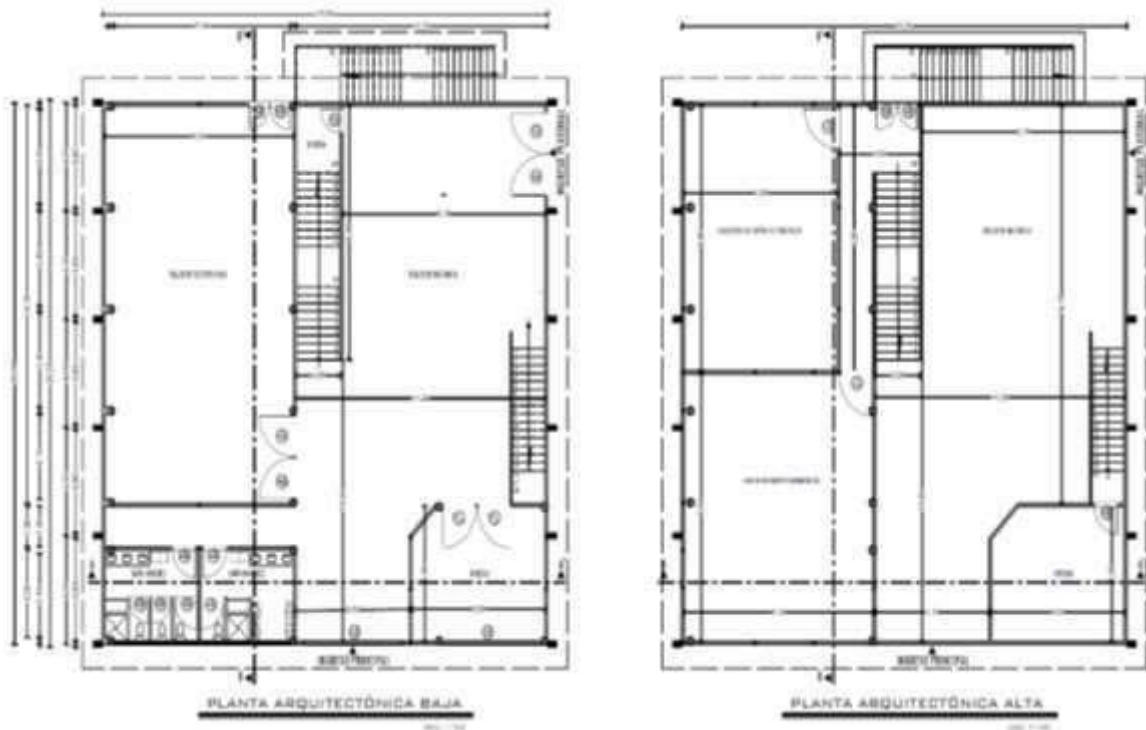
En base a la arquitectura del galpón principal (Ilustración 1) las áreas técnicas que presentan mayor uso de equipo eléctricos son:

- Taller de Electricidad
- Taller de Mecánica
- Taller de Electrónica y Sistemas Digitales
- Taller de Equipos Biomédicos
- Oficina Administrativa
- Bodega Principal
- Zona de Baños y Servicios

En la actualidad, estas son las áreas que no cuentan con un sistema de medición eléctrica individualizado, por lo cual entonces todo el consumo eléctrico esta de forma global desde el tablero general del galpón.

Además, no hay forma de recibir alguna alerta si hay alguna sobre carga en algunos de los talleres, y tampoco de comparar los consumos de cada área por horas o días. Por lo tanto, este diagnóstico inicial evidencia la necesidad de dividir los monitoreos de cada área por zonas claves, en especial en los talleres que utilicen motores, fuentes de poder, equipos de soldadura u otros dispositivos de alto consumo eléctrico.

Ilustración 1: Plano Digital del Galpón Unitev, Campus Tosagua



3.2. INVESTIGACIÓN DE TECNOLOGÍAS DISPONIBLES PARA MONITOREO ELÉCTRICO EN TIEMPO REAL.

La presente propuesta se buscó establecer soluciones accesibles, estables y de fácil implementación futura. Entre las cuales destacan la siguientes:

- **Sensores PZEM-016:** El cual miden el voltaje, corriente, también la potencia activa y energía. Comunicación RS485, ideal para largas distancias y ambiente industriales.
- **Microcontroladores ESP32 o NodeMCU:** Con conectividad WI-FI y múltiples puertos GPIO para conectar los sensores.
- **Plataforma de Visualización:** Como Ubidots, ThingsBoard, Firebase y Node-RED, que permiten construir dashboards y enviar alertas.
- **Protocolo MQTT:** Para comunicación liviana y rápida entre sensores y servidores.
- **Fuente de alimentación DC 5V/12V:** Para el funcionamiento del sistema.

