



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
EXTENSIÓN EN EL CARMEN
CARRERA DE INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN
Creada Ley No. 10 – Registro Oficial 313 de Noviembre 13 de 1985

PROYECTO INTEGRADOR
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERAS EN TECNOLOGÍAS
DE LA INFORMACIÓN

TEMA

SISTEMA INFORMÁTICO CON DOMÓTICA PARA GESTIÓN DEL
CONSUMO ENERGÉTICO EN EL AUDITORIO DE ULEAM EL CARMEN

AUTOR

SANDRA MILENA GARCÍA URIARTE

TUTOR

ING. CÉSAR SINCHIGUANO MG.

EL CARMEN, AGOSTO 2026

Uleam

CERTIFICADO DEL TUTOR

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Extensión El Carmen de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

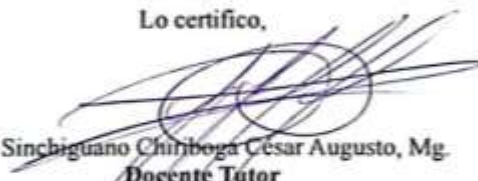
Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante **GARCÍA URIARTE SANDRA MILENA**, legalmente matriculado/a en la carrera de Ingeniería en Tecnología de la Información, período académico 2025(2)-2026(1), cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto o núcleo problémico es **"SISTEMA INFORMÁTICO CON DOMÓTICA PARA GESTIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL AUDITORIO DE ULEAM EL CARMEN"**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

El Carmen, 31 de julio de 2026

Lo certifico,


Ing. Sinchiguano Chiriboga César Augusto, Mg.
Docente Tutor

Área: Tecnología de la Información

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

Extensión El Carmen

Carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Título del Trabajo de Titulación:

Sistema Informático con Domótica para Gestión del Consumo Energético en el Auditorio de ULeam El Carmen

Modalidad:

Proyector Integrador

Autor:

García Uriarte Sandra Milena

Tutor:

Ing. Sinchiguano Chiriboga César Augusto, Mg.

Tribunal de Sustentación:

- Presidente: Ing. Mora Marcillo Alex Bladimir, Mg

- Miembro Ing. Quiroz Valencia Arturo Patricio, Mg

- Miembro: Ing. Villareal Cobeña Ángel Wilson, Mg

Fecha de Sustentación:

21 de agosto de 2026

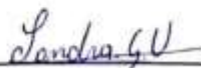
DECLARACIÓN DE AUTORÍA

UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ
EXTENSIÓN EN EL CARMEN



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

La responsabilidad del contenido de este Trabajo de titulación, cuyo tema es: Sistema Informático con Domótica para Gestión del Consumo Energético en el Auditorio de ULEAM El Carmen, corresponde exclusivamente a: GARCÍA URIARTE SANDRA MILENA con C.I. 1317951158, y los derechos patrimoniales de la misma corresponden a la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí.



García Uriarte Sandra Milena
C.I. 1317951158

DEDICATORIA

A mi Dios, por darme la fortaleza, la sabiduría y la esperanza para superar cada dificultad y permitirme alcanzar este sueño.

A mi madre, Guadalupe Uriarte, por ser el pilar fundamental en mi vida, mi mayor ejemplo de fortaleza y mi apoyo sincero. Gracias por impulsarme siempre a continuar con mis estudios y creer en mí. Este logro también te pertenece, porque tu valentía al enfrentar y luchar contra el cáncer me enseñó que nunca hay que rendirse. Me llena de felicidad que puedas estar presente para ver y celebrar esta meta importante para mí.

A mi padre, Miguel García, por su esfuerzo, sacrificio y apoyo constante durante mi formación. Gracias por brindarme las oportunidades necesarias para alcanzar esta meta y por impulsarme a seguir adelante.

A mi abuelita, que hoy me acompaña desde el cielo. Gracias por tu amor, tus enseñanzas y por ser un ejemplo de resiliencia y lucha contante. Siempre vivirás en mi corazón.

A mis hermanos, Diego y César, por cuidarme, apoyarme y acompañarme en los momentos más difíciles. Gracias por nunca dejarme sola.

A una persona muy especial que llegó a mi vida durante esta etapa universitaria y se ha convertido en un apoyo invaluable. Gracias por ser mi refugio en los momentos de tristeza, por ofrecerme tu hombro cuando necesité llorar y por impulsarme a seguir adelante cuando todo parecía no avanzar.

A mi amiga Milena, por su amistad sincera, por escucharme, animarme y estar presente cuando más la necesité. Gracias por hacerme sentir importante y por demostrarme con cada acción tu amistad sincera.

Sandra Milena García Uriarte

AGRADECIMIENTO

Hoy cierro una etapa que estuvo llena de aprendizajes, sacrificios y muchos desafíos. Agradezco a Dios por guiar cada uno de mis pasos y también a mí misma, por no rendirme en las noches de desvelo, por levantarme después de cada dificultad y por demostrarme que, con esfuerzo y perseverancia, los sueños sí pueden cumplirse.

Mi gratitud es para mi familia, mi novio, mis amigos y compañeros, quienes hicieron este camino más llevadero con su apoyo, confianza y palabras de aliento. Gracias por acompañarme en este proceso y por formar parte de este logro, que también lleva un poco de cada uno de ustedes.

Sandra Milena García Uriarte

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	I
CERTIFICADO DEL TUTOR.....	III
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	IV
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA.....	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
ÍNDICE GENERAL.....	XVIII
ÍNDICE DE FIGURAS	VXI
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XVII
ÍNDICE DE TABLAS	XVIII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XXII
RESUMEN.....	XXIII
ABSTRACT	XXIII
CAPÍTULO I.....	1
1. Introducción	1
1.1 Presentación del Tema.....	1
1.2 Ubicación y Contextualización de la Problemática	2
1.3 Planteamiento del Problema	2
1.3.1 Problematización.....	3
1.3.2 Génesis del Problema	3
1.3.3 Estado Actual del Problema	3
1.4 Diagrama Causa y Efecto del Problema	4
1.5 Objetivos.....	4
1.5.1 Objetivo General	4
1.5.2 Objetivos Específicos.....	4

1.6	Justificación.....	5
1.7	Impactos Esperados	5
1.7.1	Impacto Tecnológico.....	5
1.7.2	Impacto Social.....	6
1.7.3	Impacto Ecológico.....	6
CAPÍTULO II		7
2.	Marco Teórico	7
2.1	Antecedentes Históricos	7
2.1.1	Sistema Informático	7
2.1.2	Inteligencia Artificial	8
2.1.3	La Inteligencia Artificial Aplicada a la Domótica	9
2.2	Antecedentes de Investigaciones Relacionadas al Tema Presentado	10
2.3	Definiciones Conceptuales	12
2.3.1	Sistema Informático	12
2.3.2	Domótica	12
2.3.2.1	Arquitectura de un Sistema Domótico Inteligente.	12
2.3.3	Inteligencia Artificial Aplicada al Control Domótico.....	14
2.3.3.1	Deep Learning en la Domótica.	14
2.3.3.1.1	Redes Neuronales Artificiales (ANN).	15
2.3.3.1.2	Redes Neuronales Convolucionales (CNN).....	15
2.3.3.1.3	Transfer Learning en Sistemas Domóticos.	16
2.3.4	Gestión Energética	16
2.3.4.1	Eficiencia Energética en Edificios.....	16
2.3.4.2	Sistemas de Gestión de Edificios (BMS).	17
2.3.4.2.1	Componentes de un Sistema de Gestión de Edificios (BMS).....	17
2.3.4.2.2	Funciones Principales de un Sistema de Gestión de Edificios (BMS). ...	18
2.3.4.3	Automatización de Iluminación.....	19

2.3.4.4	Monitorización de Consumos Eléctricos.....	19
2.3.5	Metodología Propuesta.....	19
2.3.5.1	Metodología Scrum.	19
2.3.6	Conclusiones del Marco Teórico.....	20
CAPITULO III		21
3.	Diseño Metodológico	21
3.1	Introducción.....	21
3.2	Tipos de Investigación.....	21
3.2.1	Investigación Histórica.....	21
3.2.2	Investigación Documental.....	22
3.2.3	Investigación de Campo	22
3.2.4	Investigación Aplicada.....	22
3.3	Métodos de Investigación.....	22
3.3.1	Método Inductivo	22
3.3.2	Método Deductivo.....	23
3.3.3	Método Mixto.....	23
3.3.4	Método Experimental.....	23
3.4	Fuentes de Información de Datos	24
3.4.1	Encuestas	24
3.4.2	Entrevistas	24
3.5	Estrategias Operacionales para la Recolección de Datos	24
3.5.1	Población.....	24
3.5.2	Segmentación	24
3.5.3	Técnica de Muestreo	25
3.5.4	Tamaño de la Muestra	25
3.5.5	Análisis de las Herramientas de Recolección de Datos a Utilizar	25
3.5.5.1	Encuesta.	25

3.5.5.2. Entrevista.....	25
3.5.6 Estructura de los Instrumentos de Recolección de Datos Aplicados.	26
3.5.6.1 Encuesta.....	26
3.5.6.2 Entrevista.....	27
3.5.7 Plan de Recolección de Datos	28
3.6 Análisis y Presentación de Resultados	28
3.6.1 Tabulación de Datos Obtenidos de las Encuestas y Entrevistas	28
3.6.1.1 Tabulación de Encuestas.	28
3.6.1.2 Tabulación de Entrevistas.....	30
3.6.2 Presentación y Descripción de los Resultados Obtenidos.....	35
3.6.3 Informe Final del Análisis de los Datos (Conclusiones para el Marco Investigativo).....	35
4. Marco Propositivo	36
4.1 Introducción.....	36
4.2 Descripción de la Propuesta	36
4.3 Determinación de Recursos	37
4.3.1 Recursos Humanos.....	37
4.3.2 Recursos Tecnológicos.....	38
4.3.2.1 Hardware.	38
4.3.2.2 Software.....	39
4.3.3 Recursos Económicos	40
4.4 Etapas de Acción para el Desarrollo de la Propuesta	40
4.4.1 Fase I: Planificación.....	41
4.4.1.1 Estudio de Factibilidad.	41
4.4.1.2 Product Backlog.	42
4.4.2 Historias de Usuario	43
4.4.2.1 Historia de Usuario 1: Inicio de Sesión.	43

4.4.2.2	Historia de Usuario 2: Monitoreo del Auditorio en Tiempo Real.....	43
4.4.2.3	Historia de Usuario 3: Monitoreo del Consumo Energético.	44
4.4.2.4	Historia de Usuario 4: Gestión de Usuarios del Sistema.....	45
4.4.3	Diseño del Sistema / Descripción Técnica.....	45
4.4.3.1	Caso de Uso: Iniciar Sesión.....	45
4.4.3.2	Caso de Uso: Iniciar Sesión.....	46
4.4.3.3	Caso de Uso: Monitoreo del Auditorio en Tiempo Real.	47
4.4.3.4	Caso de Uso: Monitoreo del Auditorio en Tiempo Real	47
4.4.3.5	Caso de Uso: Monitoreo de Consumo Energético.....	48
4.4.3.6	Caso de Usos: Monitoreo de Consumo Energético.	48
4.4.3.7	Caso de uso: Gestionar Usuarios.	49
4.4.3.8	Caso de Uso: Gestionar Usuarios.	49
4.4.3.9	Diagrama de Base de Datos.....	50
4.4.4	Diagramas de Secuencia.....	51
4.4.4.1	Diagrama de Secuencia: Iniciar Sesión.	51
4.4.4.2	Diagrama de Secuencia: Monitoreo del Auditorio en Tiempo Real.	51
4.4.4.3	Diagrama de Secuencia: Monitoreo de Consumo Energético.	52
4.4.4.4	Diagrama de Secuencia: Gestionar Usuarios.....	52
4.4.5	Diagramas de Estado.....	53
4.4.5.1	Diagrama de Estado: Iniciar Sesión.....	53
4.4.5.2	Diagrama de Estado: Control de la Iluminación.	53
4.4.5.3	Diagrama de Estado: Gestionar Usuarios.	53
4.4.6	Descripción Técnica / Arquitectura del Sistema.....	54
4.4.6.1	Arquitectura del Sistema.	54
4.4.6.1.1	Nodos de cámaras IP Hikvision.	54
4.4.6.1.2	Nodo de Clasificación del Pasillo.	55
4.4.6.1.3	Nodo de Clasificación del Auditorio Completo.....	55

4.4.6.1.4	Broker MQTT.	55
4.4.6.1.5	Nodo Controlador.	55
4.4.6.1.6	Base de Datos PostgreSQL.	55
4.4.6.1.7	Nodo Dashboard.	56
4.4.6.2	Tecnologías Utilizadas.	56
4.4.6.3	Requerimientos Funcionales.....	57
4.4.6.4	Requerimientos No Funcionales.....	57
4.4.7	Roles Scrum	58
4.4.8	Planificación del Sprint	58
4.4.8.1	Sprint 1 : Configuración del Entorno y Visión Artificial.	58
4.4.8.2	Sprint 2 : Autenticación y Monitoreo del Auditorio.....	60
4.4.8.3	Sprint 3 : Consumo Energético y Gestión de Usuarios.	61
4.4.8.4	Sprint 4 : Integración de Hardware y Pruebas Finales.	62
4.4.9	Backlog del Producto	63
4.4.9.1	Sprint Backlog 1.	63
4.4.9.2	Sprint Backlog 2.	64
4.4.9.3	Sprint Backlog 3.	64
4.4.9.4	Sprint Backlog 4.	65
4.4.10	Definición de Hecho (DoD)	65
4.4.10.1	Criterios Generales.....	65
4.4.10.2	Criterios Específicos del Proyecto	66
4.4.11	Eventos Scrum.....	68
4.4.11.1	Sprint Review 1: Configuración del Entorno y Visión Artificial.	68
4.4.11.2	Sprint Review 2: Base de Datos, Autenticación y Monitoreo del Auditorio. 68	
4.4.11.3	Sprint Review 3: Consumo Energético y Gestión de Usuarios.	68
4.4.11.4	Sprint Review 4: Integración de Hardware y Pruebas Finales.	69

4.4.12	Interfaz de Usuario (UI) / Prototipos.....	70
4.4.12.1	Mapas de Navegación del Sistema.	70
4.4.13	Interfaz de Usuario / Pantallas	70
4.4.13.1	Pantalla de Inicio de Sesión.	70
4.4.13.2	Pantalla Dashboard / Monitoreo del Auditorio.	71
4.4.13.3	Pantalla de Consumo Energético.	71
4.4.13.4	Pantalla de Gestión de Usuarios.	72
4.4.14	Pruebas de Caja Negra	73
4.4.14.1	Formulario de Inicio de Sesión.	73
4.4.14.2	Formulario de Registro y Edición de Usuario.	73
4.4.15	Pruebas de Caja Blanca	73
4.4.15.1	Formulario de Inicio de Sesión.	73
4.4.15.2	Formulario de Registro y Edición de Usuario.	74
4.4.16	Incremento y Entregable	75
4.4.16.1	Sprint 1: Configuración del Entorno y Visión Artificial.	75
4.4.16.2	Sprint 2: Autenticación y Monitoreo del Auditorio.	76
4.4.16.3	Sprint 3: Consumo Energético y Gestión de Usuarios.....	76
4.4.16.4	Sprint 4: Integración de Hardware y Pruebas Finales.....	77
CAPITULO V		78
5.	Evaluación de Resultados	78
5.1	Introducción.....	78
5.2	Presentación y Monitoreo de Resultados.....	78
5.2.1	Planificación de la Evaluación	78
5.2.2	Ejecución del Monitoreo	80
5.2.2.1	Inicio de Sesión.	80
5.2.2.1.1	Pruebas de Inicio de Sesión.	80
5.2.2.1.2	Resultados de Pruebas de Inicio de Sesión.	80

5.2.2.2	Clasificación de Ocupación.....	81
5.2.2.2.1	Pruebas de Clasificación de Ocupación y Control Automático.....	81
5.2.2.2.2	Resultados de Pruebas de Clasificación de Ocupación y Control Automático.	81
5.2.2.3	Monitoreo del Consumo Energético.....	82
5.2.2.3.1	Pruebas de Monitoreo del Consumo Energético.....	82
5.2.2.3.2	Resultado de las Pruebas de Monitoreo del Consumo Energético.	83
5.2.2.3.3	Ahorro Monetario del Primer Mes de Operación.	84
5.2.2.4	Gestión de Usuarios.....	85
5.2.2.4.1	Pruebas de Gestión de Usuarios.....	85
5.2.2.4.2	Resultados de Pruebas de Gestión de Usuarios.	85
5.2.2.5	Toma de Datos con el Sistema y sin el Sistema	86
5.2.2.6	Tabla Comparativa	87
5.3	Interpretación Objetiva	87
CAPITULO VI.....		89
6.	Conclusiones Y Recomendaciones	89
6.1	Conclusiones.....	89
6.2	Recomendaciones	90
7.	Bibliografía.....	91
8.	Glosario	93
9.	Anexos.....	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama Causa y Efecto.	4
Figura 2. Ejemplo de Red Neuronal Convolucional (CNN). (Vorobioff et al., 2022, p. 179).	16
Figura 3. Diagrama de Base de Datos	¡Error! Marcador no definido.
Figura 4. Diagrama de Secuencia: Iniciar Sesión.	51
Figura 5. Diagrama de Secuencia: Monitoreo del Auditorio en Tiempo Real.....	51
Figura 6. Diagrama de Secuencia: Monitoreo de Consumo Energético.	52
Figura 7. Diagrama de Secuencia: Gestionar Usuarios.....	52
Figura 8. Diagrama de Estado: Iniciar Sesión.....	53
Figura 9. Diagrama de Estado: Control de la Iluminación.....	53
Figura 10. Diagrama de Estado: Gestión de Usuarios.	53
Figura 11. Arquitectura del Sistema Domótico del Auditorio de la ULEAM	54

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Esquema General de un Sistema Domótico Inteligente. (Martín, 2023, p. 9) ...	13
Ilustración 2. Esquema del Sistema de Gestión de Edificios (BMS). (Vorobioff, Cerrotta, Eneas, Morel, & Amadio, 2022, p. 142).....	17
Ilustración 3. Formato de Encuesta.	26
Ilustración 4. Formato de Entrevista.	27
Ilustración 5. Caso de Uso: Iniciar Sesión.	45
Ilustración 6. Caso de Uso: Monitoreo del Auditorio en Tiempo Real.....	47
Ilustración 7. Monitoreo de Consumo Energético.	48
Ilustración 8. Gestionar Usuarios.	49
Ilustración 9. Mapas de Navegación del Sistema.....	70
Ilustración 10. Pantalla de Inicio de Sesión.	70
Ilustración 11. Pantalla Dashboard / Monitoreo del Auditorio.	71
Ilustración 12. Pantalla de Consumo Energético.	71
Ilustración 13. Pantalla de Gestión de Usuarios.....	72
Ilustración 14. Nodal de Registro Nuevo Usuario.	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales Componentes de un Sistema de Gestión de Edificios (BMS). (Pozzi, 2021, p. 397).....	18
Tabla 2. Plan de Recolección de Datos.	28
Tabla 3. Tabulación de Encuestas.	30
Tabla 4. Tabulación de Entrevistas.	35
Tabla 5. Recursos Humanos Empleados.	38
Tabla 6. Recursos Tecnológicos de Hardware Empleados.	39
Tabla 7. Recursos Tecnológicos de Software Empleados.....	39
Tabla 8. Recursos Económicos Empleados.....	40
Tabla 9. Estudio de Factibilidad.....	41
Tabla 10. Product Backlog.	42
Tabla 11. Historia de Usuario 1: Inicio de Sesión.....	43
Tabla 12. Historia de Usuario 2: Monitoreo del Auditorio en Tiempo Real.	44
Tabla 13. Historia de Usuario 3: Monitoreo del Consumo Energético.....	44
Tabla 14. Historia de Usuario 4: Gestión de Usuarios del Sistema.	45
Tabla 15. Caso de Uso: Iniciar Sesión.	46
Tabla 16. Monitoreo del Auditorio en Tiempo Real.....	48
Tabla 17. Monitoreo de Consumo Energético.	49
Tabla 18. Gestionar Usuarios.	50
Tabla 19. Tecnologías Utilizadas.	57
Tabla 20. Roles Scrum	58
Tabla 21. Sprint 1 : Configuración del Entorno y Visión Artificial.....	60
Tabla 22. Sprint 2 : Autenticación y Monitoreo del Auditorio.	61
Tabla 23. Sprint 3 : Consumo Energético y Gestión de Usuarios.....	62
Tabla 24. Sprint 4 : Integración de Hardware y Pruebas Finales.	63

Tabla 25. Sprint Backlog 1.....	64
Tabla 26. Sprint Backlog 2.....	64
Tabla 27. Sprint Backlog 3.....	65
Tabla 28. Sprint Backlog 4.....	65
Tabla 29. Criterios Generales.....	66
Tabla 30. Criterios Específicos del Proyecto	67
Tabla 31. Formulario de Inicio de Sesión.	73
Tabla 32. Formulario de Registro y Edición de Usuario.....	73
Tabla 33. Formulario de Inicio de Sesión.	74
Tabla 34. Formulario de Inicio de Sesión.	75
Tabla 35. Sprint 1: Configuración del Entorno y Visión Artificial.....	76
Tabla 36. Sprint 2: Autenticación y Monitoreo del Auditorio.	76
Tabla 37. Sprint 3: Consumo Energético y Gestión de Usuarios.....	77
Tabla 38. Sprint 4: Integración de Hardware y Pruebas Finales.	77
Tabla 39. Planificación de la Evaluación.	79
Tabla 40. Pruebas de la Pantalla de Login.	80
Tabla 41. Resultados de la Validación de Autenticación de Usuarios en el Login.	80
Tabla 42. Pruebas de la pantalla Dashboard.	81
Tabla 43. Resultados de la Clasificación de Ocupación del Auditorio.....	82
Tabla 44. Resultados del Control de las Luminarias en Base a la Clasificación Detectada	82
Tabla 45. Monitoreo del Consumo Energético Diario, Semanal y Mensual.....	83
Tabla 46. Resultados obtenidos del Monitoreo del Consumo Energético	83
Tabla 47. Ahorro Energético al Implementación del Sistema.	84
Tabla 48. Pruebas en la pantalla Gestión de Usuarios	85
Tabla 49. Resultado Obtenidos de la Gestión de Usuarios	85
Tabla 50. Toma de Datos con el Sistema y sin el Sistema.....	86

Tabla 51. Comparativa del Antes y Después de la Implementación de la Aplicación	87
Tabla 52. Glosario de Términos.....	96

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Asignación de tutor: responsable de orientar y supervisar el trabajo académico....	97
Anexo B: Reporte del sistema antiplagio: informe de similitud del trabajo, indica posibles coincidencias y garantizando la originalidad del contenido presentado.	98
Anexo C: Evidencia de aplicación de encuestas.	99
Anexo D: Evidencia de las preguntas de la entrevista.	99
Anexo E: Evidencia de aplicación de la entrevista.	100
Anexo F: Evidencia de las preguntas de la encuesta.....	101
Anexo G: Evidencia de pruebas del sistema con un circuito básico de encender y apagar un led con el controlar automático del sistema.	102
Anexo H: Instalación de cámaras.....	103

RESUMEN

El presente proyecto de titulación surge ante el consumo energético innecesario y la dificultad para monitorear el uso de la iluminación en el auditorio de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión en El Carmen, situación derivada de la ausencia de un sistema automático para su control. Por lo cual, se decide proponer la implementación de un sistema informático con domótica para la gestión del consumo energético asociado a la iluminación en dicho auditorio.

Desde una perspectiva metodológica, se realizó una investigación de tipo aplicada, documental y de campo, empleando métodos inductivos, deductivo y experimental para el estudio del problema y aprobación de la propuesta planteada. Para el desarrollo del sistema se ejecutó bajo la metodología Scrum, la cual facilitó la planificación, implementación y evaluación.

La propuesta integró dos cámaras IP Hikvision, una Raspberry Pi 4, modelos de visión artificial basados en YOLOv8 para la clasificación de ocupación de espacios, módulos de relé, una aplicación web desarrollada con Flask, una base de datos PostgreSQL y el protocolo de mensajería MQTT. La integración de estos componentes permitió automatizar el encendido y apagado de las luminarias, monitorear el consumo energético y gestionar los usuarios del sistema.

Los resultados alcanzados mediante la fase de aplicación de pruebas realizadas en el entorno real del auditorio demostraron el funcionamiento correcto de cada módulo desarrollado, logrando la clasificación de ocupación del auditorio, la automatización del sistema de iluminación, el monitoreo de consumo energético en tiempo real y la gestión efectiva de los usuarios. Asimismo, la comparación del consumo energético antes y después de implementar el sistema, evidenciando la reducción del consumo eléctrico de 34,2%, confirmando la efectividad de la solución propuesta para optimizar el uso de la energía en el auditorio. En base a los resultados obtenidos se concluye que la propuesta del proyecto contribuye a la optimización del consumo energético, la reducción de costos operativos y el fortalecimiento de prácticas institucionales orientadas a la eficiencia energética y la sostenibilidad.

Palabras clave: domótica, gestión energética, visión artificial, YOLOv8, Raspberry Pi, eficiencia energética.

ABSTRACT

This thesis project arose from the unnecessary energy consumption and difficulty in monitoring lighting usage in the auditorium of the Eloy Alfaro Lay University of Manabí, El Carmen Extension, a situation stemming from the lack of an automated control system. Therefore, the project proposes the implementation of a home automation system for managing energy consumption associated with lighting in the auditorium.

From a methodological perspective, applied, documentary, and field research was conducted, employing inductive, deductive, and experimental methods to study the problem and validate the proposed solution. The system was developed using the Scrum methodology, which facilitated planning, implementation, and evaluation.

The proposal integrated two Hikvision IP cameras, a Raspberry Pi 4, YOLOv8-based computer vision models for space occupancy classification, relay modules, a web application developed with Flask, a PostgreSQL database, and the MQTT messaging protocol. The integration of these components enabled the automation of lighting control, energy consumption monitoring, and system user management.

The results achieved through the application phase of testing in the auditorium's real-world environment demonstrated the correct operation of each developed module. This resulted in auditorium occupancy classification, lighting system automation, real-time energy consumption monitoring, and effective user management. Furthermore, a comparison of energy consumption before and after system implementation revealed a 34.2% reduction in electricity consumption, confirming the effectiveness of the proposed solution for optimizing energy use in the auditorium. Based on these results, it is concluded that the project proposal contributes to optimizing energy consumption, reducing operating costs, and strengthening institutional practices focused on energy efficiency and sustainability.

Keywords: home automation, energy management, computer vision, YOLOv8, Raspberry Pi, energy efficiency.

CAPÍTULO I

Introducción

La tecnología a lo largo del tiempo ha ido moldeando y direccionando el rumbo y avance que la humanidad debe de seguir, en pos de un futuro con mayores capacidades y opciones de desarrollo personal y colectivo.

De esta forma la tecnología ha ido copando cada lugar de la sociedad y su entorno, pasando a formar parte directa e indispensable de la vida y de su cotidianidad, tanto así, que la tecnología ha ayudado a que tener un mejor estilo de vida y practicidad dentro de los hogares e instalaciones.

Los denominados hogares inteligentes o domóticos, se presentan como el siguiente avance en cuanto a la incursión de la tecnología dentro de las edificaciones y el poder controlar las diversas funciones o características con las que cuentan las instalaciones o con las que serán equipadas. A fin de facilitar la ejecución de las tareas, como encender o apagar las luces automáticamente.

La Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión en El Carmen no es ajena a esta realidad, debido a que el auditorio constituye uno de los espacios de mayor uso para todo tipo de actividades académicas, administrativas y culturales, lo cual implica un mayor uso del sistema de iluminación. Sin embargo, la gestión manual de encender y apagar las luces es ineficiente y ha repercutido en un consumo elevado de energía eléctrica, lo que ha evidenciado la necesidad de plantear una solución tecnológica que permita optimizar el proceso mediante la automatización del encendido y apagado.

En este capítulo se plantean los aspectos más generales que fundamentarán la investigación en los capítulos siguientes, como lo son: la contextualización, descripción y planteamiento del problema, el planteamiento de objetivos, su justificación e impactos esperados. Todos estos compendios definen las bases para el desarrollo de un sistema domótico orientado a mejorar la gestión del consumo energético de la ULEAM Extensión en El Carmen.

1.1 Presentación del Tema

El trabajo consiste en el diseño e implementación de un sistema informático domótico para la gestión del consumo energético en el Auditorio de la Universidad Laica Eloy Alfaro de

Manabí, Extensión El Carmen, mediante el uso de un controlador, un actuador, dos cámaras de vigilancia y una plataforma web de monitoreo.

1.2 Ubicación y Contextualización de la Problemática

La Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí extensión El Carmen, ubicada en la provincia de Manabí, es una institución educativa comprometida con la formación profesional y el desarrollo académico en la región. Dentro de sus instalaciones cuenta con un auditorio, el cual es capaz de albergar un número considerable de personas, este espacio está destinado a todo tipo de eventos académicos, culturales y administrativos por lo que requiere un uso constante del sistema de iluminación.

Actualmente la gestión energética del auditorio se realiza de forma manual, provocando que las luminarias permanezcan encendidas durante periodos innecesarios, en ausencia de usuarios. Esta práctica genera un consumo eléctrico elevado, lo que incrementa los gastos operativos de la institución.

La falta de un sistema de monitoreo y gestión eficiente evidencia la necesidad de implementar una solución domótica que permita optimizar el uso de la energía en el sitio universitario.

1.3 Planteamiento del Problema

El auditorio de la ULEAM extensión el Carmen presenta un consumo energético elevado derivado del control exclusivamente manual de su sistema de iluminación, el cual carece de un control eficiente del encendido y apagado de las luminarias, con respecto a la ocupación real del espacio, lo que se traduce en costos operativos elevados y un impacto ambiental negativo, al permanecer las luces encendidas durante periodos prolongados en los que nadie está utilizando el auditorio.

De acuerdo con la observación directa realizada a lo largo de toda mi etapa académica, pude notar que las luminarias del auditorio permanecen encendidas independientemente del nivel de ocupación del mismo. Lo que refleja un uso ineficiente del sistema lumínico.

Además, la ausencia de un sistema de monitoreo del consumo eléctrico impide establecer registros históricos de los niveles de energía, lo que imposibilita detectar patrones de uso.

1.3.1 Problemática

El auditorio de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, extensión El Carmen, cuenta con un espacio amplio con las luminarias necesarias para el desarrollo y presentación de las actividades institucionales. Sin embargo, optimizar el uso de las luminarias es fundamental para alargar su vida útil, esto resulta indispensable para garantizar la máxima eficiencia de los recursos disponibles de la institución.

Una de las causas del consumo energético elevado es la mala administración del encendido y apagado de las luces, puesto que esta se realiza de manera manual lo que se torna ineficiente, debido a factores como el olvido por parte del personal, la ausencia del personal encargado del auditorio, la falta de coordinación entre dicho personal y quienes solicitan el uso del espacio.

El problema se agrava al no contar con algún sistema de automatización, que permita solventar todas las fallencias que se identificaron con anterioridad. Estos problemas no solo afectan la economía institucional, sino que también limitan el potencial de la institución para adoptar prácticas innovadoras y amigables con el medioambiente.

1.3.2 Génesis del Problema

El problema en la gestión y control energético del auditorio de la ULEAM, Extensión El Carmen, evidencia que no se cuenta con una plataforma para monitorear el uso energético en tiempo real. Como consecuencia, los dispositivos comenzaron a permanecer encendidos innecesariamente y al no contar con un registro de uso del auditorio, nadie se responsabilizaba de verificar si las luminarias eran apagadas o no. Esta falta de automatización y de control desembocó en un uso deficiente de los recursos eléctricos dentro de la institución.

Con el pasar de los años, el número de carreras disponibles y de alumnos aumentó, lo que ha hecho que el número de eventos en el auditorio, su nivel de uso y de ocupación se intensifiquen. Debido a todo esto la extensión recibe en sus instalaciones un flujo intermitente de personas, lo que eleva su consumo energético. Situación que se agrava aún más, debido a la falta de controles automatizados que enciendan y apaguen los equipos de iluminación de manera precisa en presencia o ausencia de personas.

1.3.3 Estado Actual del Problema

En la actualidad el auditorio de la ULEAM Extensión El Carmen es capaz de albergar un número considerable de personas, entre visitantes, docentes y alumnado. Debido a esto, cada

vez es más recurrente la utilización del auditorio para: presentaciones, exposiciones, shows, obras a cualquier momento u horario del día. Esto dificulta en gran medida el poder gestionar el elevado gasto energético debido a la ausencia de algún sistema de automatización de los equipos y de un monitoreo del consumo de kWh de las luminarias, para determinar de cuánto es el consumo real de dichos equipos eléctricos en el auditorio.

1.4 Diagrama Causa y Efecto del Problema

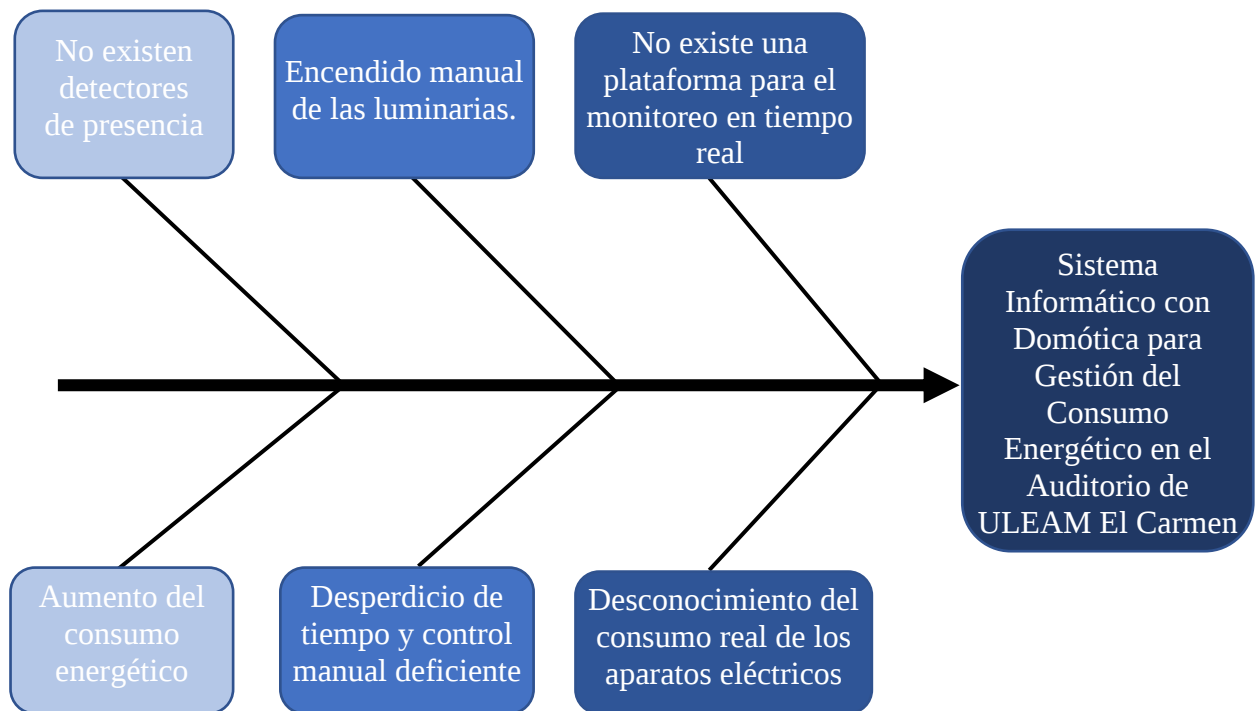


Figura 1. Diagrama Causa y Efecto.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Implementar un sistema informático con domótica que permita gestionar el consumo energético en el auditorio de ULEAM Extensión El Carmen.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Establecer la problemática mediante el estudio del contexto actual de la operatividad del sistema de iluminación del auditorio de la ULEAM Extensión El Carmen para delimitar el alcance del proyecto de titulación.
- Investigar en fuentes bibliográficas, documentales e investigativas con el fin de sustentar el marco teórico del proyecto de titulación.

- Realizar encuestas al alumnado y entrevistas a los docentes de la ULEAM a fin de evaluar la percepción que tienen los diferentes usuarios del auditorio.
- Desarrollar un sistema domótico para el auditorio de la ULEAM Extensión El Carmen que permita el encendido o apagado automático de luminarias, mediante un modelo de clasificación de ocupación, a través de una aplicación web.
- Evaluar el funcionamiento y estabilidad del sistema domótico en general mediante el control de los procesos principales.

1.6 Justificación

El presente proyecto tiene como propósito diseñar e implementar un sistema informático domótico para gestionar el consumo energético en el auditorio de la ULEAM Extensión El Carmen. Esta propuesta surge de la necesidad de optimizar la gestión energética, mediante la implementación de un sistema automático de encendido y apagado de las luces, utilizando técnicas de clasificación de escenarios basado en visión artificial. Con esta propuesta se busca reducir el consumo energético ocasionado por la intervención manual de las luminarias.

La implementación de este sistema en el auditorio de la ULEAM es importante porque mejoraría la gestión del consumo energético del sistema lumínico, ofreciendo un control automatizado y un monitoreo continuo del lugar. En un entorno académico en donde la eficiencia energética es esencial, se vuelve imprescindible contar con herramientas tecnológicas que permitan gestionar de manera inteligente los recursos eléctricos con los dispone la institución.

Es así que, además de atender la necesidad puntual del auditorio, este proyecto podrá servir como guía o referencia para ser adoptada en otras áreas dentro de la universidad a fin de corregir problemas similares que se detecten relacionados a la gestión energética.

1.7 Impactos Esperados

1.7.1 Impacto Tecnológico

Desde una perspectiva tecnológica, la investigación aportará al fortalecimiento del desarrollo tecnológico de la Universidad mediante el uso de soluciones domóticas, visión artificial y automatización para gestionar el consumo energético. La implementación de este sistema extenderá la vida útil de los equipos, lo que se traducirá en ahorros para la institución,

además de que impulsará la transformación digital dentro de la universidad, al cambiar los procesos manuales por soluciones automáticas que hacen de manera eficiente e independiente.

Igualmente, la investigación promoverá la utilización de herramientas tecnológicas digitales dentro de la institución para demostrar que las universidades pueden emerger con el uso de estas soluciones. Finalmente, la arquitectura desarrollada podrá servir como referencia a futuros proyectos tecnológicos.

1.7.2 Impacto Social

Desde la perspectiva social la implementación del proyecto contribuirá a mejorar la gestión energética dentro el auditorio, priorizando la gestión de los recursos de manera más consciente por parte de la comunidad universitaria y del personal que labora dentro de la institución. Es así que los principales beneficiarios de poner en ejecución del sistema domótico dentro del auditorio es el personal que lo administra, las autoridades de la universidad, y todos los usuarios que hagan uso de estas instalaciones.

Su puesta en marcha facilitara mantener un control del estado de las luminarias en cuanto a su encendido y apagado, al reducir la dependencia del trabajo manual del personal necesario para estar al pendiente del auditorio, permitiendo así que el personal utilice su tiempo en ocuparse de otras tareas o actividades.

1.7.3 Impacto Ecológico

La reducción de consumos eléctricos innecesarios ayudará a gestionar los recursos de manera más sostenible y eficiente, por lo cual, no solo será beneficioso económicamente para la institución, sino que también tendrá un impacto positivo en el medio ambiente, al disminuir el uso eléctrico. Adoptar estas prácticas más sostenibles permitirá a la institución contribuir a la conservación del medio ambiente y alinearse con los principios de desarrollo sostenible que son cada vez más importantes dentro de una institución.

Al digitalizar el control de las luces y el monitoreo mediante la plataforma web, la universidad dependerá menos de trabajo manual y generará un impacto menor al medio ambiente; además, al apostar por soluciones tecnológicas más actuales, la universidad irá fomentando una cultura responsable y amigable con la naturaleza.

Una gestión eficiente del consumo energético apoyada en un sistema domótico favorecerá un uso más efectivo de los recursos disponibles. Además de promover prácticas sustentables, así la institución progresará en sus metas de desarrollo, fomentando acciones responsables que benefician a la comunidad universitaria como al entorno donde se desarrollan.

CAPÍTULO II

Marco Teórico

2.1 Antecedentes Históricos

2.1.1 *Sistema Informático*

Un sistema operativo es un conjunto de componentes tanto humanos como tecnológicos, que se relacionan entre sí para procesar, almacenar o transmitir algún tipo de información que ayuda a la toma de decisiones para automatizar procesos extensos.

Los sistemas informáticos están compuestos por elementos físicos que permiten procesar, almacenar y transferir la información requerida, mientras que su parte lógica que comprenden los programas, aplicaciones y firmware se encargan de controlar el funcionamiento del sistema en general. Mientras que la parte humana que serían los usuarios serán los encargados de administrar, ingresar datos y establecer normas o procesos para el resto de componentes del sistema informático.

Los sistemas informáticos como tal, tiene sus orígenes en las herramientas primitivas de cálculos, como lo es: el ábaco antiguo creado alrededor del año 3000 a.c para posteriormente convertirse en las calculadoras rusticas de principios del siglo XVII. Luego alrededor del año 1642 se inventa la pascalina desarrollada por el matemático y físico francés Blaise Pascal para realizar operaciones aritméticas sencillas o básicas. Posteriormente en el año de 1822 el ingeniero y matemático británico Charles Babbage desarrolla la Maquina Diferencial la cual era capaz de realizar cálculos medianos de manera automática la cual años después evolucionó en lo que sería denominada la Maquina Analítica en el año 1837 la cual es catalogada como el primer diseño de una computadora programable general. Casi un siglo después ya en los años 40 y 50 aparece las primeras computadoras con válvulas o tubos de vacío. En la década los 60 aparece el transistor sustituyendo a las válvulas de vacío, posteriormente entre 1966 y 1971 se introducen los primeros circuitos integrados y chips. En la década los dos 70 los chips evolucionan a microchips y microprocesadores hasta llegar al siglo presente en donde existen computadores avanzados, cuánticos y diferentes tipos de lenguajes de programación, sistemas operativos y sistemas informáticos de toda índole y escala.

Los sistemas informáticos se han ido especializando y adaptando hasta el presente, para llevar a estar integrado incluso en pequeños gadget o dispositivos dentro de hogares, edificios y demás estancias donde se requiera automatizar algún proceso de manera autónoma e independiente.

En la actualidad los sistemas operativos están interrelacionados con prácticamente cada aspecto de la vida moderna de las personas, pasando desde su uso meramente académico hasta estar dentro de nuestros hogares y diferentes dispositivos electrónicos de uso cotidiano. Dentro de la domótica son ampliamente utilizados debido a su bajo coste y facilidad de aplicación por lo cual es una pieza clave para la ejecución del presente trabajo y la realización de sistema domótico.

2.1.2 *Inteligencia Artificial*

La inteligencia artificial es un área que abarca varias disciplinas de la informática, capaz de desarrollar aplicaciones y sistemas que faciliten las tareas diarias de las personas, las cuales se van alimentando y perfeccionando mediante el aprendizaje, el entrenamiento, el razonamiento y la comprensión el lenguaje natural.

La capacidad de la inteligencia artificial se base en su capacidad para poder realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana. Este tipo de actividades o procesos que realizan pueden ser de índole muy variadas, como puede ser: comprender y entender patrones, analizar grandes cantidades de texto e información, tomar decisiones en base a datos y procesamiento lógico, etc.

Los inicios de la inteligencia artificial podrían rastrearse hasta sus inicios que van desde los denominados autómatas alrededor del siglo VII a.c mencionados en cuentos y escritos históricos, pasando por las primeras ideas filosóficas de Aristóteles en el siglo IV a.c sobre la lógica deductiva. Pero la inteligencia artificial como tal aparece por primera vez a mediados del siglo XX, el artículo “Computing Machinery And Intelligence” propuesto por el matemático, lógico y criptógrafo británico Alan Turing quien a mitad del siglo XX en 1950 propuso el denominado “Test Turing” el mismo que se utilizó para evaluar por primera vez la inteligencia de una máquina. Años más tarde en 1956 el científico estadounidense John McCarthy acuñó por primera vez el termino de “Inteligencia Artificial” estableciéndolo como una nueva disciplina de estudio. Ya en 1959 el científico cognitivo y matemático estadounidense Marvin Minsky cofundador del Laboratorio de la IA del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) propuso los primeros trabajos en redes neuronales y percepción que influyeron en la creación

de los primeros sistemas cognitivos, hasta llegar al siglo presente y el auge actual de modelos como: ChatGPT, Gemini, Grok y demás modelos de inteligencia artificial desarrollados en esta década.

La inteligencia artificial posee un amplio campo de aplicación debido a su naturaleza propia donde predomina el autoaprendizaje , por tal razón esta tecnología se ha diversificado en distintas ramas y disciplinas a lo largo del presente siglo como pueden ser IA de utilidad médica, de reconocimiento de rostros o identificación de personas, IA de procesamiento de libros y textos en grandes cantidades o volúmenes, así como IA para reconocimiento de lugares y escenarios mediante visión por computadora y entrenamiento de reconocimiento.

Debido a su utilidad de aprendizaje mediante entrenamiento es que es ideal utilizarla para sistema de monitorización, clasificación y reconocimiento según criterios previamente definidos y que el sistema a partir de esos datos trabaje, se corrija y aprenda de manera autónoma.

2.1.3 *La Inteligencia Artificial Aplicada a la Domótica*

La IA en la domótica aporta en las capacidades de análisis y predicciones avanzadas, facilitando la gestión inteligente los recursos del hogar, con la finalidad de simplificar y ahorrar tiempo en tareas cotidianas para los humanos.

En 1956 el científico estadounidense John McCarthy organizó la Conferencia de Dartmouth en donde se expone por primera vez el término “Inteligencia Artificial” el mismo que posteriormente inspira al desarrollo de aplicaciones en automatización, como el ECHO IV desarrollado por el ingeniero escocés Jim Sutherland en 1966 y conocido por ser el primer hogar computarizado así como el protocolo X10 desarrollado en 1975 por Pico Electronics el cual permitía el control remoto mediante la utilización de los líneas o tendidos eléctricos de la época. Las predicciones del CEO Bill Gates en 1991 en The Road Ahead sobre el futuro de los hogares inteligentes motivaron y dieron impulso al mundo de la automatización, también la creación de protocolos como Zigbee en el año de 1998 y de Z-Wave en el 2001 para orientar todo sobre el Internet de las Cosas (IoT). A principios del siglo XXI se presentan los primeros electrodomésticos con IA básica, en el 2011 Google presenta su Nest Learning Thermostat el mismo que mediante el Machine Learning aprende hábitos de uso, para el año 2014 la empresa Amazon presenta su sistema Echo el mismo que incorpora el asistente Alexa, así como también lo hace la empresa Apple con su HomeKit y su asistente Siri, ambos integraban el procesamiento y reconocimiento de lenguaje natural. Ya para principios del año 2020 los

motores como OpenAI y GPT destacan en respuestas personalizadas avanzadas por texto o por voz, en 2021 se presenta el protocolo Matter para la interoperabilidad y la IA multimodal en el 2022 han establecido el mundo actual de la inteligencia artificial y su aplicación en la domótica, de hecho, Garter proyecta que en el 2025 la mayoría de los hogares contarán con al menos un dispositivo domótico.

La trayectoria histórica sobre la inteligencia artificial aplicada a la domótica ha avanzado desde sistemas automatizados básicos hasta soluciones de mayor complejidad que son capaces de aprender patrones de uso, procesar el lenguaje humano y trabajar en conjunto con diferentes dispositivos eléctricos. En este trabajo se enmarca el uso de modelos de visión artificial basados en YOLOv8 para la clasificación de ocupación del auditorio permitiendo una gestión eficiente de las luminarias en entornos reales de uso, de manera similar a los dispositivos de aprendizaje automáticos que se mencionaron anteriormente

2.2 Antecedentes de Investigaciones Relacionadas al Tema Presentado

Torres et al. (2021) plantean una investigación llamada: “Sistema de Procesamiento de Imágenes y su Influencia en la Gestión del Consumo Energético Residencial”. El objetivo del proyecto fue diseñar un sistema de procesamiento de imágenes implementado en una Raspberry Pi, mediante sensores y algoritmos, permite la clasificación de personas para optimizar el consumo energético, garantizando un control y monitoreo eficiente de los equipos. Este sistema tuvo como finalidad de promover el uso de tecnologías que fomenten un consumo sostenible de energía dentro de la institución, mejorando la eficiencia operativa de los equipos de climatización y reduciendo gastos innecesarios de energía.

Esta investigación se enfoca en el procesamiento de las imágenes y su calificación posterior mediante algoritmos, es así que, el actual sistema autónomo también utiliza el entrenamiento de IA mediante imágenes para la clasificación de escenarios dentro del auditorio, a partir de los cuales los algoritmos reconocerán y ejecutarán las acciones programadas.

Wilchez Ramón (2022) presentó una investigación llamada: “Implementación de Redes Neuronales Artificiales en el Control Domótico de Iluminación en una Vivienda”. El objetivo del proyecto fue el de implementar una red neuronal artificial en el control domótico de iluminación en una vivienda plurifamiliar conocida como piso, mediante la captación y procesamiento de datos de presencia para obtener una respuesta y predicción del comportamiento del sistema de iluminación. Este trabajo tuvo como fin la implementación de

una red neuronal artificial en el control domótico de iluminación en una vivienda plurifamiliar conocida como piso se lleva a cabo a partir de la instalación de sensores de presencia así como también relés que permitan el control a través de una Raspberry el encendido y apagado de las luces de manera manual y automática.

Em ambos proyectos se utilizaron redes neuronales artificiales a fin de entrenar modelos de IA para la clasificación de escenarios. Dicha clasificación opera de manera autónoma a partir del entrenamiento previo del modelo mediante la carga de diferentes imágenes de los escenarios posibles dentro del auditorio de la extensión.

Peña de Loza e Ibarra-Villegas (2024) presentaron su artículo titulado: “Implementación de Tecnologías IoT para la Reducción del Consumo Energético en Oficinas Inteligentes Mediante el Control de la Iluminación”. El proyecto tuvo como objetivo implementar una oficina inteligente basada en tecnologías IoT para monitorear y controlar el consumo energético de diferentes dispositivos eléctricos, con especial énfasis en la automatización de la iluminación. Para ello, se utilizaron sensores de estado de puertas, sensores de presencia y actuadores, con el propósito de establecer escenas para controlar automáticamente las luminarias.

El tema de Ibarra y Peña al igual que el presente trabajo tienen problemáticas similares debido al funcionamiento innecesario de las luminarias y su desperdicio energético. De igual forma de utiliza el mismo sistema de comunicación MQTT y el uso de Raspberry Pi como centro de procesamiento de todos los sensores.

Valer Hamilton (2026) propuso como tema “Automatización para Reducir el Consumo Energético en la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas de la UNAMAD”. El proyecto tuvo como objetivo abordar el elevado consumo energético existente en las instalaciones de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas de la UNAMAD mediante el diseño e implementación de un sistema automatizado para optimizar el uso de la energía eléctrica. Este trabajo tuvo como propósito integrar una Raspberry Pi y un Controlador Lógico Programable (PLC) para realizar el monitoreo y control de diferentes dispositivos eléctricos, entre ellos sistemas de iluminación, ventilación y equipos electrónicos.

El proyecto de Valer Hamilton fue realizado en un entorno académico igual que el actual proyecto que se lo realizó en el auditorio de la Universidad y ambos buscaron mejorar la gestión energética mediante la automatización de dispositivos eléctricos. Incluyen la integración entre la Raspberry Pi y un Controlador Lógico Programable (PLC) para controlar los periféricos y demás señores.

2.3 Definiciones Conceptuales

2.3.1 Sistema Informático

“Un sistema informático, es un conjunto de elementos que permite almacenar y procesar información mediante una serie de partes interrelacionadas entre sí, haciendo posible el tratamiento automático de la información” (Campos y Campos, 2023, p. 110). En el sentido básico, se puede definir a un sistema informático como aquel comprendido de hardware, software y parte humana la cual mediante la tabulación de datos o procesamiento, se obtiene como respuesta información útil o deseada por parte de la persona que ingresa dichos datos.

En el presente trabajo el sistema informático es la base bajo la cual se desarrollará el proyecto en su totalidad, debido a que en él se integran los diferentes componentes de hardware y software necesarios para la implementación del sistema domótico. En la cual se puede comprobar la comunicación entre los diferentes periféricos y procesos con los que cuenta el sistema de automatización de encendido y apagado de las luminarias.

2.3.2 Domótica

La domótica es el conjunto de tecnologías aplicada a los hogares u edificios, en la cual los diferentes gadgets, dispositivos o periféricos se comunican entre sí para poder coordinar acciones, además se apoyan o dependen de la propia infraestructura local ya instalada para poder automatizar o controlar diferentes procesos o áreas. Es así que según los expresa Starlean (2023) “la domótica es la tecnología que permite conectar y controlar a distancia los distintos aparatos y electrodomésticos que hay en una casa, haciéndola más segura, cómoda y eficiente” (p. 144).

La domótica busca mejorar las condiciones o calidad de vida de las personas facilitando su estilo de vida, confort y seguridad a los usuarios y demás residentes de un hogar, edición, área o espacio cerrado específico. Es así que, la domótica cobra importancia en el presente trabajo, ya que en ella se fundamenta todo el presente proyecto, su modelo de conexión, y de acciones coordinadas que son las idóneas para realizar un proceso automatizado de encendido y apagado de luces dentro de un auditorio.

2.3.2.1 Arquitectura de un Sistema Domótico Inteligente.

Para Barranco (2023), un sistema domótico “permite la comunicación entre el usuario y los objetos conectados que conforman la instalación (vivienda, local, edificio...), recopilando la información procedente de esos objetos conectados, procesándola y

emitiendo las órdenes que permiten la ejecución de las acciones preestablecidas por el usuario” (p. 11).