Este tipo de arquitectura ha sido implementada con éxito en proyectos como el de Nebrida & Amador, (2023), de igual manera a nivel nacional Pacheco, (2020), lo que implica que su aplicabilidad en todos los niveles.

3.3. SELECCIONAR LOS EQUIPOS, SENSORES Y DISPOSITIVOS ADECUADOS PARA LA PROPUESTA

En base al diagnóstico y la tecnología disponible, se seleccionan los siguientes elementos principales:

Equipos Seleccionados en base al diagnóstico y arquitectura del plano:

- Sensores PZEM-016, se necesitan 6 unidades
- Microcontroladores ESP32, se necesitan 2 unidades
- 1 módulo RS485 a TTL por sensor
- Fuentes de Alimentación DC 12V/5V
- Conectividad mediante red wi-fi del campus o red solo para el galpón.

A continuación, en la tabla 1, se determina la propuesta de ubicación (Ilustración 2) de los sensores y controladores.

Tabla 1: Ubicación de los sensores

UBICACIÓN AREA	SUGERIDA DE	JUSTIFICACION LOS SENSORES
Taller de Electricidad	Cerca del tablero de distribución interna del taller	Es un lugar donde se usan equipos eléctricos uso de fuentes, pruebas de carga, por lo que es importante saber cuánta energía se consume allí.
Taller de Mecánica	Entrada Lateral del Taller o cerca de máquinas	En este taller se usan bastantes motores, herramientas eléctricas, que pueden consumir mucha energía.

Taller de electrónica y Digitales	Cerca de las mesas de trabajo	En este espacio utilizan muchas fuentes de energía y equipos electrónicos.
Taller de Equipos	Cerca de los tableros Internos	En este espacio se utilizan equipos delicados por lo que necesita una Biomédicos energía estable, lo que un sensor permite
Oficina Administrativa	Entrada Principal de la oficina	Aunque no se utilizan maquinas se mantiene encendido aire, computadoras o iluminación.

Bodega Cera del acceso o tener panel eléctrico. Es este espacio por lo general a iluminación, ventilación o equipos que consuman energía.

Fuente: 1 García, Bryan; López, Kener.

De igual manera los microcontroladores deben tener un lugar clave dentro de galpón para lo cual se determina su ubicación sugerida en la siguiente tabla 2.

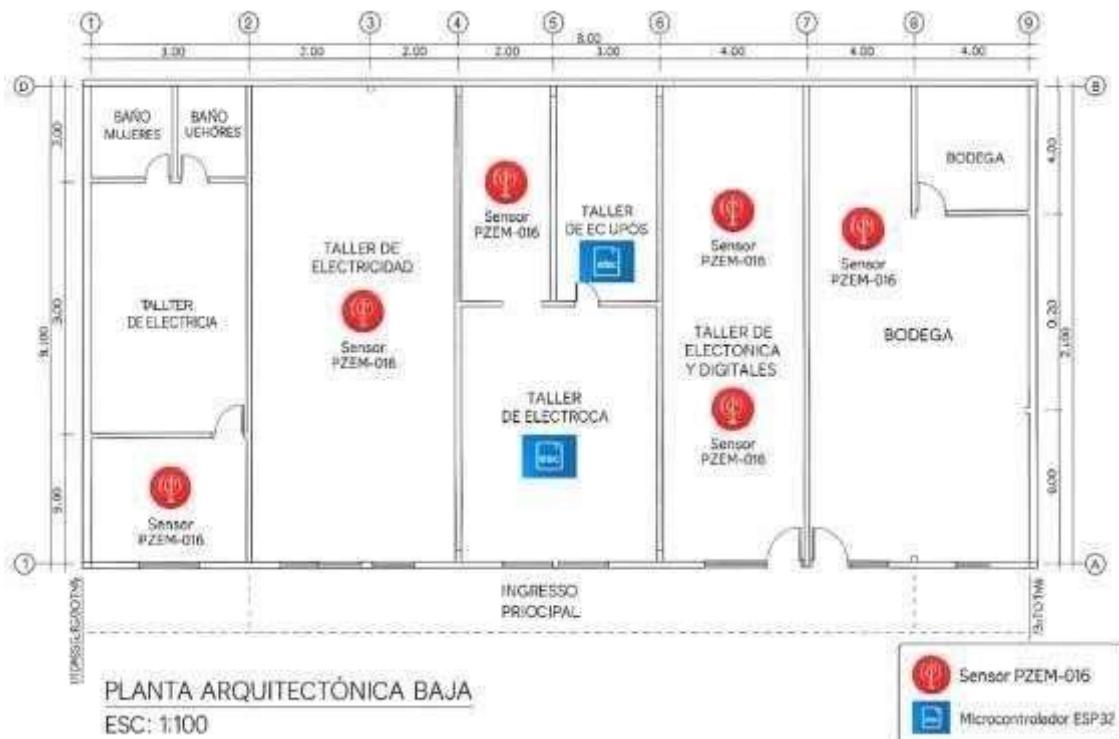
Tabla 2: Ubicación de los Microcontroladores

DISPOSITIVO	UBICACIÓN SUGERIDA	JUSTIFICACION
Microcontrolador ESP32 #1	Entre los talleres Electrónica y biomédicos	Recibe los datos de los sensores cercanos y transmite a la red del campus.
Microcontrolador ESP32 #2	Entre los talleres de electricidad y mecánica	Recibe los datos de los sensores cercanos y ayuda ser eficiente.