Este conjunto de tecnologías que permiten el control remoto y la automatización de ciertos procesos o tareas se han venido desarrollando en favor de mejorar el confort, seguridad y eficiencia de los recursos con los que se cuenta. Estas comunicaciones se las realiza a través de textos, comandos eléctricos o comando de voz, convirtiendo a esta ultima la forma más presente actualmente en la mayoría de los hogares inteligentes ya que los asistentes virtuales ofrecen el acceso más sencillo e inicial al mundo de la domótica.

Con la domótica incorporamos las nuevas tecnologías al equipamiento de viviendas y edificios de forma que el usuario puede controlar de manera centralizada todos los elementos que componen la instalación. Para ello debemos instalar una serie de sensores que determinen la acción a partir de unos parámetros previamente establecidos por el usuario. (Barranco, 2023, p. 11)

Desde hace algún tiempo se está aplicando estos nuevos sistemas que permiten la automatización de forma específica en lugares en donde se desea tener un mayor control de las instalaciones y equipos disponibles además de independencia y optimización en cuanto a su uso o manipulación mediante la detección de ciertos eventos o actuadores previamente programados.

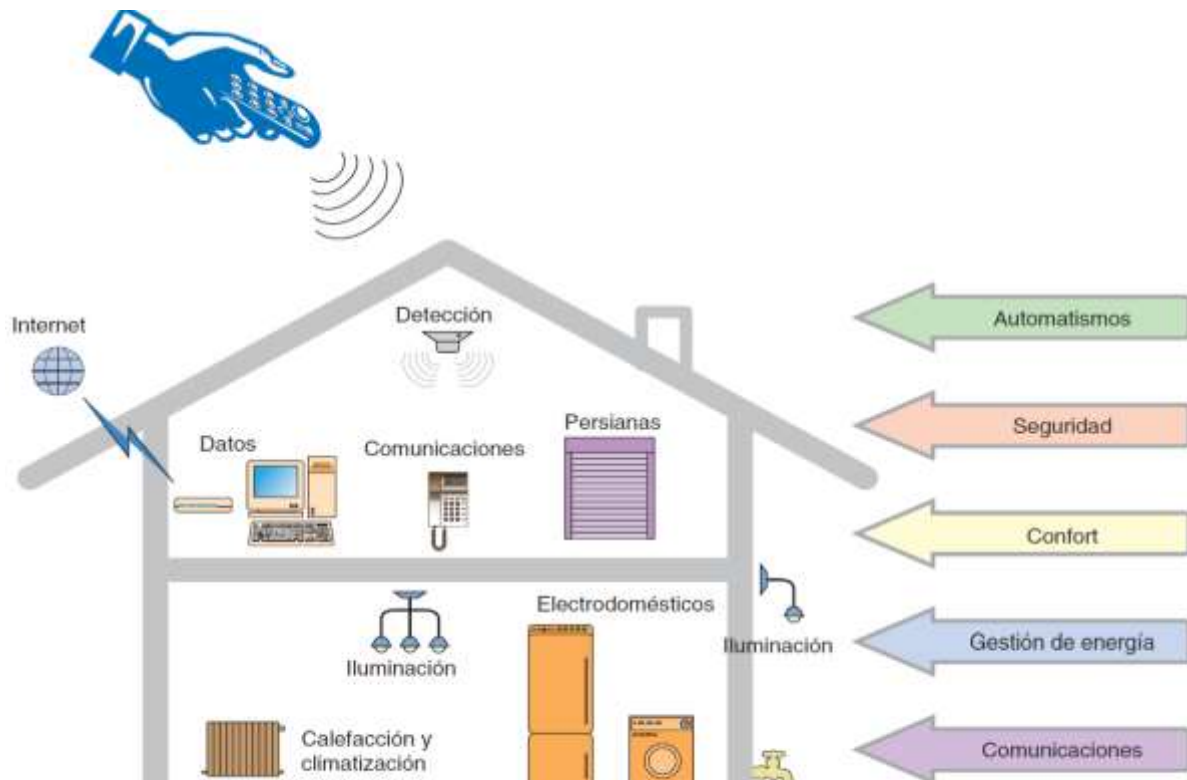


Ilustración 1. Esquema General de un Sistema Domótico Inteligente. (Martín, 2023, p. 9)

Una instalación de domótica se alimenta de las señales que pueda percibir, como pueden ser: de movimiento, temperatura, presión, luminosidad y el reconocimiento de personas u objetos. Dentro de estos elementos que componen una red de domótica y que captan dichas señales están:

- Los sensores.
- Los actuadores.
- Preactuadores.
- Nodos.

2.3.3 *Inteligencia Artificial Aplicada al Control Domótico*

La domótica, al igual que cualquier tecnología, ha ido actualizándose y mejorando con el pasar del tiempo acoplándose a los avances que se van suscitando como, por el ejemplo, la irrupción de la inteligencia artificial.

“La inteligencia artificial hace posible que las máquinas aprendan de la experiencia (Machine Learning y Deep Learning), se ajusten a nuevas aportaciones y realicen tareas como hacen los humanos” (Huidobro, 2020, p. 60). Mediante su uso los equipos domóticos se pueden perfeccionar y optimizar su uso debido al aprendizaje automático y profundo que la inteligencia artificial es capaz de lograr.

La inteligencia artificial se ha convertido en una de las mayores innovaciones en varios campos en los últimos años y el área de la domótica no es la excepción. Este auge tecnológico promueve el desarrollo de programas bien entrenados para simplificar las tareas humanas (Fernández de Silva, 2023), transformando de esta forma lo que la domótica puede hacer, ya que pasa de una simple automatización a un sistema de aprendizaje que se acopla o adapta de manera automática a las rutinas de los usuarios.

2.3.3.1 Deep Learning en la Domótica.

El Deep Learning o aprendizaje profundo es un subcampo de la IA en el cual sirve para entrenar modelos de software, lo hace con la utilización de grandes volúmenes de datos o información, con el propósito de lograr reconocer patrones de manera automática, además de poder realizar predicciones sobre esos patrones y de mejorar o aprender por sí misma.

“Posee la capacidad de usar los algoritmos de aprendizaje profundo y automático para analizar grandes cantidades de datos. De manera similar, la inteligencia artificial

funciona a través del aprendizaje automático, donde las máquinas aprenden de los datos, la experiencia y la ejecución de estos para procesar grandes cantidades de información” (Fernández, 2023, p. 13).

Dicho aprendizaje profundo se desglosa del campo de la inteligencia artificial y el Machine Learning, los mismo que mediante el uso de las redes neuronales de múltiples capas son capaces de procesar y analizar grandes cantidades de datos complejos. Todo esto con el fin de tratar de imitar el procesamiento cerebral que realiza el cerebro humano.

2.3.3.1.1 *Redes Neuronales Artificiales (ANN).*

“Una red neuronal artificial (RNA) está formada por la interconexión de unidades de procesamiento llamadas neuronas, formadas por bloques no lineales distribuidas en toda la red neuronal” (Vorobioff et al., 2022, p. 5). Este sistema de redes neuronales utiliza los nodos interconectados, los mismos que posteriormente son reorganizados mediante capas de entrada, ocultas y salida con la intención de poder procesar la mayor cantidad de datos posibles.

“Los sistemas neuronales artificiales (ANS) en cierta forma imitan la estructura del sistema nervioso, generando sistemas de procesamiento paralelos, distribuidos y adaptativos, que llegan a presentar cierto comportamiento inteligente” (Vorobioff et al., 2022, p. 5).

Al entrenar los modelos de software mediante el uso de la inteligencia artificial, estos pueden volverse más adaptativos e inteligentes ya que los modelos pueden ser entrenados para diversas tareas, como pueden ser:

- Reconocimiento de imágenes o de rostros.
- Procesamiento de lenguaje natural y de textos.
- La conducción de vehículos autónomos.
- La prevención, detección y diagnóstico en el área de la salud.

2.3.3.1.2 *Redes Neuronales Convolucionales (CNN).*

“Las redes neuronales convolucionales (CNN), utilizan datos de entrada de tamaño fijo (vectores de dimensionalidad fija) y asignan etiquetas de salida o valores analógicos” (Vorobioff et al., 2022, p. 141). De esta manera, el sistema es capaz de realizar un aprendizaje profundo que se especializa de manera particular en el procesamiento de datos visuales e imágenes, tratando de imitar el procesamiento visual humano.

Este tipo de red de aprendizaje ha mostrado ser adecuado para resolver problemas de predicción de regresión y de clasificación. Las CNN se han convertido en el método de referencia para problemas de predicción que involucren imágenes, ya que utiliza filtros para encontrar patrones (Vorobioff et al., 2022).

2.3.3.1.3 *Transfer Learning en Sistemas Domóticos.*

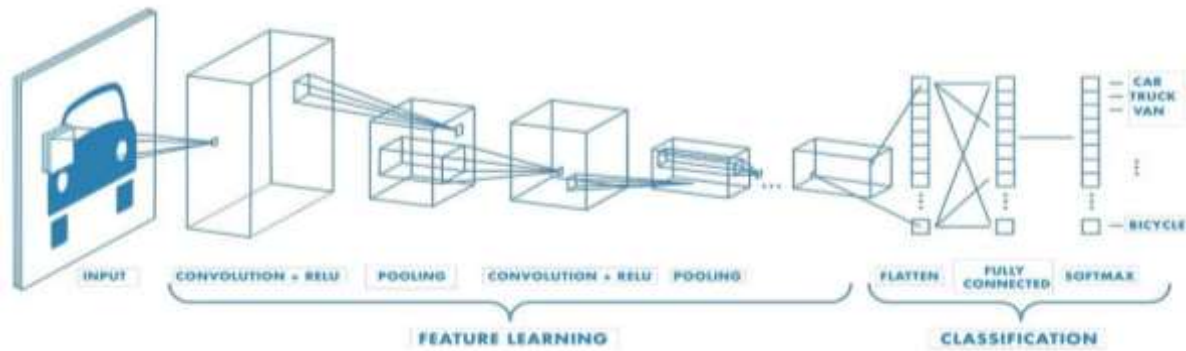


Figura 2. Ejemplo de Red Neuronal Convolutiva (CNN). (Vorobioff et al., 2022, p. 179)

Para Muñoz (2024), el transfer learning se define como el aprendizaje por transferencia que aprovecha el conocimiento adquirido por el Machine Learning en una tarea anterior para mejorar el rendimiento en una nueva tarea. El proceso consiste en:

- Preentrenamiento general: el modelo se entrena previamente en una tarea o conjunto de datos general.
- Transferencia a la nueva tarea: se transfiere el modelo preentrenado a la nueva tarea y se realiza un ajuste fino utilizando un conjunto de datos específico para la nueva tarea. (pp. 103-104)

La transferencia de información se la realiza a partir de la información aprendida en procesos anteriores, ya que reutiliza elementos de modelos previamente entrenados, a fin de realizar tareas similares. Esto reduce significativamente la cantidad de recursos necesarios para realizar ciertas actividades.

2.3.4 *Gestión Energética*

2.3.4.1 *Eficiencia Energética en Edificios.*

La eficiencia eléctrica en las edificaciones requiere que el consumo que estos realizan de manera inteligente y automática a fin de poder eliminar cualquier uso innecesario de los diferentes dispositivos eléctricos con los que cuentan las infraestructuras. “Este servicio puede

desarrollarse desde el control del consumo, mediante interruptores y/o enchufes inteligentes u otros mecanismos de control” (Ruiz, 2020, p. 134).

Cuando se habla de consumo, no se puede perder de vista la propia red eléctrica del hogar, sobre ella se asienta la concepción principal, ya que todos los elementos que consumen toman la energía a través de esta red. Los edificios no son la excepción, al igual que cualquier hogar, las edificaciones en su mayoría, depende en su totalidad del suministro eléctrico habitual y de las instalaciones eléctricas con las que fue construido y con las que opera en su cotidianidad.

2.3.4.2 Sistemas de Gestión de Edificios (BMS).

Al ser una plataforma computarizada de manera central la cual supervisa, controla y programa el resto de la infraestructura técnica con la que cuenta un edificio, esta plataforma es capaz de a través de sensores y controladores optimizar de la mejor manera posible los recursos con los que cuentan las edificaciones, transformándolos así en edificios inteligentes y de gestión optima.

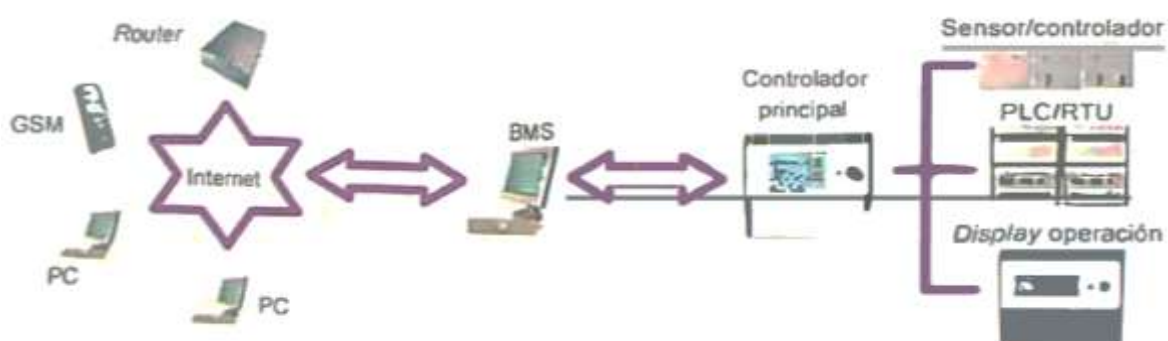


Ilustración 2. Esquema del Sistema de Gestión de Edificios (BMS). (Vorobioff, Cerrotta, Eneas, Morel, & Amadio, 2022, p. 142)

Si bien, los equipos de control automático están distribuidos en todo el edificio, la supervisión y la modificación de los parámetros de control se realiza desde un solo lugar. Por eso estos sistemas permiten al operador obtener datos, realizar programaciones y operar con la finalidad de ahorrar energía, disminuir el consumo de agua y combustible, optimizar la calidad de los servicios, asegurar la integridad del equipamiento y programar las tareas de mantenimiento. (Pozzi, 2021, p. 395)

2.3.4.2.1 Componentes de un Sistema de Gestión de Edificios (BMS).

Físicamente un Sistema de Gestión de Edificios (BMS), se compone de una serie de componentes físicos y digitales que se vinculan a un equipo o sistema que debe operar

de manera automática. Dichos componentes contienen: controladores, borneras, relés auxiliares y algún otro componente menor. Estos dispositivos se suelen ubicar próximos al equipo a comandar y están conectados entre sí mediante una línea de transmisión, que puede ser cableada o inalámbrica. (Pozzi, 2021)

Entre los principales componentes que acompañan un Sistema de Gestión de Edificios (BMS) están:

Componentes	Funciones
Sensores (entradas)	Son los encargados de recopilar información o datos externos como puede ser: niveles de humedad, temperatura y aire.
Controladores (cerebro)	Son aquellos dispositivos encargados de recibir los datos o las señales que transmiten los sensores de entradas y que luego son procesados, para posteriormente ser enviados como comandos a través de protocolos.
Actuadores (salidas)	Son aquellos dispositivos que reciben los datos, señales o información enviada por los controladores para realizar acciones físicas como pueden ser: abrir o cerrar, encender o apagar dispositivos.
Software de gestión	Programa el funcionamiento de los controladores, sincroniza las tareas de transmisión, provee una interface gráfica que permite la visualización de información o datos.
Infraestructura de red y dispositivos supervisores	Elementos sobre los cuales se asientan los controladores los cuales se conectan a un servidor o red centralizada para compartir información entre ellos.

Tabla 1. Principales Componentes de un Sistema de Gestión de Edificios (BMS). (Pozzi, 2021, p. 397)

2.3.4.2.2 Funciones Principales de un Sistema de Gestión de Edificios (BMS).

Los Building Management Systems (BMS) permiten la automatización de edificios y también la monitorización y un control dinámico. Este sistema controla y gestiona los diferentes equipos que tiene integrados el edificio en sus instalaciones térmicas y eléctricas, la iluminación, los sistemas energéticos, los sistemas de detección de incendios, los sistemas de control de accesos, etcétera. (Rey et al., 2020, p. 244)

Entre sus principales funciones o características que presenta un sistema de gestión de edificios destacan dos:

- Controlar y optimizar la operación de los sistemas de manera autónoma, aumentando de manera considerable el factor de eficiencia
- Automatizar y aumentar la eficiencia, al optimiza la operación de los equipos, lo que implica un ahorro económico, evitando el uso indebido de los sistemas e instalaciones.

2.3.4.3 Automatización de Iluminación.

“El sistema de control de luminarias DALI, desglosado de su acrónimo Digital Addressable Lighting Interface, está enfocado a redes que tienen como objetivo el control de la iluminación dentro de la automatización directa de los edificios” (Rey et al., 2020, p. 255).

Esa red de automatización suele estar compuesta por un controlador, una fuente de alimentación y uno o varios dispositivos de salida, además puede ser aplicable tanto para la iluminación debido a que ambas dependen de los mismo sensores o actuadores para su funcionamiento de encendido y apagado automático.

2.3.4.4 Monitorización de Consumos Eléctricos.

Las necesidades energéticas de un edificio se componen de la demanda de energía primaria eléctrica y térmica, de calefacción, aire acondicionado, ventilación, iluminación y equipos auxiliares que dan servicio al propio edificio. El cálculo de esta demanda energética se realiza a través de un balance energético de cargas térmicas o consumo eléctrico medidos en kw/h que entran o salen del edificio objeto de estudio. (Rey et al., 2020)

2.3.5 Metodología Propuesta

2.3.5.1 Metodología Scrum.

La metodología Scrum según lo expone Zalimben (2022), “es un framework o marco de trabajo desarrollado bajo el manifiesto ágil, que ayuda a las personas, equipos y organizaciones a generar valor a través de soluciones adaptativas para problemas complejos” (p. 3). Dicha metodología busca encontrar y desarrollar soluciones de manera rápida y óptima a problemas previamente determinados, en donde cada miembro del personal tiene sus funciones y tareas plenamente identificadas, y sus resultados o avances son presentados en períodos cortos de tiempo llamados sprints.

2.3.6 Conclusiones del Marco Teórico

El análisis del marco teórico permitió reconocer que como conceptos fundamentales los sistemas informáticos, la domótica, visión artificial y la inteligencia artificial, integra conceptos necesarios para comprender la automatización y gestión eficiente del consumo de recursos energéticos. Además, se marcan un progreso clave en la automatización de hogares y edificios, impulsada por el Machine Learning, el Deep Learning y el Transfer Learning, que han sido capaces de optimizar procesos lo que permitió que el uso de la domótica se haya profundizado en los hogares y demás edificaciones en donde se requiere que haya plataformas de monitoreo, sistemas capaces de optimizar procesos, reducción de la intervención manual y mejorar el control de recursos eléctricos.

La comprensión de los temas planteados en este capítulo sustenta el presente trabajo y su propuesta, debido a que fundamentan y dan soporte teórico al desarrollo del sistema domótico para la gestión del consumo energético. Delimitan el marco de desarrollo y los parámetros bajos los cuales se guiará el proceso investigativo, de ejecución y posterior puesta en marcha del proyecto.

CAPITULO III

Diseño Metodológico

3.1 Introducción

Se establecen el enfoque y los mecanismos que el proyecto utilizará para recolección de información y levantamiento de datos, los cuales darán sustento a la investigación y posteriormente a la implementación del proyecto, definiendo los métodos, técnicas, herramientas con el fin de alcanzar los objetivos planteados.

En este capítulo se plantean tanto los tipos como los métodos de investigación a aplicarse a lo largo de la ejecución de la planificación para la realización, así como las fuentes primarias de datos como son: las entrevistas y las encuestas. Mediante la segmentación de la población y técnica del muestreo se plantea el cálculo matemático de la muestra a tomarse del total de la población, mediante la formula general de muestreo, para posteriormente aplicar las encuestas al número estimado de encuestados dentro de la extensión. La aplicación de las encuestas es presentadas o realizadas de manera virtual a través de dispositivos electrónicos mediante un enlace web

Todo con el propósito de obtener los datos suficientes para su tabulación posterior, los mismo que deben sustentar la viabilidad de la creación del proyecto en base a los diferentes puntos de vistas o apreciaciones que tanto los alumnos como los docentes tienen con respecto al tema de la no gestión del consumo energético en el auditorio de la extensión.

3.2 Tipos de Investigación

3.2.1 Investigación Histórica

Según lo expone Villanueva (2022), una investigación histórica “se la realiza para conocer y analizar eventos que han sucedido en el pasado. Pretende demostrar los patrones que rigieron a los acontecimientos del pasado para entender las conductas del presente” (p. 25). De esta manera en el proyecto de investigación se recurrió a la consulta de fuentes histórica, con el fin de comprender la evolución que se ha ido suscitando desde la aparición del internet, pasando por el internet de las cosas, hasta llegar a la inteligencia artificial y su aplicación en casi todo nuestro entorno tecnológico y cotidianidad.

3.2.2 Investigación Documental

Este tipo de investigación demanda datos previamente aportados por otros investigadores, y que conforman el elemento principal de la información que se analizará. Normalmente es utilizada para fundamentar con apego a la verdad soluciones a ciertas problemáticas que fueron observadas y estudiadas durante un tiempo específico. Por ello, también se conoce como investigación bibliográfica o retrospectiva (Mar et al., 2020, p. 91).

El presente trabajo investigativo está construido a partir de la información obtenida de fuentes bibliográficas de libros y textos que fueron utilizados para dar soporte y sustentación teórica al marco conceptual.

3.2.3 Investigación de Campo

La investigación de campo según Villanueva (2022), “recolecta información de manera directa con las personas involucradas en el hecho o situación estudiada; para ello se emplean encuestas, entrevistas, cuestionarios y observaciones” (p. 24). Por tal razón, se emplearon las encuestas y las entrevistas como método de investigación de campo, a fin de obtener información directa de los usuarios del auditorio y conocer su opinión acerca de los problemas o deficiencias que este presenta.

3.2.4 Investigación Aplicada

Para Vásquez et al. (2023), “la investigación aplicada se desarrolla a través de un proceso riguroso y sistemático que involucra la identificación de problemas prácticos, la formulación de soluciones, el diseño y ejecución de proyectos piloto y la implementación de soluciones efectivas” (p. 23). La investigación del presente trabajo busca solucionar el problema de la mala gestión energética de las luminarias del auditorio, proponiendo el desarrollo del sistema domótico y su puesta en marcha con el objetivo de corregir dicha deficiencia.

3.3 Métodos de Investigación

3.3.1 Método Inductivo

“Va de lo general a lo particular. Por ejemplo, se investiga por categorías, desde desarrollo sostenible, hacia los objetivos de desarrollo sostenible, hacia uno de los objetivos, hacia sus metas e indicadores” (Velásquez y Villacís, 2024, p. 45). De este modo, el enfoque inductivo es capaz de generar teorías y conclusiones generales a partir de simples observaciones, análisis de problemas o casos específicos.

Sirvió de base para realizar las observaciones del caso de estudio, a partir de las cuales se realizaron como levantamiento de información la aplicación de encuestas y entrevistas a fin de obtener una hipótesis sobre la problemática que se detectó en la observación previa del fenómeno en sí.

3.3.2 Método Deductivo

“El método deductivo parte de principios generales o teorías y deriva conclusiones específicas a partir de ellos. En el contexto del positivismo, esto implica aplicar leyes científicas generales para predecir o explicar fenómenos específicos” (Sucari et al., 2024, p. 27). Este enfoque brinda la oportunidad de establecer conclusiones específicas o particulares a partir de hechos o fenómenos generales de los cuales se derivará una hipótesis o confusión, generalmente verdadera.

Se lo utilizó para la construcción del marco conceptual, el cual da soporte y sustento teórico a todo el proyecto en general. Debido a que se partió desde la hipótesis del auditorio no existe un sistema de automatización que gestione el encendido y apagado de las luminarias, alrededor de esta premisa se construyó todo el marco conceptual para corroborar las conclusiones lógicas.

3.3.3 Método Mixto

“El método mixto de investigación es un enfoque que combinan tanto elementos de enfoque cualitativos como cuantitativos. Este método busca aprovechar las fortalezas de ambos enfoques para obtener una comprensión más completa y profunda de un fenómeno o problema de investigación” (Cueva et al., 2023, p. 77). Con la intención de realizar un trabajo investigativo desde varias perspectivas se toma el guía el este método en la aplicación de encuestas y entrevistas a fin de lograr un concepto más completo, con datos numéricos y de contexto del tema de estudio para llevar todo eso a su aplicación o ejecución en la parte experimental del proyecto.

3.3.4 Método Experimental

“El método experimental es un instrumento común empleado por las diferentes perspectivas existentes en el pensamiento científico. Particularmente en psicología, hacen uso de esta por medio de múltiples aproximaciones para llegar a demostrar la validez de sus planteamientos” (González et al., 2020, p. 110). Permite establecer relaciones de causa y efecto a partir de las variables planteadas y propone mediante experimentos ejecutables la obtención de datos relevantes o conclusiones.

Se lo utilizo para modelar la ejecución del proyecto propuesto, en el cual se diseñaron las pruebas necesarias de rendimiento y de ejecución para comprobar el desarrollo y la fiabilidad del sistema y evaluar los resultados que se obtengan, con el propósito de realizar las correcciones necesarias y repetir las pruebas hasta conseguir el resultado esperado.

3.4 Fuentes de Información de Datos

3.4.1 Encuestas

La encuesta es una técnica de adquisición de información de interés sociológico, mediante un cuestionario previamente elaborado, a través del cual se puede conocer la opinión o valoración del sujeto seleccionado en una muestra sobre un asunto dado. En la encuesta, a diferencia de la entrevista, el encuestado lee previamente el cuestionario y lo responde por escrito sin la intervención directa de los que colaboran en la investigación. Por otro lado, una vez confeccionado el cuestionario, no requiere de personal calificado a la hora de hacerla llegar al encuestado. (Ronquillo et al., 2024, p. 53)

3.4.2 Entrevistas

La entrevista es una técnica de recopilación de información mediante una conversación profesional, con la que además de adquirirse información acerca de lo que se investiga, tiene importancia desde el punto de vista educativo. Los resultados a lograr en la misión dependen en gran medida del nivel de comunicación entre el investigador y los participantes. (Ronquillo et al., 2024, p. 52)

3.5 Estrategias Operacionales para la Recolección de Datos

3.5.1 Población

La población objeto de esta investigación son los estudiantes cuyas actividades sean realizadas de la ULEAM, extensión El Carmen, tras identificar 2497 estudiantes, quienes participan en la encuesta aplicada.

3.5.2 Segmentación

La población segmentada está dirigida a la población universitaria de la ULEAM, extensión El Carmen. Debido a que el estudio se enfoca en la gestión del consumo energético mediante un sistema domótico con clasificación de ocupación de espacios mediante visión artificial, no se establecen criterios específicos de edades, rangos y géneros, ya que este sistema

se va a implementar en el auditorio de la Universidad el cual es utilizado por todo el estudiantado.

3.5.3 *Técnica de Muestreo*

La fórmula para calcular el tamaño de la muestra incluye los siguientes elementos: N es el tamaño total de la población, Z representa el nivel de confianza, p es la proporción estimada y e es el margen de error. A continuación, se presenta la fórmula para una población finita, que permite obtener el tamaño de la muestra:

$$n = \frac{N * z^2 * p * (1 - p)}{N - 1 * e^2 + z^2 * p * (1 - p)}$$

En este caso, se utiliza los siguientes datos:

- Tamaño de la población de 2497 personas (N=2497)
- Nivel de confianza del 95% (Z=1.96)
- Margen de error del 5% (e=0.05)
- Proporción estimada (p=0.5)

Sustituyendo estos valores en la fórmula:

$$n = \frac{2497 * 1.96^2 * 0.5 * (1 - 0.5)}{2497 - 1 * 0.05^2 + 1.96^2 * 0.5 * (1 - 0.5)} = 334$$

3.5.4 *Tamaño de la Muestra*

Resolviendo esta fórmula de técnica de muestreo con una población de 2497 personas involucradas, el nivel de confianza del 95%, el margen de error del 5% y una proporción estimada del 0.5, tenemos como resultado del tamaño de la muestra a encuestar de 334 personas.

3.5.5 *Análisis de las Herramientas de Recolección de Datos a Utilizar*

3.5.5.1 Encuesta. Se aplicó la encuesta a una muestra de 334 estudiantes de la ULEAM extensión El Carmen. La encuesta se diseñó para obtener información de manera rápida y ágil mediante la aplicación de preguntas estructuradas y cerradas se pueden obtener resultados concluyentes sobre la percepción que se tiene del uso del auditorio, el control manual, el desperdicio de energía y la viabilidad de implementar un sistema domótico en el auditorio de la Universidad.

3.5.5.2. Entrevista. Se aplicó al Ing. Carlos López, MG., y al coordinador de las carreras de TI y Software, el Ing. Bladimir Mora. La implementación de esta técnica permite obtener

información más detallada de las personas a nivel individual, en especial de personas que consideremos más importantes y de los cuales es necesario saber con más detalle y profundidad los datos que nos puedan dar, así como sus nociones o puntos de vista. Al obtener de manera presencial las respuestas frente al entrevistado, se puede tener nociones generales de primera mano de los problemas y como los entrevistados reaccionan a ellas.

3.5.6 Estructura de los Instrumentos de Recolección de Datos Aplicados.

3.5.6.1 Encuesta.

N	Preguntas	Respuestas
1	En este período académico 2025-2, ¿usted ha asistido al auditorio?	Sí () No ()
2	¿Cuántas veces a asistido al auditorio en este último semestre?	0 Veces () 1 Veces () 2 Veces () 3 Veces () Más de 3 Veces ()
3	¿Ha observado que las luces del auditorio permanecen encendidas aun cuando no hay nadie en el lugar?	Sí () No ()
4	Desde su punto de vista ¿se produce un consumo innecesario de energía eléctrica en el auditorio debido a que las luces permanecen encendidas sin ser usadas por nadie?	Sí () No ()
5	¿Considera que el control manual (encendido/apagado) de las luminarias es el causante del consumo energético innecesario en el auditorio?	Sí () No ()
6	¿Cree usted que un sistema automatizado permitiría una mejor gestión del consumo de energía eléctrica en el auditorio?	Sí () No () Tal vez ()
7	¿Considera usted que un sistema automatizado de control energético de las luminarias mejoraría a la universidad y ayudaría al cuidado del medio ambiente?	Sí () No () Tal vez ()

Ilustración 3. Formato de Encuesta.

3.5.6.2 Entrevista.

Entrevistado:	Entrevistador:
Ocupación:	Ocupación:

- 1) ¿Con qué frecuencia utiliza o asiste al auditorio para actividades académicas o institucionales?
.....
.....
- 2) ¿Cómo describiría el actual control manual (encendido y apagado) de las luminarias del auditorio en relación con la eficiencia del consumo energético?
.....
.....
- 3) Desde su perspectiva, ¿qué impacto tiene la falta de un monitoreo adecuado de la iluminación en el consumo de energía eléctrica del auditorio?
.....
.....
- 4) ¿Ha observado situaciones en las que las luces permanecen encendidos cuando el auditorio no está en uso? Desde su opinión, ¿qué medidas podrían aplicarse para evitar este desperdicio energético?
.....
.....
- 5) ¿Tiene conocimiento o está familiarizado(a) con el uso de tecnologías domóticas o de inteligencia artificial aplicadas a la gestión y reducción del consumo energético?
.....
.....
- 6) ¿Considera que un sistema automático con un modelo de clasificación de ocupación (vacío/lleño) podría contribuir a un uso más eficiente de la energía eléctrica en el auditorio? ¿Por qué?
.....
.....
- 7) ¿Qué riesgos o limitaciones identifica al implementar un sistema automatizado para la gestión del consumo energético del auditorio?
.....
.....
- 8) ¿Considera necesario disponer de un sistema de control manual como respaldo para el encendido y apagado de luces en caso de fallos del sistema automatizado? ¿Por qué?
.....
.....
- 9) Desde su perspectiva, ¿qué tan viable considera la implementación de un sistema informático basado en domótica para la gestión eficiente del consumo energético en el auditorio de la ULEAM – Extensión El Carmen?
.....
.....

Ilustración 4. Formato de Entrevista.

3.5.7 Plan de Recolección de Datos

Fecha	Hora	Tipo de Instrumento	Investigador	Dirigido a	Lugar
20/01/2026	18:00 pm	Encuesta	Sandra García	Estudiantes	ULEAM Extensión El Carmen
30/01/2026	10:25 am	Entrevista	Sandra García	Ing. Carlos López, Mg	ULEAM Extensión El Carmen
30/01/2026	11:50 am	Entrevista	Sandra García	Ing. Bladimir Mora, Mg	ULEAM Extensión El Carmen

Tabla 2. Plan de Recolección de Datos.

3.6 Análisis y Presentación de Resultados

3.6.1 Tabulación de Datos Obtenidos de las Encuestas y Entrevistas

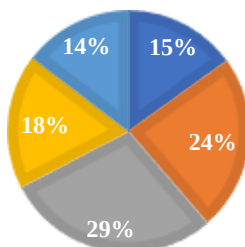
3.6.1.1 Tabulación de Encuestas.

Pregunta	Gráfico	Interpretación
En este período académico 2025-2, ¿usted ha asistido al auditorio?	PREGUNTA 1 ■ Si ■ No 91% 9%	La mayoría de los encuestados ha asistido al auditorio en este período académico 2025-2. Esto evidencia que la mayoría de los encuestados lo utiliza y cumple importante en actividades académicas.

¿Cuántas veces a
asistido al auditorio en
este último semestre?

PREGUNTA 2

■ 0 Veces ■ 1 Veces
■ 2 Veces ■ 3 Veces
■ Más de 3 veces

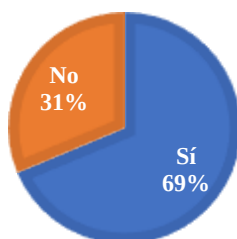


La mayoría de los encuestados han asistido entre una y más de 3 veces al auditorio. Lo que evidencia el uso contante del auditorio a lo largo de este período académico 2025-2.

¿Ha observado que las
luces del auditorio
permanecen encendidas
aun cuando no hay
nadie en el lugar?

PREGUNTA 3

■ Sí ■ No

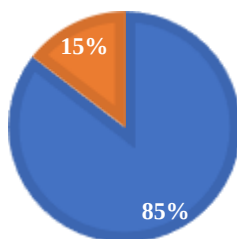


En su mayoría, los encuestados han observado que luces del auditorio si permanecen encendidos cuando no hay nadie en el auditorio. Lo que evidencia el manejo y control inadecuado de los equipos eléctricos.

Desde su punto de vista
¿se produce un
consumo innecesario de
energía eléctrica en el
auditorio debido a que
las luces permanecen
encendidas sin ser
usados por nadie?

PREGUNTA 4

■ Sí ■ No



La gran parte de los encuestados considera que existe un consumo innecesario de energía eléctrica en el auditorio, a causa de que las luces permanecen encendidas en momentos que el auditorio este vacío, lo que confirma el consumo innecesario de energía eléctrica.

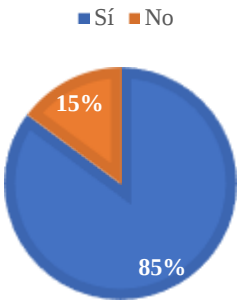
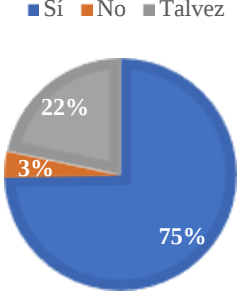
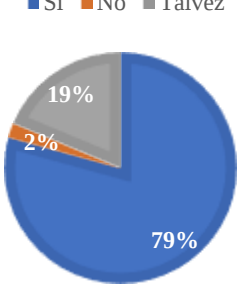
¿Considera que el control manual (encendido/apagado) de las luminarias es el causante del consumo energético innecesario en el auditorio?	PREGUNTA 5  ■ Sí ■ No 85% 15%	La mayoría de los encuestados considera que el control manual de las luminarias es el principal causante del consumo energético innecesario en el auditorio, lo que evidencia la necesidad de implementar una solución de respaldo ante este problema.
¿Cree usted que un sistema automatizado permitiría una mejor gestión del consumo de energía eléctrica en el auditorio?	PREGUNTA 6  ■ Sí ■ No ■ Talvez 75% 22% 3%	La mayoría de los encuestados considera que un sistema automatizado permitirá una mejor gestión del consumo de energía eléctrica en el auditorio, lo que evidencia una aceptación positiva sobre el uso de sistemas automatizados orientados a la eficiencia energética.
¿Considera usted que un sistema automatizado de control energético de las luminarias mejoraría a la universidad y ayudaría al cuidado del medio ambiente?	PREGUNTA 7  ■ Sí ■ No ■ Talvez 79% 19% 2%	La mayoría de los encuestados considera que un sistema automatizado de control energético de las luminarias contribuirá a la mejora de la universidad y cuidado del medio ambiente. Lo que evidencia conciencia ambiental y un interés por usar responsablemente la energía.

Tabla 3. Tabulación de Encuestas.

3.6.1.2 Tabulación de Entrevistas.

Pregunta 1	
¿Con qué frecuencia utiliza o asiste al auditorio para actividades académicas o institucionales?	
Entrevistado 1	Entrevistado 2
No se puede determinar el con exactitud la frecuencia de uso para los eventos. Existe meses en que hay mayor uso del auditorio y	Una frecuencia específica no lo puedo indicar, pero sí una relativa. En algunos meses se puede asistir cuatro o cinco veces al

otros meses en que su uso es menor: Pero una aproximación sería de 1 a 3 veces en el semestre.	auditorio, en cambio hay otros meses que quizá no se asista o quizá sólo una vez, pero sí en ciertos meses 4 o 5.
--	---

Análisis

La frecuencia de uso del auditorio es variable y actualmente no existe un registro que permita conocer con precisión los horarios, duración de los eventos, cantidad de usuarios o tiempo de ocupación del espacio. Esta ausencia de información dificulta establecer patrones de uso y evidencia la necesidad de contar con mecanismos que permitan monitorear el estado de ocupación del auditorio para mejorar su gestión.

Pregunta 2

¿Cómo describiría el actual control manual (encendido y apagado) de las luminarias del auditorio en relación con la eficiencia del consumo energético?

Entrevistado 1

El control manual suele ser conflictivo debido a que en ocasiones no está la persona encargada del auditorio, mientras que otras veces las personas que solicitaron el uso del auditorio se van y se olvidan de apagar las luminarias y eso genera un consumo excesivo de electricidad.

Entrevistado 2

De las veces que me ha tocado visitar el auditorio tengo conocimiento que los compañeros conserjes ya tienen conocimiento de que se va a realizar algún evento en el auditorio y ellos momentos antes ya dejan encendiendo las luces. Ese tiempo puede ser antes de la reunión o del evento o mucho antes. Entonces cuando es mucho antes obviamente si hay un consumo energético porque todavía no han llegado los invitados, pero existe esa parte.

Análisis

El control de las luminarias depende principalmente de la intervención manual del personal encargado y de las personas responsables de utilizar el auditorio. Esta dependencia del factor humano puede ocasionar olvidos o errores en el encendido y apagado de las luces, provocando que permanezcan funcionando durante períodos en los que el espacio no está siendo utilizado y generando un consumo energético innecesario.

Pregunta 3

Desde su perspectiva, ¿qué impacto tiene la falta de un monitoreo adecuado de la iluminación en el consumo de energía eléctrica del auditorio?

Entrevistado 1

Tiene un impacto elevado, debido a que el consumo es ineficiente y se produce un gasto innecesario. En las circunstancias actuales en las que vive el país, en donde las instituciones públicas deben sumar esfuerzos para un

Entrevistado 2

El impacto que tiene es económico, porque obviamente si no hay un control específico de los equipos que consumen energía, obviamente van a generar mayor consumo

ahorro energético, es importante realizar una para la universidad y va en cierta medida, gestión adecuada de los recursos y un impactar en la factura de consumo eléctrico. monitoreo permanente de los mismos.

Análisis

Las limitaciones presupuestarias de la institución hacen necesario optimizar el uso de los recursos económicos y tecnológicos disponibles. En este contexto, el consumo energético asociado al funcionamiento innecesario de las luminarias representa un aspecto que puede ser mejorado mediante mecanismos de control y monitoreo automatizados, contribuyendo a un uso más eficiente de los recursos institucionales.

Pregunta 4

¿Ha observado situaciones en las que las luces permanecen encendidos cuando el auditorio no está en uso? Desde su opinión, ¿qué medidas podrían aplicarse para evitar este desperdicio energético?

Entrevistado 1

Sí, he observado sobre todo el tema de las luces. En ocasiones se queda prendido durante mucho tiempo sin que nadie este presente. Creo que una solución sería algún sistema automatizado que regule el encendido y apagado de las luces.

Entrevistado 2

Sí he observado esos casos. Porque muchas veces los que están organizando la reunión, terminan la reunión, salen y todo queda tal cual, encendido las luces, entonces muchas veces los que las apagan son los compañeros de servicio. Pero ellos muchas veces lo hacen ya mucho tiempo después, entonces existe ahí un consumo cómo se puede evitar que los compañeros estén de servicio, estén permanentemente vigilando o a su vez implementar algún sistema técnico tecnológico que permita ahorrar energía.

Análisis

La permanencia de las luminarias encendidas después de la finalización de los eventos, incluso durante períodos prolongados, evidencia deficiencias en el control manual de la iluminación. Esta situación confirma la necesidad de implementar un sistema automatizado que permita gestionar el encendido y apagado de las luminarias de acuerdo con el nivel de ocupación del auditorio, reduciendo así su funcionamiento innecesario.

Pregunta 5

¿Tiene conocimiento o está familiarizado(a) con el uso de tecnologías domóticas o de inteligencia artificial aplicadas a la gestión y reducción del consumo energético?

Entrevistado 1

Existen varias alternativas a día de hoy. De hecho, en la actualidad hay implementos que uno puede comprar y simplemente

Entrevistado 2

Sí, tengo conocimiento, inclusive me he interesado un poco por el tema, específicamente en mi casa he instalado

instalarlos. Pero también hay soluciones que uno mismo puede crear desde cero, es decir, diseñarlas y luego implementarlas.	algunas bobinas que hacen un conteo de consumo de kilovatios hora para ciertas áreas específicas que me interesa conocer.
---	---

Análisis

El conocimiento y familiaridad del personal con las tecnologías domóticas favorecen la aceptación de una solución orientada a automatizar el control de las luminarias. La existencia de tecnologías disponibles para realizar este tipo de automatización permite considerar la implementación de un sistema capaz de monitorear las condiciones del auditorio y gestionar de manera autónoma su iluminación.

Pregunta 6

¿Considera que un sistema automático con un modelo de clasificación de ocupación (vacío/lleño) podría contribuir a un uso más eficiente de la energía eléctrica en el auditorio? ¿Por qué?

Entrevistado 1

Sí, creo que sería un ayuda importante al tema de controlar el consumo energético elevado. Adicionalmente se podría utilizar distintos componentes y sensores, para que sea aún más precisa al momento de realizar la clasificación.

Entrevistado 2

Sí, claro que sí, este tipo de proyecto o sistema automático optimizaría ya debido a que estaría siempre alerta, presencia de personas, se activaría únicamente cuando lo requiere y cuando no es necesario pues apagaría lo que.

Análisis

La implementación de un sistema automatizado permitiría gestionar el funcionamiento de las luminarias de acuerdo con el nivel de ocupación del auditorio, evitando que permanezcan encendidas cuando su utilización no sea necesaria. De esta manera, la automatización constituye una alternativa para mejorar la gestión de la iluminación y contribuir a la reducción del consumo energético institucional.

Pregunta 7

¿Qué riesgos o limitaciones identifica al implementar un sistema automatizado para la gestión del consumo energético del auditorio?

Entrevistado 1

Como limitación podría ser la falta de conocimiento por parte de la persona que vaya a estar a cargo de mantener el sistema en operaciones. Como riesgo sería que el proyecto no se materialice o se ponga en marcha y solo quede como una propuesta.

Entrevistado 2

No creo que existan riesgos mayores, muchas veces con el uso de domótica se piensa que puede haber vulneración de datos personales privados, pero no es el caso porque estamos en una comunidad educativa donde todo es público y quizá puede haber algún tipo de riesgo en fallas, pero bueno ya el sistema tendría que de cierta forma tener alguna

cuestión para que el administrador esté informado de una falla determinada.

Análisis

La correcta operación y continuidad del sistema requieren personal con conocimientos básicos para su supervisión y mantenimiento, así como mecanismos que permitan identificar oportunamente posibles fallos. Además, debido al uso de cámaras para determinar el nivel de ocupación, es necesario considerar medidas apropiadas para garantizar un tratamiento adecuado de la información obtenida y mantener la seguridad del sistema.

Pregunta 8

¿Considera necesario disponer de un sistema de control manual como respaldo para el encendido y apagado de luces en caso de fallos del sistema automatizado? ¿Por qué?

Entrevistado 1

Si creo que es necesario, debido a que estamos en una ciudad pequeña, en donde frecuentemente hay cortes en el fluido eléctrico. Por esa razón se vuelve necesario un sistema de Backup, pero a pesar de aquello, el respaldo manual también sería importante.

Entrevistado 2

Sí es necesario, es necesario que existan ambas cosas, si el proyecto se implementa, que exista tanto el control automatizado, pero también a su vez el control manual por cualquier circunstancia que pueda darse.

Análisis

La conservación del control manual de las luminarias resulta necesaria como mecanismo de respaldo ante posibles fallos del sistema automatizado, problemas operativos o interrupciones del suministro eléctrico. Por ello, la integración de un control automático junto con una alternativa de control manual permite garantizar la continuidad del funcionamiento de las luminarias ante situaciones imprevistas.

Pregunta 9

Desde su perspectiva, ¿qué tan viable considera la implementación de un sistema informático basado en domótica para la gestión eficiente del consumo energético en el auditorio de la ULEAM – Extensión El Carmen?

Entrevistado 1

En la actualidad es completamente viable. Debido a que en el mercado ya existen implementos de bajo costo, por ejemplo: los DRS o los EPS32 que se podrían utilizar para el sistema domótico.

Entrevistado 2

Considero que sí sería un proyecto viable para consumo energético. Quizá mi recomendación en el proyecto también sería de que se implemente de forma con una cierta viabilidad económica, porque obviamente muchas veces existen equipos especializados pero que tienen un costo mayor, pero en cambio ya con la implementación, el diseño

de la implementación se pueden ahorrar costos.
--

Análisis

La disponibilidad de componentes tecnológicos para implementar sistemas de automatización demuestra la viabilidad técnica del proyecto; sin embargo, la selección de estos debe considerar factores como costo, compatibilidad, disponibilidad y calidad. Debido a las limitaciones presupuestarias institucionales, es necesario seleccionar componentes que permitan desarrollar una solución funcional y sostenible sin comprometer el desempeño del sistema.

Tabla 4. Tabulación de Entrevistas.

3.6.2 Presentación y Descripción de los Resultados Obtenidos

De las encuestas aplicadas se pudo determinar que la mayoría de los encuestados han asistido al auditorio durante el último semestre y han observado que las luminarias siguen encendidas aun cuando no hay nadie en de auditorio, lo que produce un gasto innecesario de energía eléctrica, debido a la ausencia de un sistema automatizado de encendido y apagado de las luminarias. Además, un porcentaje de los encuestados consideraron la implementación de un sistema domótico para mejorar el control de las luminarias y optimizar del consumo energético.

De las entrevistas se pudo establecer que el sistema actual de encendido y apagado de las luminarias es deficiente debido a que es un proceso manual que depende del personal de conserjería, y es susceptible a olvidos. Por lo cual, se recomienda la elaboración de un sistema de gestión y monitoreo automático del encendido de luces en el auditorio.

3.6.3 Informe Final del Análisis de los Datos (Conclusiones para el Marco Investigativo)

Con base a todos los datos obtenidos mediante la aplicación de las encuestas y las entrevistas realizadas, se concluyó que existe una necesidad en la institución, de corregir la problemática existente de la mala gestión del consumo energético del auditorio, debido a las limitaciones identificadas en el proceso de control manual de las luminarias . Los resultados obtenidos evidenciaron que hay razones suficientes y sustentables que avalen la viabilidad de desarrollar una solución tecnológica que permita automatizar el proceso del control manual. En conclusión, se propone la creación de un sistema automatizado para la gestión del consumo energético de las luminarias en el auditorio de la ULEAM, Extensión El Carmen.

CAPITULO IV

Marco Propositivo

4.1 Introducción

En este capítulo se presenta la propuesta de solución a la problemática previamente detectada en los capítulos anteriores, mediante la creación de un sistema domótico automatizado de iluminación para gestión del consumo energético en el auditorio. Dicho sistema domótico emplea tanto visión artificial, domótica y automatización usando cámaras para monitorear la clasificación de ocupación del auditorio y gestionar el encendido y apagado de las luminarias.

Asimismo, se establecen los recursos humanos, económicos, tecnológicos y económicos necesarios para poder determinar la viabilidad y puesta en marcha de la propuesta del proyecto.

También se abordan las etapas de desarrollo utilizando la metodología ágil Scrum, como lo son; la planificación del proyecto, eventos scrum, sprints, product backlog, historias de usuario y sus respectivas revisiones. Además, se incorpora el uso de diagramas de casos de uso, de bases de datos, de secuencias, de estados y toda la tecnología utilizada junto con la descripción técnica y la arquitectura de sistema necesaria para la factibilidad del proyecto.

La implementación de la propuesta no solo busca reducir significativamente el consumo energético del auditorio, sino también, servir como modelo replicable para otros espacios dentro de la Universidad, promoviendo el uso eficiente de los recursos disponibles y la incorporación de tecnologías emergentes en el ámbito académico.

4.2 Descripción de la Propuesta

El presente trabajo presenta como propuesta el desarrollo de un sistema domótico para monitorear el consumo energético del auditorio de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), extensión en El Carmen. El mencionado sistema incorpora algoritmos de inteligencia artificial los que permiten determinar diferentes niveles de ocupación de la sala del auditorio de manera automatizada, lo que ayuda a reducir el consumo innecesario de luz eléctrica, al automatizar el proceso de encendido y apagado de las luminarias en base a si hay o no personas dentro del auditorio.

El sistema cuenta con dos cámaras IP Hikvision que son las encargadas de monitorear de manera permanente el espacio dentro del auditorio, y detectar si existen o no personas dentro.

A partir de las imágenes captadas por las cámaras, los algoritmos de inteligencia artificial se encargan de la clasificación de su nivel de ocupación que puede ser: lleno o vacío. A partir de ello el sistema decide de manera autónoma encender o apagar luminarias del auditorio.

El proyecto consta en su parte de software, con una aplicación web accesible desde cualquier navegador, mediante la cual se puede controlar el encendido y apagado de las luces así como monitorear en tiempo real el video de las dos cámaras, visualizar la clasificación de ocupación y determinar el consumo energético mediante gráficas días, semanales y mensuales. El sistema cuenta, además, con modulo dedicado a la gestión de usuarios, esta información solo estará disponible para ser visualizada si accede al sistema el administrador.

De esta manera está comprendido el proyecto en su totalidad, el cual busca integrar en un solo sistema el monitoreo y clasificación del nivel de ocupación, el control automático de encendido y apagado de las luces, así como las métricas del consumo energético. Con el fin de resolver la problemática detectada al proporcionar una herramienta práctica y funcional de control y monitoreo de las luminarias del auditorio de la ULEAM extensión en El Carmen.

4.3 Determinación de Recursos

Se determinan y se describen los recursos necesarios con los que contará el proyecto para su creación y posterior puesta en marcha. Estos recursos abarcan tanto el nivel humano, tecnológico y económico en los que se incurrió durante todo el proyecto.

4.3.1 Recursos Humanos

En esta sección, se procede a realizar la elección de los encargados de supervisar e implementar las distintas fases del proyecto. La combinación de experiencia y conocimientos técnicos fue un factor esencial para llevar a cabo una implementación correcta de un sistema informático con domótica para gestión del consumo energético destinado al auditorio de la ULEAM Extensión El Carmen.

Recursos	Función	Actividades
García Uriarte Sandra Milena	Desarrollador	Autor sobre del presente trabajo de titulación.
Ing. Cesar Augusto Sinchiguano Chiriboga, Mg.	Asesor	Profesional que debe supervisar el desarrollo, los avances de la aplicación, sus funcionalidades y procesos en cada de las etapas del desarrollo.

Tabla 5. Recursos Humanos Empleados.

4.3.2 Recursos Tecnológicos

Para el desarrollo de este proyecto, se necesitarán recursos tecnológicos los cuales se dividen en hardware y software. A continuación, se detallan todos los componentes utilizados en el desarrollo e implementación del sistema.

4.3.2.1 Hardware.

Recursos Utilizados	Funciones de los Recursos
Laptop	Se utilizó para el desarrollo del código y entrenamiento de los modelos.
Monitor externo	Se utilizó para la visualización durante el desarrollo e instalaciones sistema.
Mouse	Se utilizo para controlar y navegar por el entorno grafico de la Raspberry Pi.
Teclado	Se utilizo controlar el sistema y ejecutar el programa.
Raspberry Pi 4 Model B	Unidad central de procesamiento. Ejecuta todo el programa desde el broker MQTT, los modelos de IA, el controlador GPIO hasta el servidor web Flask.
Mini ventilador	Refrigeración para la Raspberry Pi 4
Disipadores de aluminio	Disipación de calor de los componentes de la Raspberry Pi 4.
Tarjeta micro SD	Almacenamiento principal de la Raspberry Pi 4.
Case	Protección física de la Raspberry Pi 4.
Cargador 5v	Alimentación de la Pi 4.