Fuente: 2 García, Bryan; López, Kener

Esta sugerencia de ubicación de los diferentes dispositivos permite un monitoreo independiente en cada taller los cual facilita el análisis detallado del comportamiento energético y posterior toma de decisiones para una excelente gestión del consumo eléctrico.

Ilustración 2: Propuesta de ubicación de los sensores y microcontroladores



CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

La revisión técnica realizada permitió constatar, que la UNITEV, Campus Tosagua, en el galpón principal no cuenta actualmente con un sistema que permita monitorear de forma individual y en tiempo real el consumo eléctrico en sus talleres u oficinas, lo que limita la capacidad de control, diagnostico energético y planificación institucional.

Se evidenció que hay dispositivos accesibles y fáciles de implementar como lo demuestra en varios proyectos tanto internacionales como nacionales para diseñar un monitoreo en tiempo real, las cuales estos dispositivos permiten medir el consumo energético en cada una de las áreas del galpón.

En base al plano del galpón, se determinaron las áreas criticas con mayor demanda energética en las cuales fueron los talleres, para lo cual se propuso de manera estratégica la ubicación de los dispositivos para la medición del consumo eléctrico. La propuesta plantea de manera que su implantación en un futuro sea accesible en cuando la institución lo considere pertinente.

4.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda a las autoridades de la institución considerar la propuesta, se puede iniciar por etapas y solo implementarla en un área y así progresivamente en los diferentes talleres lo cual implica un impacto directo en la formación práctica de los estudiantes.

Por lo tanto, se sugiere fortalecer la red inalámbrica en los interiores del galpón en fin de facilitar la comunicación de los sensores, microcontroladores y la plataforma de visualización de datos en tiempo real, lo cual garantizara un funcionamiento estable del sistema en caso de implementarse.

También se recomienda integrar estos sistemas en diferentes áreas de algún otro campus lo cual pueda vincular a los estudiantes, docente, e institución como parte de un proceso de fortalecimiento institucional y de vinculación con las tecnologías que tenemos a disposición en la actualidad.

BIBLIOGRAFIA

Amalan, J. (2024). *Sistema de Monitoreo de Energía Inteligente*. Instituto de Tecnología e Investigación Aplicada PSG.
doi:<http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.36087.02721>

Dinmohammadi, F. (2025). *Mejora de la eficiencia energética en edificios con un sistema de monitorización inteligente basado en IoT*, 18(5). MDPI.
doi:<https://doi.org/10.3390/en18051269>

Dominguez, T. (2024). *Un sistema de IoT para un campus inteligente: desafíos y soluciones ilustrados en varios casos de uso del mundo real*. Obtenido de https://arxiv.org/abs/2403.15395?utm_source

Haitao, Wu; Ruidi, Yin. (2022). *Afirmaciones en pruebas de software: encuesta, panorama y tendencias*. Revista internacional sobre herramientas de software para la transferencia de tecnología. Obtenido de <https://ieeexplore.ieee.org/document/9763153/citations#citations>

Kamilwan, W. (2024). *Desarrollo de un sistema de monitorización energética en tiempo real basado en IoT*.
doi:<http://dx.doi.org/10.60101/jarst.2024.255911>

Mylonas, G. (2019). *Una metodología para el ahorro energético en edificios educativos mediante una infraestructura IoT*. Cornell University. Obtenido de <https://arxiv.org/abs/1907.07760>

Nebrida, A., & Amador, C. (2023). *Desarrollo de medidores inteligentes para monitorear el consumo de energía en tiempo real para la sostenibilidad*.

Obtenido de
[https://www.researchgate.net/publication/377068024 Development of Smart Meter to Monitor Real Time Energy Consumption for Sustainability](https://www.researchgate.net/publication/377068024_Development_of_Smart_Meter_to_Monitor_Real_Time_Energy_Consumption_for_Sustainability)

Pacheco, C. (2020). *Diseño e implementación de un sistema de monitoreo y adquisición de datos en las cámaras de transformación Nº 1 y Nº 2 para evaluar los índices de consumo de energía eléctrica en la Universidad Técnica de Cotopaxi.*, Ecuador: Universidad Técnica Cotopaxi. Obtenido de https://repositorio.utc.edu.ec/items/57364452-5d86-4829-9784-53ce60aa6c3e?utm_source

ANEXOS

Anexo 1: Reconocimiento del área de construcción del Galpón Principal en la UNITEV, Campus Tosagua.