Recursos Utilizados	Funciones de los Recursos
Cable HDMI	Se encarga de transmitir audio y video digital desde la Raspberry Pi hacia el monitor externo, permitiendo visualizar e interactuar con el sistema.
Modulo Relé 4 canales	Actuador físico que controla el encendido y apagado de las luminarias mediante señal GPIO.
Cámaras Hikvision	Captura de video en tiempo real del auditorio.
Cables Dupont	Conexión entre pines GPIO y módulo de relé.
Canaletas	Organiza y fija el cableado en el auditorio.
Cable de Red	Conexión a internet.

Tabla 6. Recursos Tecnológicos de Hardware Empleados.

4.3.2.2 Software.

Recursos Utilizados	Funciones de los Recursos
Raspberry Pi OS	Sistema Operativo de la Raspberry Pi 4.
Python	Lengua principal del desarrollo de la aplicación.
Mosquitto	Es un bróker de mensajería.
Flask	Framework web para desarrollar proyectos web en Python.
OpenCV	Captura y procesa imágenes de las cámaras IP Hikvision.
PostgreSQL	Bases de datos de mi sistema.
Roboflow	Plataforma para etiquetar y organizar las imágenes en clases.
Ultralytics	Librería para entrenar los modelos de clasificación de ocupación del auditorio.
Visual Studio Code	Editor de código para el desarrollo del sistema.

Tabla 7. Recursos Tecnológicos de Software Empleados.

4.3.3 Recursos Económicos

Cantidad	Recurso	Precio Unitario	Subtotal
1	Laptop	\$700	\$700
1	Raspberry pi 4	\$140	\$140
1	Monitor externo	\$60	\$60
1	Mouse	\$6	\$6
1	Teclado	\$7	\$7
1	Mini ventilador	\$4.50	\$4.50
1	Disipadores de aluminio	\$2.50	\$2.50
1	Tarjeta Micro SD	\$9	\$9
1	Case	\$15	\$15
1	Cargador 5v	\$10	\$10
1	Cable HDMI	\$6	\$6
1	Modulo Relé	\$4.90	\$4.90
2	Cámaras Hikvision	\$35	\$70
7	Cables Dupont	\$0.10	\$0.70
12	Canaletas	\$1.90	\$22.80
1	Cable de red	\$10	\$10
6 mese	Servicio de internet	\$20	\$120
200 horas	Horas de desarrollo	\$10	\$2.000
TOTAL:			2.268,40

Tabla 8. Recursos Económicos Empleados.

4.4 Etapas de Acción para el Desarrollo de la Propuesta

La implementación del sistema informático con domótica se llevó a cabo mediante la metodología ágil Scrum, la cual permite gestionar el desarrollo de sistemas complejos de forma iterativa e incremental. Esta metodología resulto la más adecuada para el proyecto porque

permitió dividir el desarrollo en fases funcionales independientes, facilitando la detección y corrección de errores en el programa, garantizando la entrega del sistema.

4.4.1 Fase I: Planificación

La fase de planificación estableció los fundamentos teóricos, funcionales y no funcionales de forma ordenada. En esta fase se definieron los roles del equipo Scrum, los requerimientos funcionales y no funcionales, se evaluó la factibilidad del proyecto, se elaboró el Product Backlog e historias de usuario.

4.4.1.1 Estudio de Factibilidad.

Para evaluar la viabilidad del sistema, se analizan factores clave como la disponibilidad tecnológica, costos y compatibilidad operativa.

Tipo de Factibilidad	Evaluación	Justificación
Técnica	Viable	Se dispone de tecnologías como Raspberry Pi 4, cámaras IP Hikvision con protocolo RTSP, modelos YOLOv8, MQTT, Flask, PostgreSQL, las cuales permiten implementar el sistema de automatización y monitoreo energético.
Económica	Viable	Los componentes de hardware requeridos poseen costos accesibles. Por otro lado el software utilizado es gratuito, lo que elimina el coste de licencia.
Operativa	Viable	El sistema es compatible con el entorno del auditorio de la universidad.

Tabla 9. Estudio de Factibilidad.

4.4.1.2 Product Backlog.

Nro.	Tarea	Prioridad
1	Configuración de la Raspberry Pi 4 y del entorno de desarrollo.	Alta
2	Selección del lenguaje de programación y estructura del proyecto.	Media
3	Captura de imágenes con las cámaras Hikvision.	Alta
4	Clasificación del dataset en Roboflow.	Baja
5	Entrenamiento de los modelos de inteligencia artificial (YOLOv8).	Alta
6	Implementación del sistema de clasificación de ocupación del auditorio.	Alta
7	Diseño y creación de la base de datos.	Media
8	Autenticación e inicio de sesión.	Media
9	Monitoreo del auditorio en tiempo real.	Alta
10	Implementación de la lógica de encendido y apagado automático.	Media
11	Implementación del cálculo y registro del consumo energético.	Alta
12	Monitoreo del consumo energético.	Alta
13	Gestión de usuarios del sistema.	Media
14	Configuración de los pines GPIO y el módulo de relé.	Alta
15	Integración de la lógica de control con los hardware físicos.	Alta
16	Pruebas completas del sistema.	Alta
17	Ajuste y corrección del sistema.	Alta
18	Implementación final del sistema.	Alta

Tabla 10. Product Backlog.

4.4.2 Historias de Usuario

4.4.2.1 Historia de Usuario 1: Inicio de Sesión.

Tema	Detalle
Id de Historia:	HU01
Título:	Inicio de sesión
Usuario:	Administrador y Controlador
Tamaño de la Tarea:	Mediana
Prioridad:	Alta
Riesgo de desarrollo:	Medio
Como:	Usuario del sistema
Quiero:	Iniciar sesión con mi correo y contraseña.
Para:	Acceder de forma segura a la aplicación web según mi rol.
Criterios de aceptación:	El usuario puede iniciar sesión con su correo y contraseña, ser reconocido según su rol, mantener la sesión activa hasta 30 minutos de inactividad y cerrar sesión correctamente.
Dependencias:	Base de datos PostgreSQL y nodo Dashboard.

Tabla 11. Historia de Usuario 1: Inicio de Sesión.

4.4.2.2 Historia de Usuario 2: Monitoreo del Auditorio en Tiempo Real.

Tema	Detalle
Id de historia	HU02
Título:	Monitoreo del auditorio en tiempo real
Usuario:	Administrador y Controlador
Tamaño de la tarea:	Mediana
Prioridad:	Alta
Riesgo de desarrollo:	Medio
Como:	Usuario autenticado

Quiero:	Ver el video en vivo de ambas cámaras y el estado de clasificación e iluminación.
Para:	Monitorear en tiempo real el auditorio sin estar presente.
Criterios de aceptación:	El usuario puede visualizar el video en vivo de ambas cámaras, consultar el estado de clasificación de IA y verificar el estado actual de la iluminación en tiempo real.
Dependencias:	HU01, cámaras Hikvision y broker MQTT.

Tabla 12. Historia de Usuario 2: Monitoreo del Auditorio en Tiempo Real.

4.4.2.3 Historia de Usuario 3: Monitoreo del Consumo Energético.

Tema	Detalle
Id de Historia	HU03
Título:	Monitoreo del Consumo Energético
Usuario:	Administrador y Controlador
Tamaño de la tarea:	Mediana
Prioridad:	Alta
Riesgo de desarrollo:	Medio
Como:	Usuario autenticado
Quiero:	Visualizar el consumo energético actual, su historial en gráficas y el ahorro generado estimado.
Para:	Conocer el consumo y ahorro generado por la automatización.
Criterios de aceptación:	El usuario puede visualizar el consumo en tiempo real, visualizar graficas diarias, semanales y mensuales, y ver el ahorro estimado respecto al uso del auditorio.
Dependencias:	HU02 y Base de datos PostgreSQL.

Tabla 13. Historia de Usuario 3: Monitoreo del Consumo Energético.

4.4.2.4 Historia de Usuario 4: Gestión de Usuarios del Sistema.

Tema	Detalle
Id de Historia	HU04
Título:	Gestión de Usuarios del Sistema
Usuario:	Administrador
Tamaño de la tarea:	Pequeña
Prioridad:	Media
Riesgo de desarrollo:	Medio
Como:	Administrador del sistema
Quiero:	Crear, editar y eliminar usuarios asignado su rol.
Para:	Controlar quien accede al sistema y con que permisos.
Criterios de aceptación:	El administrador puede crear, editar y eliminar usuarios, asignar un rol y validar que la contraseña cumpla el mínimo de 8 caracteres.
Dependencias:	HU01 y base de datos de datos PostgreSQL

Tabla 14. Historia de Usuario 4: Gestión de Usuarios del Sistema.

4.4.3 Diseño del Sistema / Descripción Técnica

4.4.3.1 Caso de Uso: Iniciar Sesión.

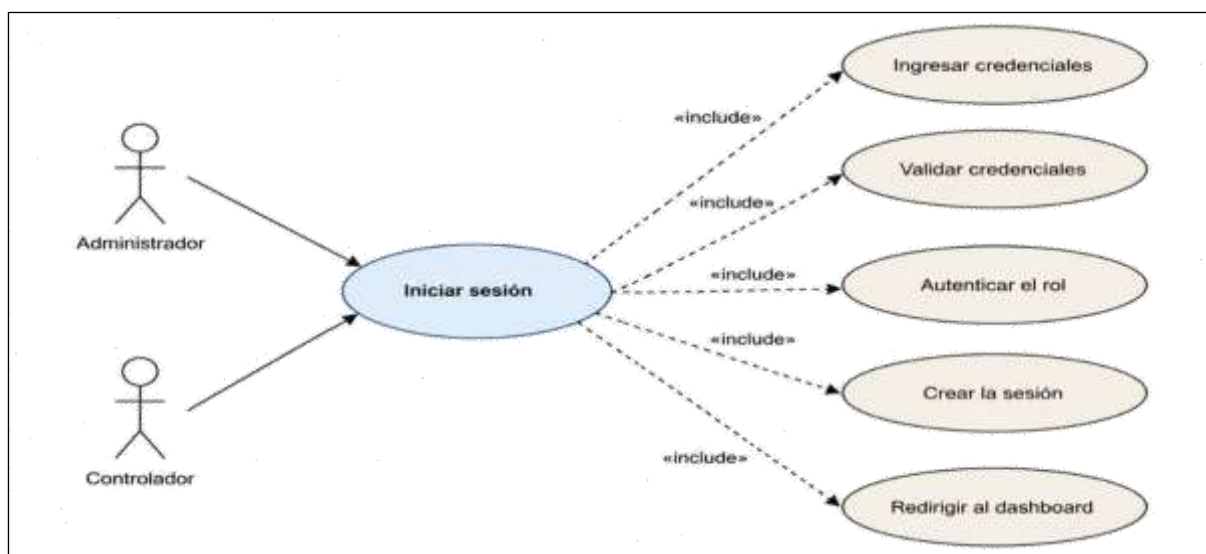


Ilustración 5. Caso de Uso: Iniciar Sesión.

Se presentan los diferentes procesos internos que el sistema realiza al momento de iniciar sesión en la aplicación web y validar sus credenciales, ya sea como administrador o como controlador.

4.4.3.2 Caso de Uso: Iniciar Sesión.

Tema	Detalle
Caso de uso N°:	001
Nombre del caso de uso:	Iniciar Sesión
Fecha:	04/05/2026
Elaborado por:	Sandra García Uriarte
Actores:	Usuario (administrador/controlador)
Objetivo:	Autenticar al usuario para acceder a las funcionalidades según su rol.
Precondiciones:	Los usuarios se registran en la base de datos y hay conexión a la red institucional.
Postcondiciones:	Inicio de sesión con expiración de 30 minutos y rol activo disponible.
Medios para registrar una solicitud:	Aplicación web.
Pasos:	• Ingresar correo y contraseña. • Validar credenciales. • Autenticar el rol. • Crear la sesión . • Redirigir al Dashboard.
Situaciones excepcionales:	Sin conexión a la red, credenciales incorrectas y servidor no disponible.
Revisado por:	Ing. César Sinchiguano Chiriboga

Tabla 15. Caso de Uso: Iniciar Sesión.

4.4.3.3 Caso de Uso: Monitoreo del Auditorio en Tiempo Real.

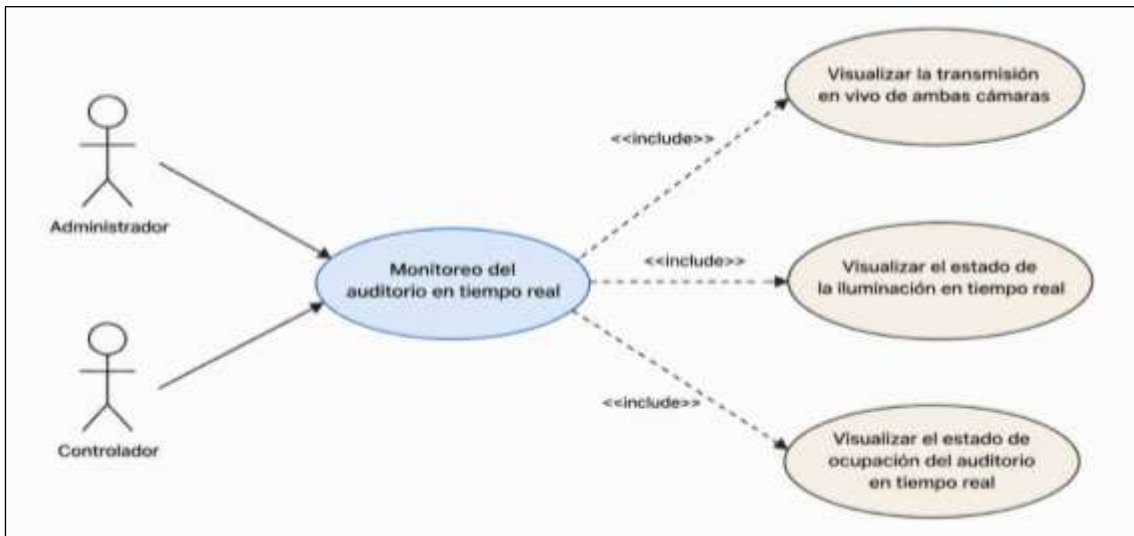


Ilustración 6. Caso de Uso: Monitoreo del Auditorio en Tiempo Real.

Al ingresar a la aplicación web el usuario puede visualizar la transmisión en vivo de las dos cámaras instaladas, en el pasillo y en el centro del auditorio. Ver el estado actual de encendido o apagado de las luminarias y el estado nivel de ocupación del auditorio mediante la clasificación de ocupación por visión artificial, basada en escenarios previamente entrenados.

4.4.3.4 Caso de Uso: Monitoreo del Auditorio en Tiempo Real .

Tema	Detalle
Caso de uso N°:	002
Nombre del caso de uso:	Monitoreo del auditorio en tiempo real
Fecha:	04/05/2026
Elaborado por:	Sandra García Uriarte
Actores:	Usuario (administrador/controlador)
Objetivo:	Observar en tiempo real el video de las cámaras, el estado de las luces y la clasificación de IA.
Precondiciones:	Conexión a la red institucional, sesión iniciada, cámaras y broker MQTT.
Postcondiciones:	Pantalla de monitoreo muestra la transmisión en vivo de las cámaras y los indicadores del sistema actualizados.
Medios para registrar una solicitud:	Aplicación web.
Pasos:	• Iniciar Sesión. • Visualizar el video en tiempo real de ambas cámaras. • Visualizar el estado de las luces (ON/OFF). • Visualizar el estado de ocupación de auditorio (lleno/vacío) de la clasificación de IA.

Tema	Detalle
Situaciones excepcionales:	Sin conexión a la red, cámaras desconectadas y conexión del broker MQTT interrumpida.
Revisado por:	Ing. César Sinchiguano Chiriboga

Tabla 16. Monitoreo del Auditorio en Tiempo Real.

4.4.3.5 Caso de Uso: Monitoreo de Consumo Energético.

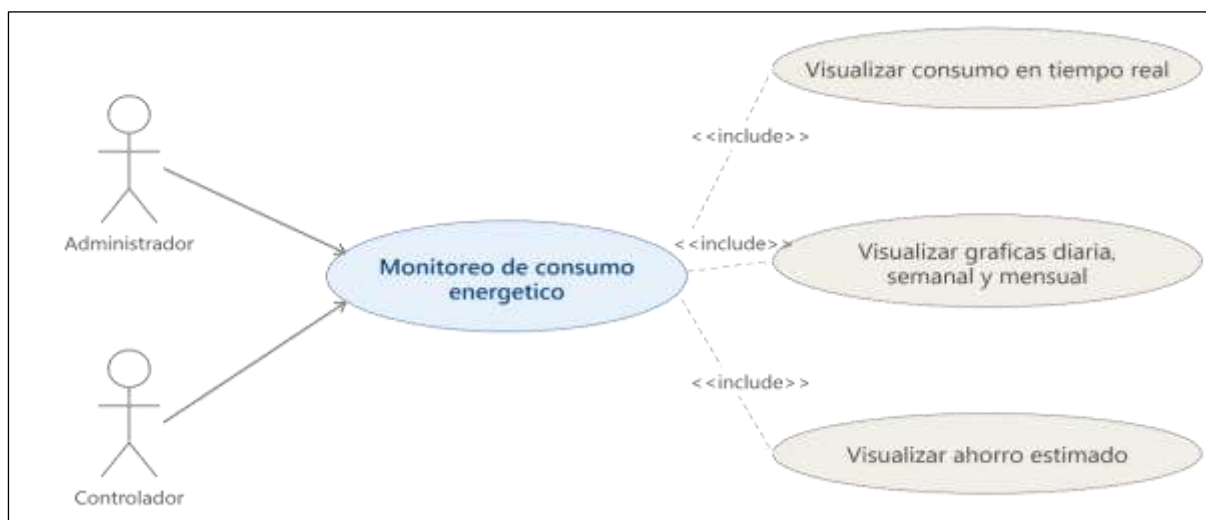


Ilustración 7. Monitoreo de Consumo Energético.

El usuario puede visualizar el consumo de kWh en tiempo real así como la creación de graficas de consumo diarias, semanales y mensuales y el ahorro estimado calculado.

4.4.3.6 Caso de Usos: Monitoreo de Consumo Energético.

Tema	Detalle
Caso de uso N°:	003
Nombre del caso de uso:	Monitoreo de Consumo Energético
Fecha:	04/05/2026
Elaborado por:	Sandra García Uriarte
Actores:	Usuario (administrador/controlador)
Objetivo:	Permitir al usuario visualizar el consumo energético del sistema y el ahorro generado por la automatización.
Precondiciones:	Conexión a la red institucional, sesión iniciada y el registro de consumo almacenado en la base de datos.
Postcondiciones:	Información actualizada mostrada en pantalla, datos de consumo en kWh, gráficas de consumo y ahorro estimado registrado en la base de datos.
Medios para registrar una solicitud:	Aplicación web.

Tema	Detalle
Pasos:	• Iniciar sesión. • Acceder al módulo de usuarios. • El sistema calcula el consumo energético actual en kWh. • Visualizar consumo en kW en tiempo real. • Mostrar consumo del día actual. • Mostrar graficas de consumo semanal. • Mostrar graficas de consumo mensual. • Mostrar costo estimado en USD. • Mostrar tiempo total encendido de luces. • Actualizar datos automáticamente cada cierto tiempo.
Situaciones excepcionales:	Sin conexión a la red, perdida de conexión con la base de datos y sin registros de datos para el periodo consultado.
Revisado por:	Ing. César Sinchiguano Chiriboga

Tabla 17. Monitoreo de Consumo Energético.

4.4.3.7 Caso de uso: Gestionar Usuarios.

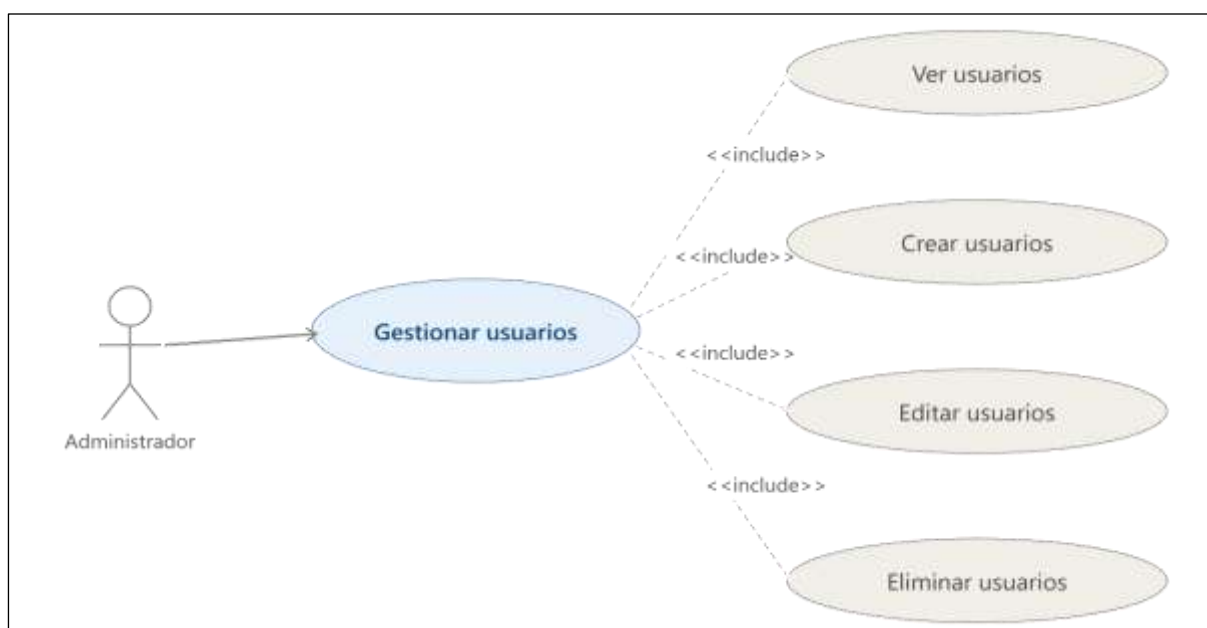


Ilustración 8. Gestionar Usuarios.

Únicamente el usuario denominado como administrador puede ingresar y gestionar los diferentes perfiles de usuarios previamente agregados, con la intención de crear nuevos usuarios, modificar los ya existentes o eliminarlos de la base de datos.

4.4.3.8 Caso de Uso: Gestionar Usuarios.

Tema	Detalle
Caso de uso N°:	004
Nombre del caso de uso:	Gestionar Usuarios

Fecha:	04/05/2026
Elaborado por:	Sandra García Uriarte
Actores:	Usuario (administrador)
Objetivo:	Administrar las cuentas de acceso al sistema (ver, crear, editar y eliminar usuarios).
Precondiciones:	Conexión a la red institucional, usuario registrado en la base de datos con sesión iniciada con el rol de administrador.
Postcondiciones:	Usuario creado, editado o eliminado en la base de datos.
Registrar una solicitud:	Aplicación web .
Pasos:	• Iniciar Sesión. • Acceder al módulo usuarios. • Visualizar los usuarios registrados. • Seleccionar la acción (crear/editar/eliminar). • Selecciona Crear: Ingresar los datos en el modal. • Selecciona editar: Edita los datos en el modal. • Selecciona eliminar: Elimina el usuario creado junto con la notificación de confirmación. • Guardar los cambios en la base de datos.
Situaciones excepcionales:	Rol controlador intenta acceder (acceso denegado), correo o contraseña incorrectos.
Revisado por:	Ing. César Sinchiguano Chiriboga

Tabla 18. Gestionar Usuarios.

4.4.3.9 Diagrama de Base de Datos.



Figura 3. Diagrama de Base de Datos

4.4.4 Diagramas de Secuencia

4.4.4.1 Diagrama de Secuencia: Iniciar Sesión.

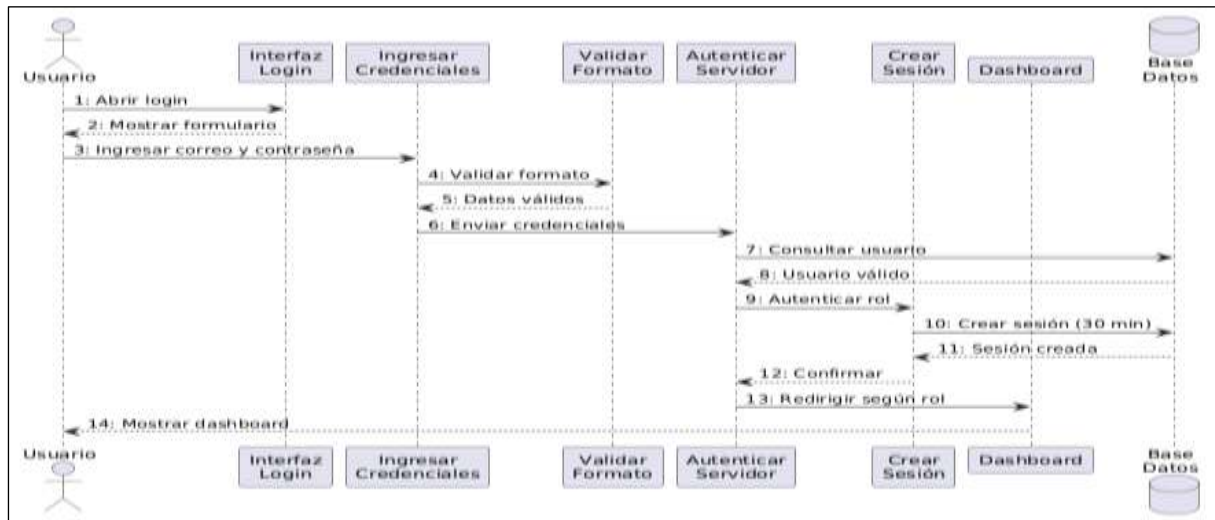


Figura 4. Diagrama de Secuencia: Iniciar Sesión.

4.4.4.2 Diagrama de Secuencia: Monitoreo del Auditorio en Tiempo Real.

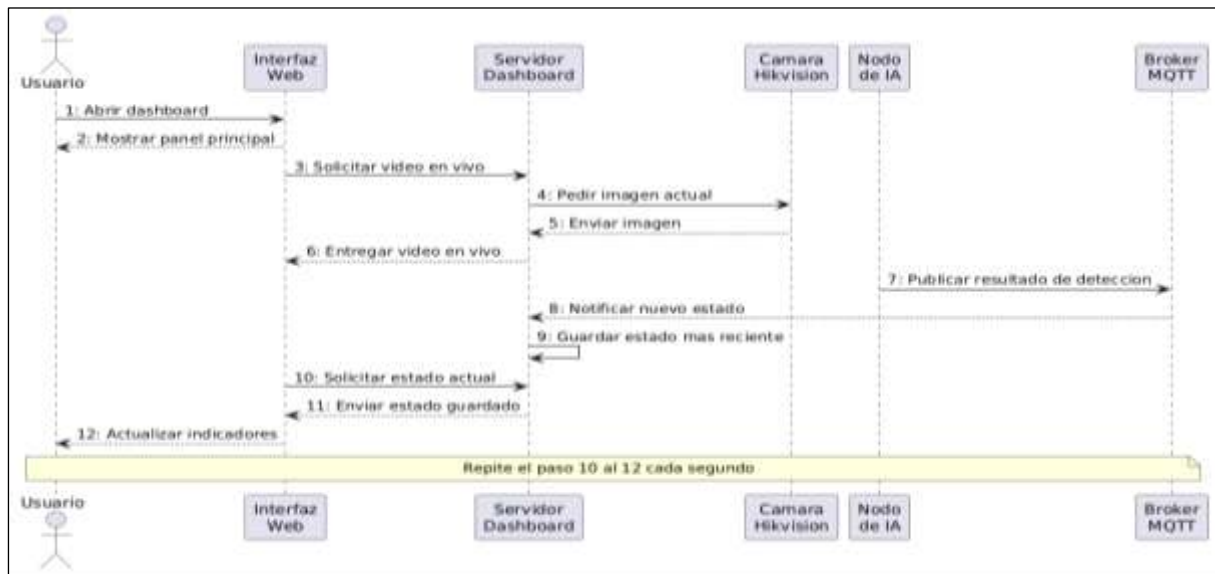


Figura 5. Diagrama de Secuencia: Monitoreo del Auditorio en Tiempo Real.

4.4.4.3 Diagrama de Secuencia: Monitoreo de Consumo Energético.

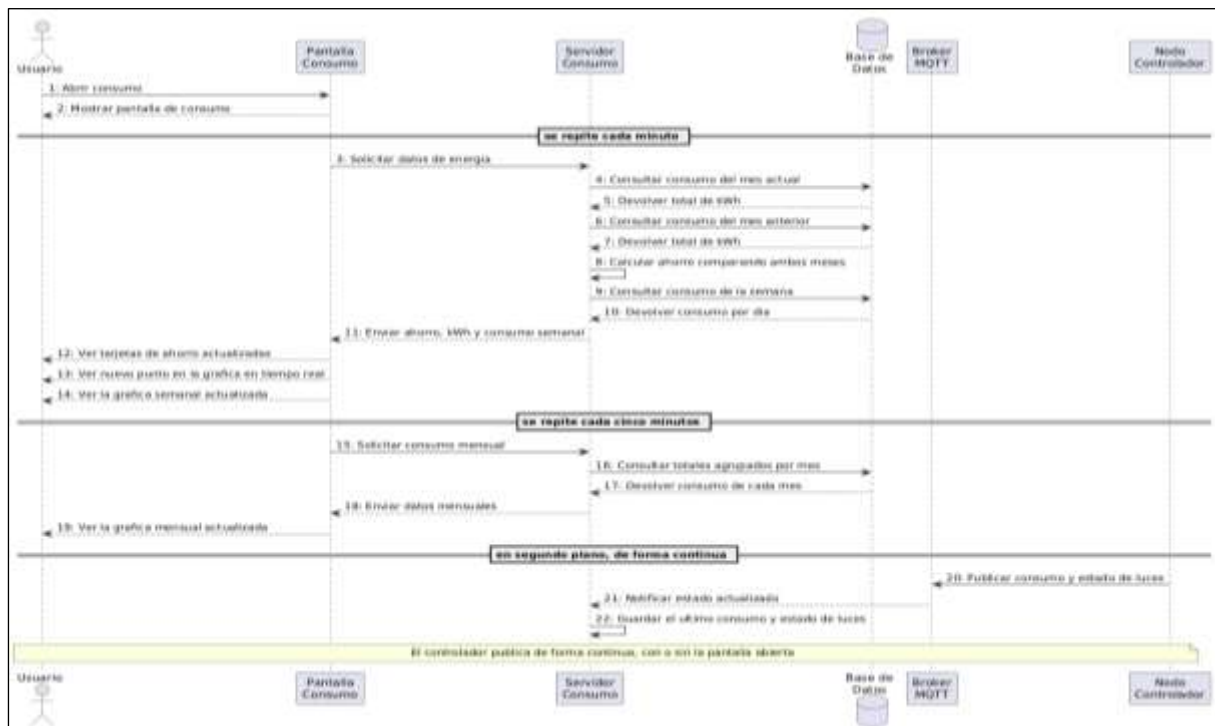


Figura 6. Diagrama de Secuencia: Monitoreo de Consumo Energético.

4.4.4.4 Diagrama de Secuencia: Gestionar Usuarios.

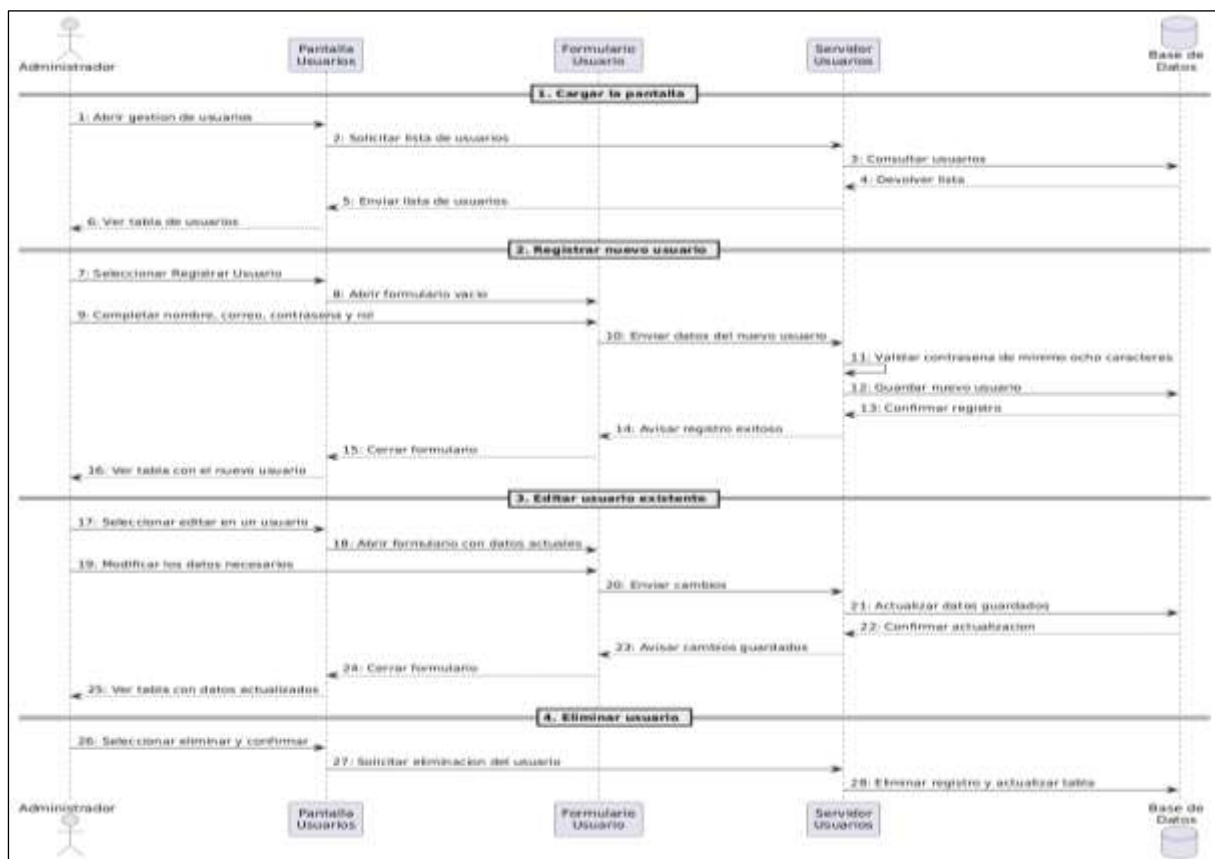


Figura 7. Diagrama de Secuencia: Gestionar Usuarios.

4.4.5 Diagramas de Estado

4.4.5.1 Diagrama de Estado: Iniciar Sesión.

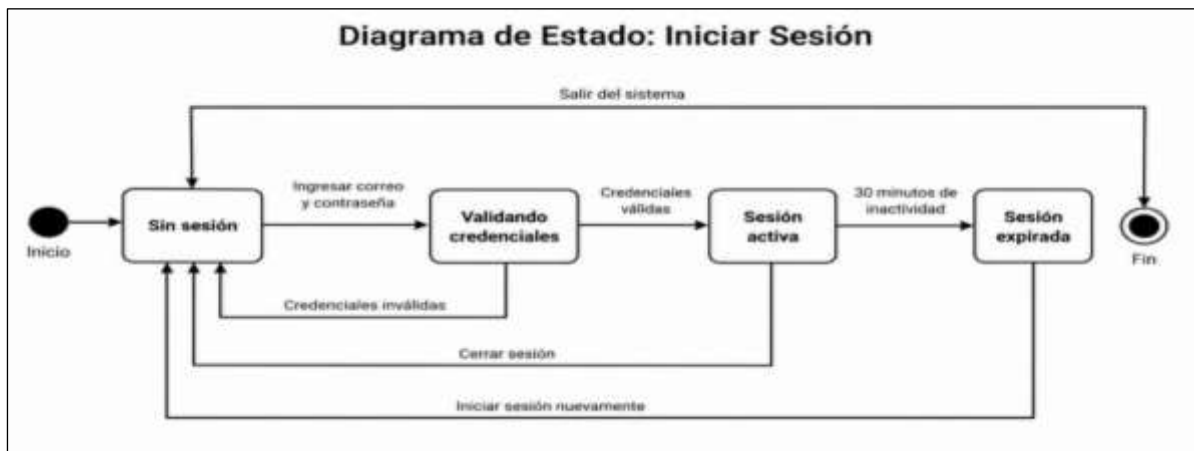


Figura 8. Diagrama de Estado: Iniciar Sesión.

4.4.5.2 Diagrama de Estado: Control de la Iluminación.

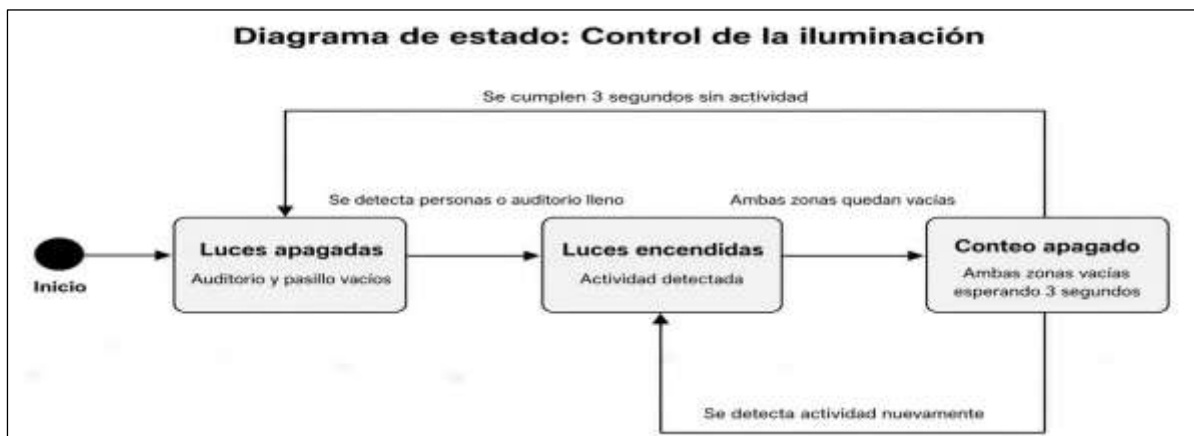


Figura 9. Diagrama de Estado: Control de la Iluminación.

4.4.5.3 Diagrama de Estado: Gestionar Usuarios.



Figura 10. Diagrama de Estado: Gestión de Usuarios.

4.4.6 Descripción Técnica / Arquitectura del Sistema

4.4.6.1 Arquitectura del Sistema.

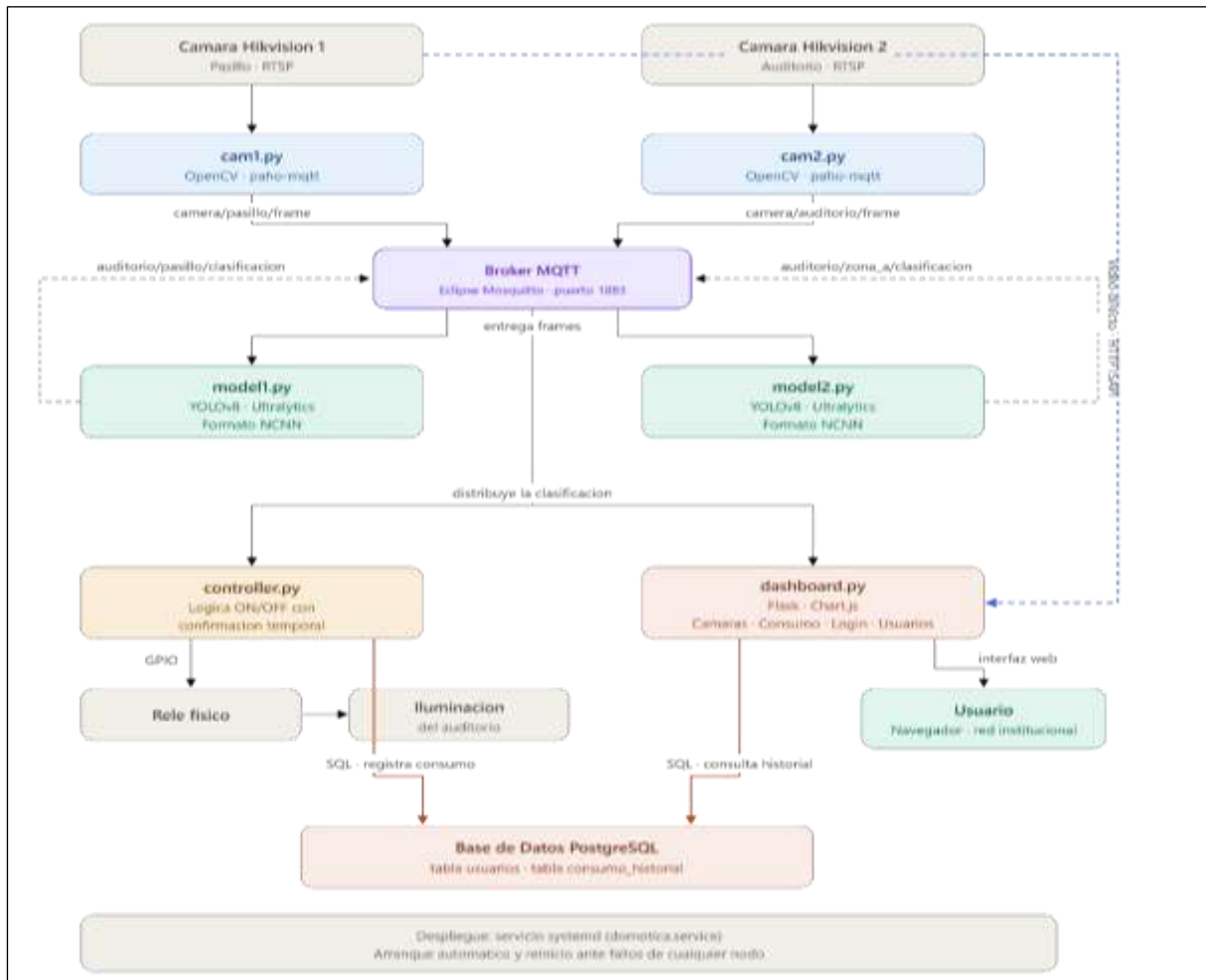


Figura 11. Arquitectura del Sistema Domótico del Auditorio de la ULEAM

Esta imagen representa la arquitectura implementada para el sistema domótico desarrollado. Su diseño se basa en una arquitectura modular donde cada componente desempeña una función específica dentro del sistema. La comunicación entre estos componentes facilita la clasificación de ocupación mediante visión artificial, comunicar los resultados entre los diferentes nodos, realizar el control automático de las luces, registrar el consumo energético y permite visualizar la información en tiempo real a través de la aplicación web.

4.4.6.1.1 Nodos de cámaras IP Hikvision.

El sistema utiliza dos cámaras IP Hikvision para capturar las imágenes del auditorio. La primera monitorea el pasillo y la segunda monitorea el auditorio completo. Estas transmisiones

aportan a la información utilizada por los nodos de clasificación para determinar el estado de ocupación de cada zona.

4.4.6.1.2 *Nodo de Clasificación del Pasillo.*

Este nodo recibe la transmisión de la primera cámara y procesa cada imagen mediante el modelo de visión artificial, su principal función consiste en clasificar el estado de ocupación del pasillo como vacío o lleno. Además, proporciona la información de la clasificación para la lógica de control de la iluminación.

4.4.6.1.3 *Nodo de Clasificación del Auditorio Completo.*

Este nodo recibe la transmisión de la segunda cámara y procesa cada imagen mediante el modelo de visión artificial, su principal función consiste en clasificar el estado de ocupación del auditorio completo como Lleno o Vacío. Además, proporciona la información de la clasificación para la lógica de control de la iluminación.

4.4.6.1.4 *Broker MQTT.*

El broker MQTT implementa el protocolo de mensajería MQTT y actúa como intermediario de la comunicación entre los diferentes nodos del sistema. Permitiendo el intercambio de información en tiempo real.

4.4.6.1.5 *Nodo Controlador.*

El nodo controlador recibe los estados publicados por los nodos de clasificación mediante MQTT y aplica la lógica de control definida en el sistema que determina cuando encender y apagar las luces del auditorio. Una vez tomada la decisión, se envía la señal correspondiente a los pines GPIO de la Raspberry Pi 4 los cuales controlan el módulo de relé encargado de activar y desactivar el circuito eléctrico de las luces. Además, registra el tiempo de funcionamiento de las luces.

4.4.6.1.6 *Base de Datos PostgreSQL.*

La base de datos PostgreSQL almacena la información de los usuarios, el consumo energético y el ahorro estimado. La aplicación web accede a estos registros para su consulta y visualización.

4.4.6.1.7 *Nodo Dashboard.*

El nodo Dashboard constituye la interfaz principal del sistema, tiene como función principal centralizar y presentar en tiempo real la información generada por los diferentes módulos. A través de este nodo, el usuario puede visualizar el módulo Dashboard, módulo consumo energético y el módulo gestión de consumo. De esta manera, proporciona una vista integrada del sistema completo.

4.4.6.2 **Tecnologías Utilizadas.**

Nombre	Detalle
Raspberry Pi OS	Sistema Operativo de la Raspberry Pi 4
Python	Lengua principal del desarrollo de la aplicación.
Mosquitto	Es un broker de mensajería
Flask	Framework para desarrollar la aplicación web en Python
Paho-mqtt	Cliente MQTT para publicar y suscribirse a todos los nodos
OpenCV	Captura y procesa imágenes de las cámaras IP Hikvision.
NumPy	Procesamiento numérico de imágenes para los modelos de IA.
PostgreSQL	Base de datos del sistema.
psycopg2-binario	Permite que el programa se conecte a la base de dato.
Requests	Comunicación HTTP con la API ISAPI de las cámaras Hikvision
Bootstrap	Framework para el diseñar la interfaz web
Chart.js	Genera gráficas del consumo energético en el tablero.
Roboflow	Plataforma para etiquetar y organizar las imágenes
Ultralytics	Librería para entrenar modelos de clasificación de ocupación del auditorio.
Visual Studio Code	Editor de código para el desarrollo del sistema.
RPi.GPIO	Controlador de pines GPIO de la Raspberry Pi 4.
Systemd	Gestor de servicios para arrancar automáticamente el sistema en la Raspberry Pi

4.4.6.3 Requerimientos Funcionales.

- Permitir el inicio de sesión de usuarios registrados (administrador y controlador) mediante correo y contraseña.
- Permitir el encendido y apagado automático de la iluminación del auditorio de acuerdo con la clasificación de ocupación generada por el sistema.
- Mostrar en el Dashboard la transmisión en tiempo real de las cámaras del pasillo y del auditorio, junto con el resultado de la clasificación de ocupación de cada una y el estado de la iluminación (ON/OFF).
- Permitir visualizar el consumo energético registrado, el ahorro estimado y las gráficas correspondientes a los periodos diario, semanal y mensual.
- Permitir al administrador gestionar las cuentas de usuario mediante las operaciones de visualizar, crear, editar y eliminar usuarios.
- Calcular y registrar automáticamente el consumo energético y el ahorro estimado a partir del tiempo de funcionamiento de las luces.
- Las pantallas de Dashboard deben mostrarse en un tiempo no mayor a 3 segundos.
- La navegación entre las pantallas (Login, Dashboard, Usuarios, Consumo) debe ser fluido y sin errores.
- Las contraseñas de los usuarios registrados se almacenan de forma encriptadas en la base de datos.
- La sesión del usuario expira automáticamente a los 30 minutos de inactividad.
- Los mensajes de error (credenciales incorrectas, acceso restringido) deben ser claros para el usuario.
- La aplicación web debe ser accesible desde cualquier dispositivo conectado a la red local institucional del auditorio mediante un navegador web compatible.

4.4.6.4 Requerimientos No Funcionales.

- La pantalla de consumo energético debe visualizarse siempre en tiempo real.
- La comunicación entre los nodos del sistema debe funcionar de forma continua mediante el protocolo de mensajería MQTT para garantizar el intercambio de información.
- El sistema debe ejecutarse automáticamente al encender la Raspberry Pi.

- El sistema debe operar de forma completamente local, sin depender de conexión a internet.
- El sistema debe ejecutar los modelos de visión artificial de forma estable y eficiente en la Raspberry Pi.

4.4.7 Roles Scrum

Rol	Responsable	Descripción
Product Owner (PO)	Sandra García	Define los requisitos y prioridades del sistema.
Scrum Master (SM)	Sandra García	Supervisa el cumplimiento de la metodología Scrum.
Development Team	Sandra García	Responsable del diseñar, desarrollar e implementar del sistema.
Stakeholder	Ing. César Sinchiguano	Valida el cumplimiento de objetivos del proyecto.
End Users	Usuarios Finales	Interactúa con el sistema a través del Dashboard para consultar el estado de ocupación, iluminación y consumo energético.

Tabla 20. Roles Scrum

4.4.8 Planificación del Sprint

4.4.8.1 Sprint 1 : Configuración del Entorno y Visión Artificial.

Objeto	Detalle
Duración:	4 Semanas (1/03/2026 – 28/03/2026)
Prioridad:	Alta
Objetivo:	Configurar el entorno de desarrollo del sistema y entrenar los modelos de IA encargados de clasificar la ocupación del pasillo y del auditorio.
Historia de Usuario:	No aplica – Sprint de configuración
Tareas de Desarrollo:	• Configuración de la Raspberry Pi y del entorno de desarrollo. • Selección del lenguaje de programación y creación de la estructura del proyecto de archivos de la aplicación web. • Captura de imágenes con las cámaras Hikvision

Objeto	Detalle
Plan de Entrega:	- Clasificación del dataset en Roboflow - Entrenamiento de los modelos de inteligencia artificial con Ultralytics (YOLOv8) - Implementación y pruebas del sistema de clasificación
	Configuración de la Raspberry Pi y del entorno de desarrollo Instalación del sistema operativo Raspberry Pi OS, del editor Visual Studio Code, junto con las dependencias y librerías necesarias para el desarrollo del sistema. Adicionalmente, se preparó el entorno de la computadora personal para entrenar los modelos de AI. Tiempo de desarrollo: 16 horas Fecha Inicio y Fecha Final: 01/03/2026 – 04/03/2026
	Selección del lenguaje y estructura del proyecto Se realizó la selección de Python 3.12 como lenguaje de programación principal, junto con la creación de la estructura de archivos y carpetas del proyecto DomoticUleam. Tiempo de desarrollo: 10 horas Fecha de Inicio y Fecha Final: 05/03/2026 – 07/03/2026
	Capturas de imágenes Crear dos scripts para tomar fotografías con las cámaras Hikvision del pasillo y del auditorio de la Universidad. Tiempo de desarrollo: 80 horas Fecha Inicio y Fecha Final: 08/03/2026 – 15/03/2026
	Clasificación y organización del dataset Organización y clasificación de las imágenes capturadas en la plataforma Roboflow para preparar el conjunto de entrenamiento, realizado en la computadora personal. Tiempo de desarrollo: 80 horas Fecha Inicio y Fecha Final: 16/03/2026 – 20/03/2026
	Entrenamiento de los modelos de inteligencia artificial Entrenamiento de los modelos YOLOv8 con la librería Ultralytics en la computadora personal para la clasificación de ocupación del auditorio. Tiempo de desarrollo: 28 horas Fecha Inicio y Fecha Final: 21/03/2026 – 24/03/2026
	Implementación y pruebas del sistema de clasificación Integración de los modelos entrenados en la Raspberry Pi 4 para clasificar la ocupación en tiempo real y verificación de la correcta

Objeto	Detalle
	publicación de los estados mediante el protocolo de mensajería MQTT.
	Tiempo de desarrollo: 28 horas
	Fecha Inicio y Fecha Final: 25/03/2026 – 28/03/2026

Tabla 21. Sprint 1 : Configuración del Entorno y Visión Artificial.

4.4.8.2 Sprint 2 : Autenticación y Monitoreo del Auditorio.

Objeto	Detalle
Duración:	4 Semanas (29/03/2026 – 25/04/2026)
Prioridad:	Alta
Objetivo:	Se desarrolló la base de datos del sistema, se implementó el módulo de autenticación de usuarios y se diseñó la interfaz de monitoreo en tiempo real del auditorio junto a la lógica de control para el encendido y apagado automático del sistema de iluminación, de acuerdo con las condiciones establecidas por la aplicación.
Historia de Usuario:	HU01: Inicio de Sesión HU02: Monitoreo del auditorio en tiempo real
Tareas de Desarrollo:	• Diseño y creación de la base de datos inicial • Desarrollo de la pantalla de Login con roles • Desarrollo de la pantalla de monitoreo del auditorio en tiempo real • Implementación de la lógica de encendido y apagado automático • Pruebas del módulo de autenticación y monitoreo del auditorio
Plan de Entrega:	• Diseño y creación de la base de datos inicial Creación de base datos en PostgreSQL y las tablas de usuarios y de consumo Tiempo de desarrollo: 12 horas Fecha Inicio y Fecha Final: 29/03/2026 – 01/04/2026 • Desarrollo de la pantalla login Implementación de la interfaz de inicio de sesión con campos de correo y contraseña, gestión de sesión con expiración de 30 minutos y reconocimiento del rol del usuario. Tiempo de desarrollo: 30 horas Fecha de Inicio y Fecha Final: 02/04/2026 – 08/04/2026 • Desarrollo de la pantalla de monitoreo del auditorio Diseñar pantalla de monitoreo en tiempo real con su transmisión en vivo de ambas cámaras, el estado de ocupación y el estado de la iluminación, actualizados mediante el protocolo de mensajería MQTT. Tiempo de desarrollo: 40 horas

Objeto	Detalle
	Fecha Inicio y Fecha Final: 09/04/2026 – 16/04/2026 • Implementación de la lógica de control automático Desarrollo de la lógica de decisión que enciende las luces cuando el sistema clasifica que el auditorio y el pasillo están llenos, y las apaga cuando ambas zonas se clasifican como vacías durante 3 segundos consecutivos. Tiempo de desarrollo: 40 horas Fecha Inicio y Fecha Final: 17/04/2026 – 22/04/2026 • Pruebas del módulo de autenticación y monitoreo del auditorio Verificar el correcto funcionamiento del login controlando el acceso por roles. Además, se comprobó la transmisión en tiempo real de las cámaras y la actualización continua de los indicadores del panel. Tiempo de desarrollo: 16 horas Fecha Inicio y Fecha Final: 23/04/2026 – 25/04/2026

Tabla 22. Sprint 2 : Autenticación y Monitoreo del Auditorio.

4.4.8.3 Sprint 3 : Consumo Energético y Gestión de Usuarios.

Objeto	Detalle
Duración:	4 Semanas (26/04/2026 – 23/05/2026)
Prioridad:	Alta
Objetivo:	Desarrollar una pantalla de monitoreo de consumo energético con gráficas y una pantalla de gestión de usuarios del sistema.
Historia de Usuario:	HU03: Monitoreo del Consumo Energético HU04: Gestión de Usuarios
Tareas de Desarrollo:	• Desarrollo de la pantalla de monitoreo del consumo energético con gráficas • Implementación del cálculo y registro del consumo energético • Desarrollo de la pantalla de gestión de usuarios • Pruebas de los módulos de consumo y de usuarios
Plan de Entrega:	• Desarrollo de la pantalla de monitoreo del consumo energético con gráficas Desarrollar la lógica que calcula el consumo a partir de la potencia instalada y tiempo de funcionamiento de las luces, además del almacenamiento en la base de datos del consumo diario y del ahorro energético. Tiempo de desarrollo: 28 horas Fecha Inicio y Fecha Final: 26/03/2026 – 01/05/2026 • Implementación del cálculo y registro del consumo energético

Objeto	Detalle
	Diseñar pantalla de que muestra el consumo en tiempo real, las gráficas de consumo diario, semanal y mensual mediante Chart.js, y el indicador de ahorro estimado Tiempo de desarrollo: 40 horas Fecha Inicio y Fecha Final: 02/05/2026 – 09/05/2026 • Desarrollo de la pantalla de gestión de usuarios Diseñar pantalla de gestión de usuarios, con acceso exclusivo al administrador para ver , crear, editar y eliminar usuarios, además de la asignación de roles y validación de contraseñas. Tiempo de desarrollo: 30 horas Fecha Inicio y Fecha Final: 10/05/2026 – 17/05/2026 • Pruebas de los módulos de consumo y de usuarios Verificar el correcto cálculo del consumo y del ahorro, la visualización de las gráficas y el funcionamiento de la gestión de usuarios según su rol. Tiempo de desarrollo: 50 horas Fecha Inicio y Fecha Final: 18/05/2026 –23/05/2026

Tabla 23. Sprint 3 : Consumo Energético y Gestión de Usuarios.

4.4.8.4 Sprint 4 : Integración de Hardware y Pruebas Finales.

Objeto	Detalle
Duración	4 Semanas (24/05/2026 – 20/06/2026)
Prioridad	Alta
Objetivo:	Integrar la lógica de control con los pines GPIO y el módulo de relé, se realizaron las pruebas finales del sistema y se ejecutó la aplicación para su funcionamiento.
Historia de Usuario:	No aplica – Sprint de integración física, pruebas y despliegue
Tareas de Desarrollo:	• Configuración de los pines GPIO y del módulo de relé • Integración de la lógica del control con el hardware físico • Pruebas completas del sistema • Ajustes y corrección de errores • Despliegue final del sistema
Plan de Entrega:	• Configuración de los pines GPIO y del módulo de relé Configuración de los pines GPIO de la Raspberry Pi 4 y conexión del módulo de relé al circuito de iluminación del auditorio. Tiempo de desarrollo: 20 horas Fecha Inicio y Fecha Final: 24/03/2026 – 28/05/2026

Objeto	Detalle
Integración de la lógica del control con el hardware físico Conexión de la lógica de encendido y apagado automático con el módulo de relé para controlar la iluminación del auditorio. Tiempo de desarrollo: 30 horas Fecha Inicio y Fecha Final: 29/05/2026 – 05/06/2026 Pruebas completas del sistema Ejecución de pruebas de funcionamiento del sistema completo en el auditorio, verificando la clasificación de ocupación, el encendido y apagado automático de las luces, el cálculo del consumo energético y las actualizaciones en tiempo real de la aplicación. Tiempo de desarrollo: 40 horas Fecha Inicio y Fecha Final: 06/06/2026 – 13/06/2026 Ajustes y corrección de errores Se corrigen los errores detectados durante las pruebas y se ajustan los parámetros del sistema para tener un funcionamiento óptimo. Tiempo de desarrollo: 30 horas Fecha Inicio y Fecha Final: 14/06/2026 – 17/06/2026 Despliegue final del sistema Configurar el sistema para el arranque automático y ejecución continua mediante un servicio del sistema operativo. Tiempo de desarrollo: 14 horas Fecha Inicio y Fecha Final: 18/06/2026 – 20/06/2026	

Tabla 24. Sprint 4 : Integración de Hardware y Pruebas Finales.

4.4.9 Backlog del Producto

4.4.9.1 Sprint Backlog 1.

Nro.	Tarea	Prioridad	Estado
1	Configuración de la Raspberry Pi 4 y del entorno de desarrollo.	Alta	Completada
2	Selección del lenguaje de programación y estructura del proyecto.	Alta	Completada
3	Captura de imágenes con las cámaras Hikvision.	Alta	Completada
4	Clasificación del dataset en Roboflow.	Alta	Completada

Nro.	Tarea	Prioridad	Estado
5	Entrenamiento de los modelos de inteligencia artificial.	Alta	Completada
6	Implementación del sistema de clasificación de ocupación.	Alta	Completada
7	Pruebas de clasificación y publicación mediante el protocolo de mensajería MQTT.	Alta	Completada

Tabla 25. Sprint Backlog 1.

4.4.9.2 Sprint Backlog 2.

Nro.	Tarea	Prioridad	Estado
1	Diseño y creación de la base de datos.	Alta	Completada
2	Desarrollo de la pantalla de inicio de sesión.	Alta	Completada
3	Implementación del control de acceso por roles.	Alta	Completada
4	Desarrollo de la pantalla de monitoreo del auditorio.	Alta	Completada
5	Integración de la transmisión de video en vivo.	Alta	Completada
6	Implementación de la lógica de encendido y apagado automático.	Alta	Completada
7	Integración y pruebas.	Alta	Completada

Tabla 26. Sprint Backlog 2.

4.4.9.3 Sprint Backlog 3.

Nro.	Tarea	Prioridad	Estado
1	Implementación del cálculo del consumo energético.	Alta	Completada
2	Registro del consumo diario y del ahorro en la base de datos.	Alta	Completada
3	Desarrollo de la pantalla de monitoreo del consumo energético.	Alta	Completada

Nro.	Tarea	Prioridad	Estado
4	Implementación de las gráficas de consumo.	Alta	Completada
5	Desarrollo de la pantalla de administración de cuentas.	Alta	Completada
6	Integración y pruebas.	Alta	Completada

Tabla 27. Sprint Backlog 3.

4.4.9.4 Sprint Backlog 4.

Nro.	Tarea	Prioridad	Estado
1	Configuración de los pines GPIO y del módulo de relé.	Alta	Completada
2	Integración de la lógica de control con el hardware físico.	Alta	Completada
3	Pruebas completas del sistema.	Alta	Completada
4	Ajustes y corrección de errores.	Alta	Completada
5	Despliegue final del sistema.	Alta	Completada

Tabla 28. Sprint Backlog 4.

4.4.10 Definición de Hecho (DoD)

4.4.10.1 Criterios Generales.

Nro.	Criterios de evaluación	Estado
1	El código está escrito correctamente, sin errores ni problemas de ejecución.	Cumplido
2	Cada nodo se conecta al broker MQTT y publica o recibe mensajes de sus topics correspondientes.	Cumplido
3	Todas las funcionalidades se probaron con las cámaras reales del Auditorio de la Universidad.	Cumplido

4	Cada nodo se integra al servicio systemd y arranca de forma automática.	Cumplido
5	Cada nodo se recupera automáticamente ante la pérdida de señal de video o de la red.	Cumplido
6	Ningún nodo interfiere con la funcionalidad de los demás nodos.	Cumplido
7	La interfaz web es clara y se adapta a los diferentes dispositivos conectados a la red institucional.	Cumplido
8	Las validaciones de los formularios funcionan correctamente.	Cumplido
9	La aplicación permite únicamente las acciones correspondientes al rol de cada usuario.	Cumplido

Tabla 29. Criterios Generales

4.4.10.2 Criterios Específicos del Proyecto .

Nro.	Criterios de evaluación	Estado
1	Las capturas de video en tiempo real se mantienen sin interrupciones prolongadas	Cumplido
2	Los modelos YOLOv8 clasifican correctamente la presencia de personas	Cumplido
3	La clasificación se publica continuamente mediante MQTT	Cumplido
4	El encendido de las luminarias se activa cuando se clasifica presencia en el pasillo o el auditorio	Cumplido
5	El apagado de las luminarias ocurre después de 3 segundos cuando ambas zonas permanecen vacías	Cumplido

6	El contador de apagado se reinicia cuando se detecta actividad durante dicho intervalo	Cumplido
7	El relé responde correctamente a las señales enviadas mediante el pin GPIO de la Raspberry Pi 4	Cumplido
8	El circuito se probó en protoboard antes de su instalación en el auditorio	Cumplido
9	El estado de las luminarias mostrado en el Dashboard coincide con el estado real del relé	Cumplido
10	El consumo energético se calcula considerando el tiempo de encendido y la potencia real de las luminarias	Cumplido
11	El consumo y el ahorro energético se almacenan en la base de datos al finalizar la jornada	Cumplido
12	Las gráficas de consumo se muestran y actualizan en tiempo real	Cumplido
13	El inicio de sesión valida las credenciales contra la base de datos y permite cerrar la sesión	Cumplido
14	El Dashboard muestra el video de ambas cámaras y actualiza los estados sin necesidad de recargar la página	Cumplido
15	El registro de usuarios valida que las contraseñas tengan un mínimo de ocho caracteres	Cumplido
16	El video llega al Dashboard mediante HTTP directo, sin pasar por el broker MQTT	Cumplido
17	El sistema se ejecuta automáticamente al encender la Raspberry Pi 4 y reinicia los nodos cuando alguno presenta una falla	Cumplido

Tabla 30. Criterios Específicos del Proyecto

4.4.11 Eventos Scrum

4.4.11.1 Sprint Review 1: Configuración del Entorno y Visión Artificial.

Fecha: 28/03/2026

Duración: 01/03/2026-28/03/2026

Participantes: Sandra García (Product Owner, Scrum Master y Development Team); Ing. César Sinchiguano (Stakeholder).

Revisión de actividades

Durante la revisión del primer sprint se presentó la configuración del entorno de desarrollo en la Raspberry Pi 4, así como la estructura de los archivos del proyecto. Posteriormente, se realizó el proceso de captura de imágenes del pasillo y del auditorio completo con las cámaras Hikvision, las cuales fueron etiquetadas en Roboflow para el entrenamiento de los modelos YOLOv8 con Ultralytics. Una vez culminado el entrenamiento, los modelos fueron transferidos a la Raspberry Pi para su ejecución local. Por último, se verificó que el sistema clasificara ambas zonas y publicara correctamente los estados.

4.4.11.2 Sprint Review 2: Base de Datos, Autenticación y Monitoreo del Auditorio.

Fecha: 25/04/2026

Duración: 29/03/2026 – 25/04/2026

Participantes: Sandra García (Product Owner, Scrum Master y Development Team); Ing. César Sinchiguano (Stakeholder)

Revisión de actividades

Durante la revisión del segundo sprint se presentó el diseño e implementación de la base de datos en PostgreSQL, incluyendo las tablas destinadas a la gestión de usuarios y al registro del consumo energético. Asimismo, se mostró el funcionamiento del login con su debida autenticación validando las credenciales y control de acceso según el rol del usuario. Posteriormente, se mostró la interfaz de monitoreo del auditorio en tiempo real de ambas cámaras junto a los indicadores del estado del sistema. Por último, se verificó el correcto funcionamiento de la lógica encendido y apagado automático de las luminarias, incluyendo un tiempo de verificación de 3 segundos para evitar los falsos positivos.

4.4.11.3 Sprint Review 3: Consumo Energético y Gestión de Usuarios.

Fecha: 23/05/2026

Duración: 26/04/2026 – 23/05/2026

Participantes: Sandra García (Product Owner, Scrum Master y Development Team); Ing. César Sinchiguano (Stakeholder).

Revisión de actividades

Durante la revisión del tercer sprint se presentó la implementación del cálculo energético basado en la potencia instalada y el tiempo de encendido de las luces, junto con su almacenamiento automático de esta información en la base de datos. Se mostró el funcionamiento de la pantalla de monitoreo del consumo energético, la cual incluyó la visualización de gráficas diarias, semanales y mensuales. Finalmente, se presentó la pantalla de gestión de usuarios, comprobando que las funciones ver, crear, editar y eliminar de cuentas estuvieran restringidas para el rol de administrador.

4.4.11.4 Sprint Review 4: Integración de Hardware y Pruebas Finales.

Fecha: 23/05/2026

Duración: 24/05/2026 – 20/06/2026

Participantes: Sandra García (Product Owner, Scrum Master y Development Team); Ing. César Sinchiguano (Stakeholder).

Revisión de actividades

En la revisión del cuarto sprint se presentó la integración del software con el hardware del sistema, configurando los pines GPIO de la Raspberry Pi y conectando el módulo de relé que controla la iluminación del auditorio. Posteriormente, en el auditorio de la ULEAM se realizaron pruebas del sistema completo, verificando el correcto funcionamiento de los modelos de clasificación de ocupación, el encendido y apagado automático de las luminarias, el cálculo del consumo energético, la autenticación según el rol del usuario y la actualización de la información en tiempo real dentro de la aplicación web. Finalmente, se ejecutó el despliegue final del sistema mediante el servicio systemd, comprobando el inicio automático de la aplicación y su capacidad de recuperación ante fallos.

4.4.12 Interfaz de Usuario (UI) / Prototipos

4.4.12.1 Mapas de Navegación del Sistema.

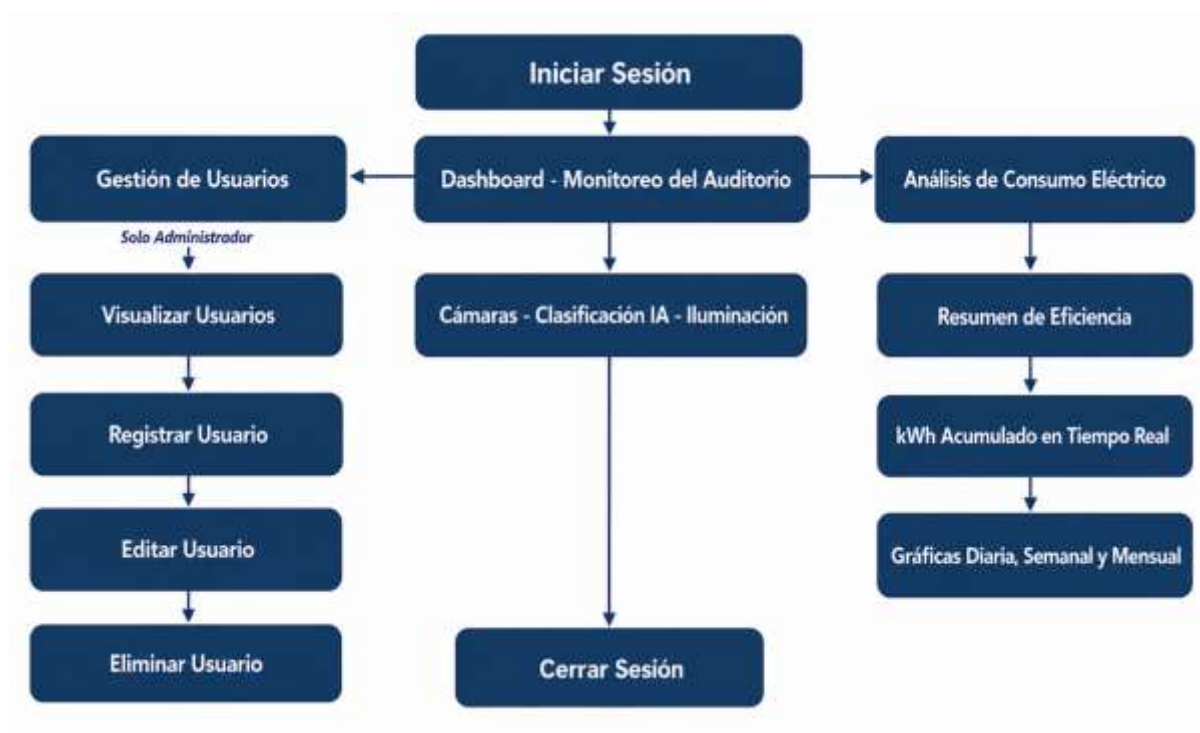


Ilustración 9. Mapas de Navegación del Sistema.

4.4.13 Interfaz de Usuario / Pantallas

4.4.13.1 Pantalla de Inicio de Sesión.

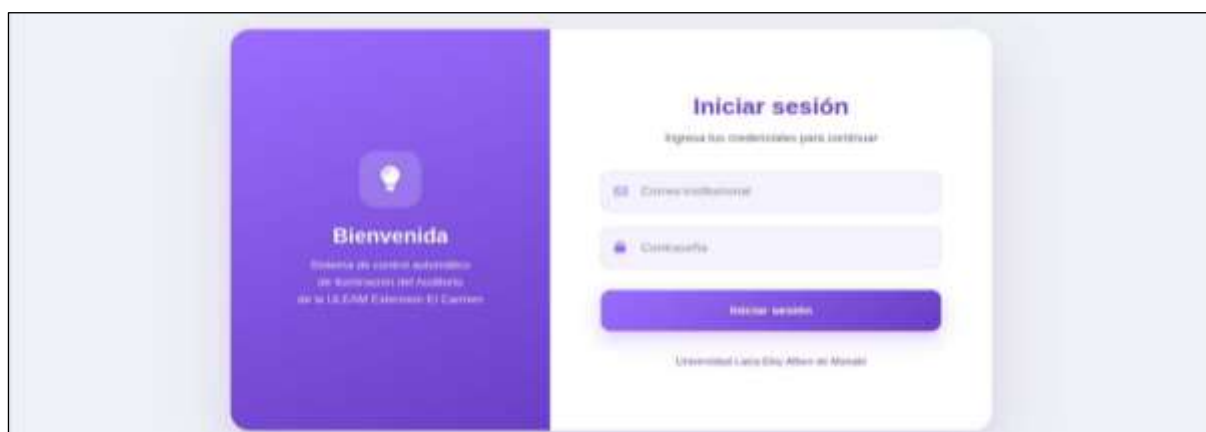


Ilustración 10. Pantalla de Inicio de Sesión.

La pantalla de inicio de sesión permite autenticar a los usuarios mediante el ingreso de su correo electrónico y contraseña. Una vez validadas las credenciales, el sistema permite el acceso a la aplicación de acuerdo con el rol asignado, asegurando que cada usuario pueda visualizar únicamente las funciones que le corresponden.

4.4.13.2 Pantalla Dashboard / Monitoreo del Auditorio.

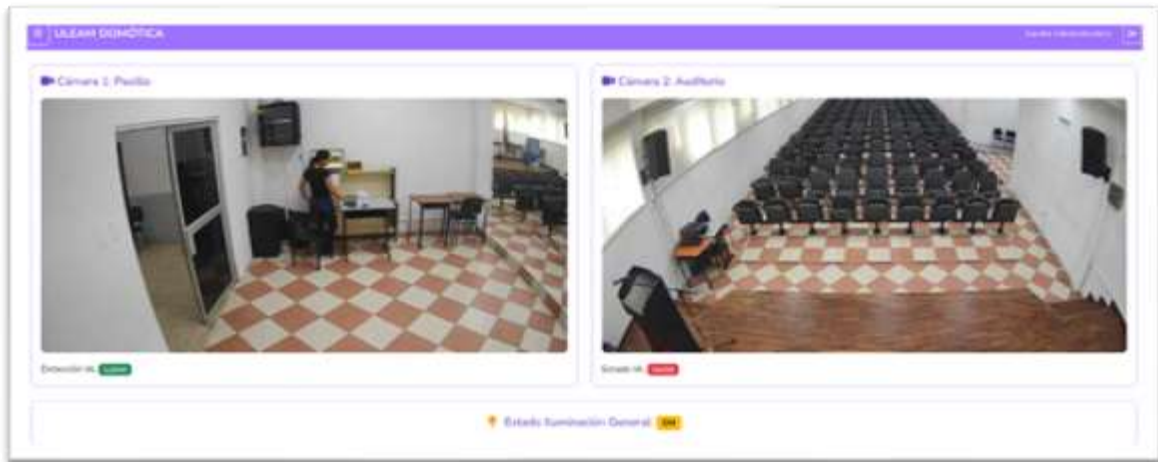


Ilustración 11. Pantalla Dashboard / Monitoreo del Auditorio.

La pantalla Dashboard permite visualizar la transmisión en vivo de las cámaras Hikvision, junto con el resultado de la clasificación de ocupación obtenida mediante visión artificial. Además, muestra el estado de las luces, indicando si se encuentra encendidas o apagadas basado en la logia de control implementada. Esta información confirma el comportamiento del sistema y el estado actual del auditorio.

4.4.13.3 Pantalla de Consumo Energético.

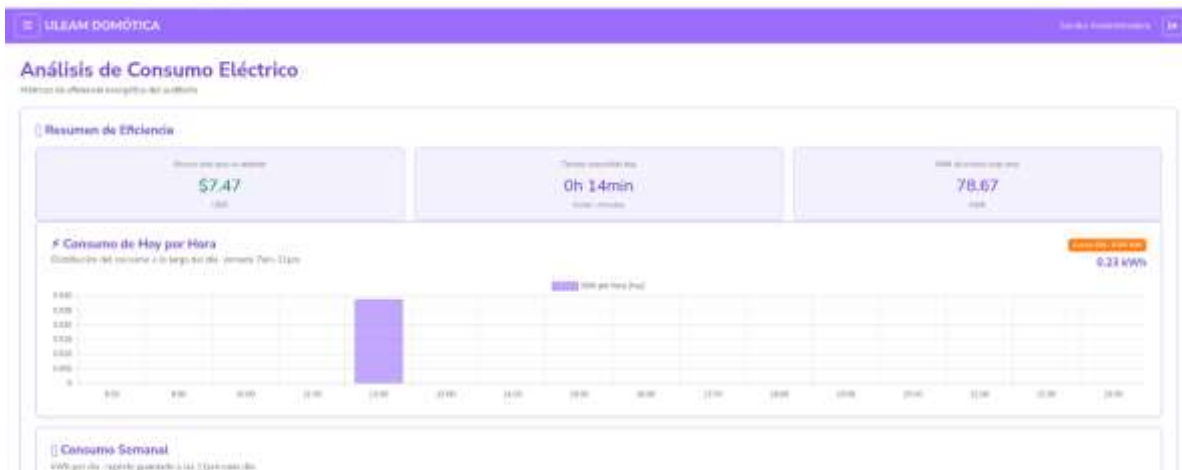


Ilustración 12. Pantalla de Consumo Energético.

La pantalla de consumo energético permite consultar la información relacionada con el consumo de las luces del auditorio. En ella se muestra el consumo registrado en tiempo real, el ahorro estimado y muestras las gráficas del consumo diario, semanal y mensual. Esta información facilita el seguimiento del consumo energético del sistema y permite evaluar su funcionamiento.

4.4.13.4 Pantalla de Gestión de Usuarios.



Ilustración 13. Pantalla de Gestión de Usuarios.

Esta pantalla permite visualizar el listado de los usuarios registrados en el sistema. Además, permite acceder a las opciones crear, editar y eliminar usuarios, facilitando la administración de los permisos de acceso a la aplicación.

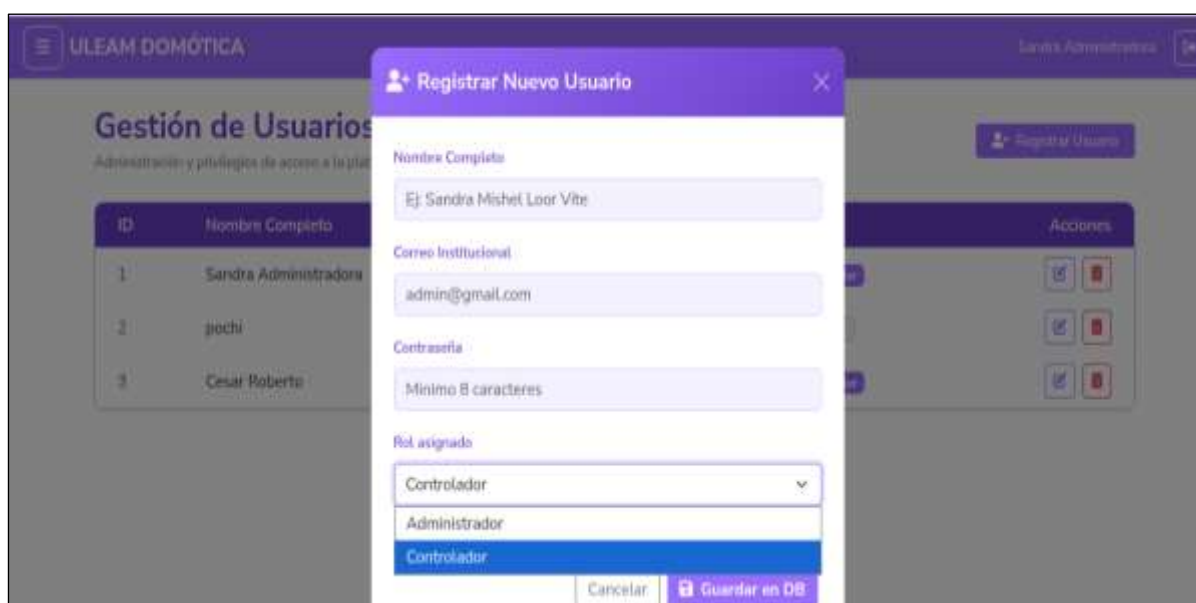


Ilustración 14. Nodal de Registro Nuevo Usuario.

El modal de registro de usuarios permite incorporar nuevas cuentas al sistema mediante el ingreso de la información solicitada como: nombre completo, correo electrónico, contraseña y rol. Antes de almacenar la información, el sistema valida los datos ingresados para garantizar la integridad de los registros en la base de datos.

El modal de edición de usuarios permite actualizar la información de las cuentas registradas en el sistema. Desde esta interfaz se puede modificar los datos que se desea cambiar.

4.4.14 Pruebas de Caja Negra

4.4.14.1 Formulario de Inicio de Sesión.

Campo	Tipo	Valor Permitido	Observación
Correo Institucional	Text	Formato de correo válido (usuario@dominio.extensión)	Funciona correctamente
Contraseña	Password	Mínimo 8 caracteres, con al menos una mayúscula, una minúscula, un número y un carácter especial.	Funciona correctamente

Tabla 31. Formulario de Inicio de Sesión.

4.4.14.2 Formulario de Registro y Edición de Usuario.

Campo	Tipo	Valor Permitido	Observación
Nombre completo	Text	Texto con un máximo de 15 caracteres.	Funciona correctamente
Correo electrónico	Text	Formato de correo válido (usuario@dominio.extensión) y ser único en el sistema.	Funciona correctamente
Contraseña	Password	Mínimo 8 caracteres, con al menos una mayúscula, una minúscula, un número y un carácter especial.	Funciona correctamente
Rol	Select	Administrador y Controlador	Funciona correctamente

Tabla 32. Formulario de Registro y Edición de Usuario.

4.4.15 Pruebas de Caja Blanca

4.4.15.1 Formulario de Inicio de Sesión.

Método	Acción Esperada	Acción Obtenida	Observación
Iniciar sesión	Mostrar error si los campos están vacíos	Muestra “Complete este campo”	Funciona correctamente

Iniciar sesión	Mostrar mensaje si las credenciales no coinciden	Muestra “Correo o contraseña incorrectos”	Funciona correctamente
Iniciar sesión	Validar contraseña contra el hash almacenado	Valida correctamente	Funciona correctamente
Iniciar sesión	Si los datos son correctos redirigir al Dashboard según el rol.	Redirigir a la interfaz correcta	Funciona correctamente

Tabla 33. Formulario de Inicio de Sesión.

4.4.15.2 Formulario de Registro y Edición de Usuario.

Método	Acción Esperada	Acción Obtenida	Observación
Validar campos	Mostrar error si hay campos vacíos	Muestra un mensaje que indica que campos se tiene que completar	Funciona correctamente
Validar campos	Validar el formato del correo electrónico	Valida correctamente	Funciona correctamente
Validar campos	Validar el nombre de máxima 150 electrónico	Muestra “El nombre no puede superar los 150 caracteres”	Funciona correctamente
Validar campos	Validar contraseña segura (mayúscula, minúscula, número y carácter especiales)	Valida correctamente	Funciona correctamente
Registrar usuario	Mostrar error si el correo ya existe	Muestra “Error: Ese correo ya está registrado en el sistema”	Funciona correctamente
Registrar usuario	Encriptar la contraseña antes de guardarla	Guardar la contraseña cifrada	Funciona correctamente

Método	Acción Esperada	Acción Obtenida	Observación
Registrar usuario	Validar que el rol sea administrador o controlador	Rechaza roles no permitidos	Funciona correctamente
Registrar usuario	Crear el usuario si los datos son válidos	Usuario creado correctamente	Funciona correctamente
Editar usuario	Cargar los datos actuales del usuario	Carga los datos correctamente	Funciona correctamente
Editar usuario	Guardar los cambios en la base de datos	Se guardan los datos correctamente	Funciona correctamente
Eliminar usuario	Eliminar el usuario seleccionado	Usuario eliminado correctamente	Funciona correctamente

Tabla 34. Formulario de Inicio de Sesión.

4.4.16 Incremento y Entregable

4.4.16.1 Sprint 1: Configuración del Entorno y Visión Artificial.

Módulo	Funcionalidad	Estado
Entregable	Modelos de clasificación de ocupación mediante visión artificial con la comunicación a través del protocolo de mensajería MQTT entre nodos para el intercambio de información en tiempo real.	Completado
Componente	Entorno de desarrollo en la Raspberry Pi 4, estructura de archivos del proyecto, conjuntos de datos capturado por las cámaras, entrenamiento de los modelos de clasificación entrenado con la arquitectura YOLOv8, implementación de los nodos de captura y clasificación para el procesamiento de las cámaras Hikvision y broker MQTT para la comunicación entre los diferentes módulos del sistema.	Completado
Estado Funcional	El sistema captura las transmisiones de las cámaras, procesa las imágenes mediante los modelos de visión artificial y clasifica la ocupación del auditorio en tiempo real. Los	Completado

Módulo	Funcionalidad	Estado
	resultados obtenidos son enviados entre los diferentes nodos mediante el protocolo de mensajería MQTT, estableciendo la base para la integración de las funcionalidades desarrolladas en los siguientes incrementos.	
Duración:	4 semanas (01/03/2026 – 28/03/2026)	

Tabla 35. Sprint 1: Configuración del Entorno y Visión Artificial.

4.4.16.2 Sprint 2: Autenticación y Monitoreo del Auditorio.

Módulo	Funcionalidad	Estado
Entregable	Aplicación web para el monitoreo del sistema y control automático de la iluminación mediante autenticación por roles.	Completado
Componente	Aplicación web desarrollada con Flask, base de datos PostgreSQL con las tablas de usuarios y consumo, pantalla de autenticación, Dashboard de monitoreo en tiempo real, integración con los nodos de clasificación e implementación de la lógica de control para el encendido y apagado automático de la iluminación.	Completado
Estado Funcional	Los usuarios pueden acceder al sistema mediante autenticación por roles y supervisar en tiempo real el estado del auditorio desde el Dashboard. La aplicación muestra la clasificación de ocupación generada por los nodos de visión artificial y ejecuta la lógica de control que determina el encendido o apagado automático.	Completado
Duración:	4 semanas (29/03/2026 – 25/04/2026)	

Tabla 36. Sprint 2: Autenticación y Monitoreo del Auditorio.

4.4.16.3 Sprint 3: Consumo Energético y Gestión de Usuarios.

Módulo	Funcionalidad	Estado
Entregable	Pantalla de monitoreo del consumo energético y pantalla de gestión de usuarios, incorporados a la aplicación web.	Completado

Componente	Registro del consumo diario y del ahorro estimado en la base de datos, pantalla de consumo con indicadores y gráficas de comportamiento energético, se hizo la implementación de la pantalla de gestión de usuarios con las operaciones de consultar, crear, editar y eliminar cuentas, cuya pantalla está restringida al rol administrador.	Completado
Estado Funcional	El sistema registra automáticamente el consumo energético generado durante el funcionamiento de las luces y muestra esta información mediante indicadores y graficas en la aplicación web. Asimismo, el administrador dispone del acceso único para gestionar las cuentas del acceso al sistema.	Completado
Duración:	4 semanas (26/04/2026 – 23/05/2026)	

Tabla 37. Sprint 3: Consumo Energético y Gestión de Usuarios.

4.4.16.4 Sprint 4: Integración de Hardware y Pruebas Finales.

Módulo	Funcionalidad	Estado
Entregable	Sistema domótico completo, integrado con el hardware físico y desplegado para el funcionamiento continuo en el Auditorio de la ULEAM Extensión El Carmen.	Completado
Componente	Integración del nodo controlador con los GPIO de la Raspberry Pi y el módulo de relé, configuración del despliegue mediante un servicio del sistema operativo y pruebas del sistema completo.	Completado
Estado Funcional	Al finalizar este sprint, el sistema clasifica el estado de ocupación, controla de forma automática la iluminación real del auditorio, calcula y registra el consumo energético, permite el monitoreo desde la aplicación web. Además, queda configurado operar de manera continua con arranque automático y recuperación ante fallos.	Completado
Duración:	4 semanas (24/05/2026 – 20/06/2026)	

Tabla 38. Sprint 4: Integración de Hardware y Pruebas Finales.

CAPITULO V

Evaluación de Resultados

5.1 Introducción

Una vez implementado el sistema domótico para la gestión y monitoreo del consumo energético en el Auditorio de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen, se desarrollaron una serie de pruebas a los diferentes procesos y módulos que comprenden el sistema en general, con el fin de evaluar su desempeño, estabilidad, funcionalidad y comportamiento en el día a día.

Las pruebas se ejecutaron en un entorno real de aplicación, utilizando las cámaras de video instaladas en el auditorio las que enviaron la información a la Raspberry Pi 4 que es el central de procesamiento, que posteriormente traslado la información entre los nodos a través del broker Mosquitto, la misma que mostrar toda la data en la aplicación web desarrollada para la monitorización y gestión del sistema domótico. En las pruebas se testeó correcto funcionamiento de los niveles de ocupación del auditorio, la comunicación entre los diferentes nodos, el encendido y apagado de las luminarias de manera autónoma, el cálculo del consumo energético en tiempo real y su representación gráfica.

Los datos que se lograron obtener ayudan a determinar el grado de cumplimiento de los requisitos de funcionamiento definidos para poner en marcha el proyecto, al evaluar la integración de todos los componentes del sistema domótico. En los siguientes apartados se presentan las pruebas realizadas y el análisis de los resultados obtenidos para cada una de los componentes y procesos implementados.

5.2 Presentación y Monitoreo de Resultados

5.2.1 Planificación de la Evaluación

Con el propósito de verificar el funcionamiento del sistema desarrollado, se realizaron pruebas en el Auditorio de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen. Estas pruebas permitieron comprobar el comportamiento de cada uno de los módulos implementados.

Proceso Evaluado	Método de Validación	Resultado Esperado
Autenticación de usuarios	Se evaluó el proceso de inicio de sesión verificando tiempos de acceso, validación correcta de credenciales, verificación del acceso según el rol del usuario mediante pruebas repetidas en la aplicación web.	El sistema permite el acceso únicamente a usuarios con credenciales validas y habilita las funcionalidades correspondientes de acuerdo con el rol del usuario.
Clasificación de ocupación	Se evaluó el proceso de clasificación utilizando las cámaras IP, verificando el tiempo de clasificación de ocupación generada por el sistema.	El sistema clasifica correctamente la ocupación del auditorio en un tiempo estipulado adecuado.
Control automático de la iluminación	Se realizaron pruebas verificando el funcionamiento de la lógica de control, comprobando el encendido y apagado automático de la iluminación.	El sistema enciende y apaga automáticamente la iluminación del auditorio conforme al estado de ocupación detectado.
Monitoreo del consumo energético	Se evaluó el cálculo del consumo energético junto con el ahorro estimado, se verificó la actualización de los indicadores y las gráficas mostradas en la aplicación web.	El sistema calcula y presenta correctamente el consumo energético y el ahorro estimado de acuerdo con el tiempo de funcionamiento de las luces.
Gestión de usuarios	Se realizaron pruebas sobre las funciones de visualizar, crear, editar y eliminar usuarios, verificando el correcto funcionamiento de cada operación dentro de la pantalla gestión de usuarios.	El sistema permite gestionar correctamente las cuentas de usuario según los permisos asignados al administrador.

Tabla 39. Planificación de la Evaluación.

5.2.2 Ejecución del Monitoreo

5.2.2.1 Inicio de Sesión.

5.2.2.1.1 Pruebas de Inicio de Sesión.

Credenciales Correctas	Credenciales Incorrectas
	
Pantalla de inicio de sesión para usuarios y administrador.	Presenta error si las credenciales son incorrectas.

Tabla 40. Pruebas de la Pantalla de Login.

5.2.2.1.2 Resultados de Pruebas de Inicio de Sesión.

Prueba	Resultado Esperado	Resultado Obtenido
Credenciales correctas	Acceso al Dashboard	Correcto
Contraseña incorrecta	Mensaje de error	Correcto

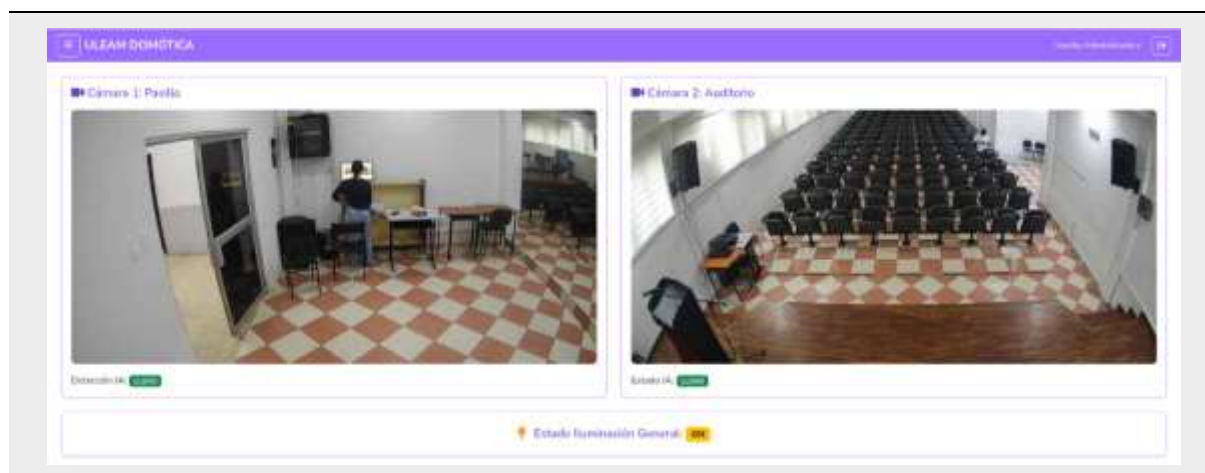
Tabla 41. Resultados de la Validación de Autenticación de Usuarios en el Login.

En el proceso número 1 se realizaron 25 pruebas de inicio de sesión, tanto como administrador como de usuarios de manera aleatoria, para detectar vulnerabilidades, inestabilidad o errores generales. No se presentaron ningún problema al iniciar sesión de ninguna de las dos maneras.

5.2.2.2 Clasificación de Ocupación.

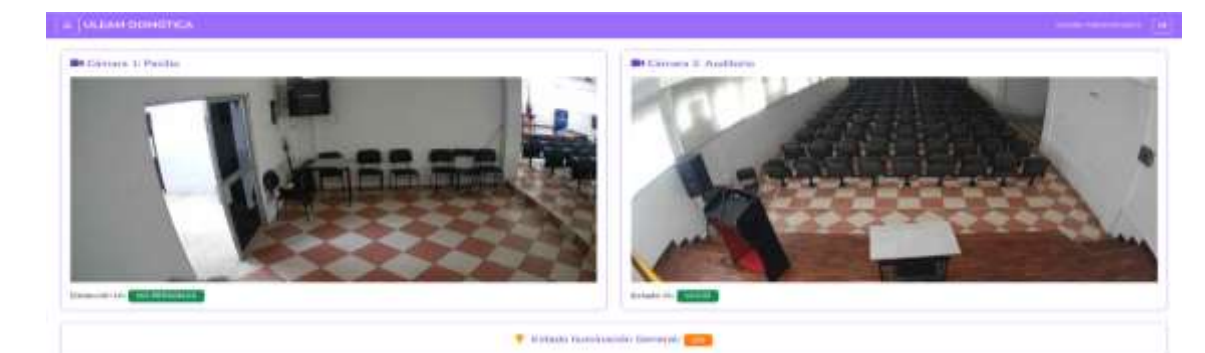
5.2.2.2.1 Pruebas de Clasificación de Ocupación y Control Automático.

Auditorio Lleno



Clasificación de ocupación del auditorio y encendido de luces con la lógica del sistema.

Auditorio Vacío



Clasificación de ocupación del auditorio y apagado de luces con la lógica del sistema.

Tabla 42. Pruebas de la pantalla Dashboard.

5.2.2.2.2 Resultados de Pruebas de Clasificación de Ocupación y Control Automático.

Escenario	Personas Presentes	Clasificación Obtenida	Resultado Obtenido
Pasillo vacío	0	Vacío	Correcto
Pasillo lleno	Más de 1	Lleno	Correcto
Auditorio vacío	0	Vacío	Correcto

Auditorio lleno	Mas de 1	Lleno	Correcto
-----------------	----------	-------	----------

Tabla 43. Resultados de la Clasificación de Ocupación del Auditorio.

Condición	Clasificación Obtenida	Resultado Obtenido
Pasillo vacío y Auditorio lleno	Lleno	Correcto
Pasillo lleno y auditorio vacío	Lleno	Correcto
Pasillo lleno y auditorio lleno	Lleno	Correcto
Pasillo vacío y auditorio vacío	Vacío	Correcto

Tabla 44. Resultados del Control de las Luminarias en Base a la Clasificación Detectada

5.2.2.3 Monitoreo del Consumo Energético.

5.2.2.3.1 Pruebas de Monitoreo del Consumo Energético.

Proceso 1.



Cálculo de los kWh y monetario del ahorro de energía del mes actual en comparación al anterior.

Proceso 2.



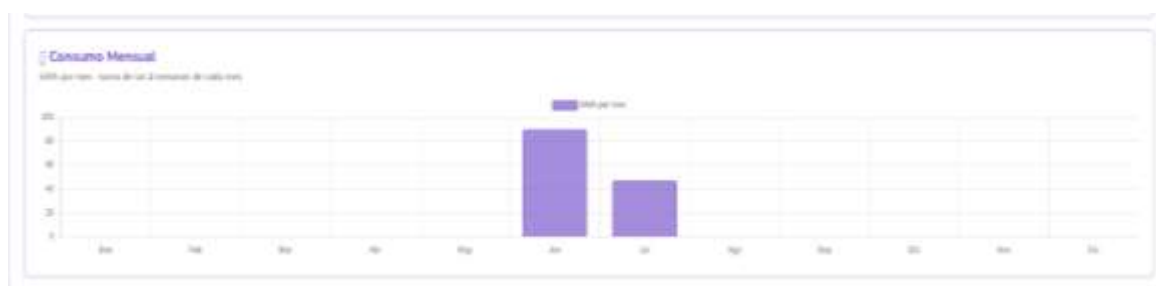
Generación de gráfico de consumo de los kWh diarios.

Proceso 3.



Generación de gráfico de consumo de los kWh de la semana en curso.

Proceso 4.



Generación de gráfico de consumo de los kWh del mes en curso.

Tabla 45. Monitoreo del Consumo Energético Diario, Semanal y Mensual.

En este proceso se verificó la estabilidad del sistema y fiabilidad del sistema para detectar y clasificar los escenarios predefinidos para encendido y apagado de las luces. Las pruebas fueron realizadas diariamente durante un mes, en las cuales diferentes personas entraban y salían del auditorio en diferentes formas y posiciones a fin de impedir que el sistema las detecte e identifique el escenario al que corresponde. De los cuales en todos los casos respondió con efectividad el sistema y la clasificación de escenarios fue correcta.

5.2.2.3.2 Resultado de las Pruebas de Monitoreo del Consumo Energético.

Viable	Resultado obtenido
Actualización en tiempo real	Completado
Registro histórico	Completado
Gráfico diario	Completado
Gráfico semanal	Completado
Gráfico mensual	Completado

Tabla 46. Resultados obtenidos del Monitoreo del Consumo Energético

En este proceso se presenta el análisis del consumo energético del sistema de iluminación. Se muestra el consumo acumulado del día y al finalizar la jornada se guarda en la base de datos, a partir del historial del consumo diario el sistema calcula el ahorro energético, comparando el mes anterior con el mes actual. Adicionalmente, se muestra el consumo semanal y mensual en gráficas, permitiendo visualizar el uso a lo largo del tiempo.

5.2.2.3.3 Ahorro Monetario del Primer Mes de Operación.

Con el propósito de interpretar adecuadamente el indicador de ahorro monetario mostrado en el módulo de consumo energético del sistema, se presenta el desglose de los valores obtenidos junto con su respectiva interpretación, considerando el contexto y la escala en que fueron evaluados.

Aspecto	Valor Obtenido	Interpretación
Ahorro monetario mensual	\$7.47 USD	Comparación entre julio y junio
Ahorro energético mensual	78.67 kWh	Cantidad real de energía evitada, medible y verificable
Reducción porcentual de consumo	~34,2%	Indicador principal de validación del sistema
Consumo promedio diario (antes)	9.598 kWh/día	Línea base de referencia (mes anterior)
Consumo promedio diario (después)	6.320 kWh/día	Consumo con el sistema activo
Tarifa eléctrica aplicada	\$0.095 USD/kWh	Tarifa General con Demanda Horaria en Media Tensión, según CNEL EP Manabí
Escala de la evaluación	1 auditorio, 2 meses	Prueba piloto, no implementación institucional completa
Potencia instalada evaluada	0.95 kW	Relativamente baja frente a la capacidad total del campus

Tabla 47. Ahorro Energético al Implementación del Sistema.

Aunque el ahorro monetario mensual \$7.47 USD resulta modesto en términos absolutos por corresponder a un único espacio evaluado durante un periodo de dos meses, con la potencia

instalada de 0.95 kW. Lo que realmente valida la efectividad es la reducción del 34,2% en el consumo energético constituye un resultado favorable y estadísticamente significativo, que valida la efectividad del sistema y evidencia su potencial de escalabilidad a nivel institucional.

5.2.2.4 **Gestión de Usuarios.**

5.2.2.4.1 *Pruebas de Gestión de Usuarios.*

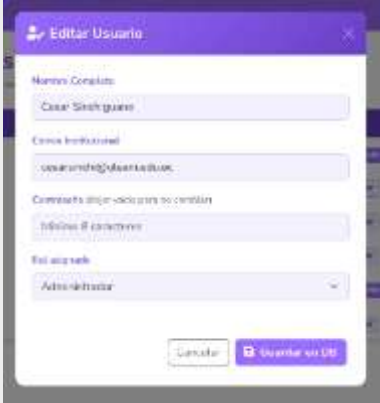
Lista de Usuarios	Formulario Para Crear Usuario	Formulario Para Editar Usuario
		
Permite visualizar el listado de los usuarios creados, junto con los procesos para gestionarlos.	Registra el ingreso de un nuevo usuario al sistema.	Modifica la información de los usuarios ya existentes.

Tabla 48. Pruebas en la pantalla Gestión de Usuarios

5.2.2.4.2 *Resultados de Pruebas de Gestión de Usuarios.*

Prueba	Resultado Obtenido
Crear usuario	Correcto
Editar usuario	Correcto
Eliminar usuario	Correcto
Listar usuarios	Correcto

Tabla 49. Resultado Obtenidos de la Gestión de Usuarios

Listado de usuario: se muestra todo el listado y, además, se procedió a realizar 25 pruebas de eliminación de usuarios ya existentes. El sistema respondió correctamente y no presento ningún problema al eliminar las credenciales de cada uno de ellos

Formulario para crear usuarios: se realizó a manera de pruebas la creación de 25 nuevos usuarios diferentes, y de manera aleatoria entre administradores y usuarios normales. El sistema creó los nuevos usuarios de manera correcta sin presentar inestabilidad.

Formulario para editar usuarios: se realizó como prueba, la modificación de la información de cada uno de los 25 nuevos usuarios. El sistema modificó la data de cada uno de ellos sin presentar ninguna novedad.

5.2.2.5 Toma de Datos con el Sistema y sin el Sistema

Indicador	Antes (Junio 2026)	Después (Julio 2026)	Diferencia	Reducción
Días evaluados	24	24	—	—
Consumo total	230.34 kWh	151.67 kWh	-78.67 kWh	34.2%
Consumo promedio diario	9.598 kWh	6.320 kWh	-3.278 kWh	34.2%
Horas de encendido promedio diario	10.10 h	6.65 h	-3.45 h	34.2%
Consumo mínimo registrado	2.28 kWh	2.09 kWh	—	—
Consumo máximo registrado	11.40 kWh	7.50 kWh	-3.90 kWh	34.2%
Costo total (\$0.095/kWh)	\$21.88 USD	\$14.41 USD	-\$7.47 USD	34.2%

Tabla 50. Toma de Datos con el Sistema y sin el Sistema

5.2.2.6 Tabla Comparativa

Caso	Aplicación no implementada	Aplicación implementada
Visualizar estado de las luces	Solo de forma presencial	Remoto y en tiempo real
Encender/Apagar la iluminación	Manual, requiere presencia física de una persona	Automático, mediante detección de presencia por visión artificial
Detección de ocupación	No existía ningún mecanismo de detección	Clasificación automática mediante modelos YOLOv8 (lleno/vacío)
Registro de consumo energético	Sin ningún registro	Registro diario, semanal, mensual y por hora, almacenado en base de datos
Cálculo de ahorro energético	No se realizaba	Cálculo automático comparando el consumo entre periodos
Consumo del día actual	Nunca se conocía con exactitud	Visible en tiempo real en el panel de consumo
Historial de consumo	No existía	Consultable en cualquier momento mediante gráficas semanales y mensuales
Tiempo de reacción ante ausencia	Las luces permanecían encendidas indefinidamente hasta que alguien las apagara manualmente	Se apagan automáticamente al cumplirse el tiempo de confirmación configurado

Tabla 51. Comparativa del Antes y Después de la Implementación de la Aplicación

5.3 Interpretación Objetiva

Con el fin de evidenciar el cumplimiento del objetivo planteado en este capítulo, se comparó la situación previa a la implementación del sistema (línea base registrada durante el mes de junio) frente a los resultados obtenidos tras su puesta en marcha (mes de julio). Como se evidenció en la comparación funcional, anteriormente no existía ningún mecanismo de clasificación de ocupación, registro de consumo energético, cálculo de ahorro ni apagado automático de las luminarias; todas estas tareas dependían por completo de la intervención manual del personal del auditorio.

Tras la implementación, el consumo promedio diario se redujo de 9.598 kWh/día (antes) a 6.320 kWh/día (después), lo que representa una reducción del 34,2 % en el consumo energético destinado a iluminación, equivalente a un ahorro de 78.67 kWh y \$7.47 USD durante el primer mes de operación (ver Tabla 47). Si bien esta cifra es modesta en términos absolutos al corresponder a la evaluación piloto de un solo espacio con una potencia instalada de apenas 0.95 kW, el porcentaje de reducción obtenido constituye una evidencia estadísticamente significativa de la efectividad del sistema, y permite proyectar un ahorro considerablemente mayor si la propuesta se escalara a otras áreas de la institución.

En conjunto, la comparación entre el estado anterior (ausencia de automatización, consumo no monitoreado y desperdicio energético por errores humanos) y el estado posterior (automatización, monitoreo en tiempo real y reducción medible del consumo) confirma que el sistema informático con domótica cumplió el objetivo de optimizar la gestión del consumo energético del auditorio.

CAPITULO VI

Conclusiones Y Recomendaciones

6.1 Conclusiones

- Se logró establecer la problemática mediante el análisis de operatividad del sistema de iluminación del auditorio de la ULEAM Extensión El Carmen, lo que evidencia que la misma no contaba con ningún tipo de sistema que permita gestionar y monitorear el consumo energético de las luminarias dentro del auditorio, por lo cual la creación de un sistema que solventara esa falencia se vuelve necesario y sus resultados favorables sustentan su creación y puesta en marcha.
- La revisión de fuentes documentales y bibliográficas permitieron sustentar el marco conceptual del proyecto en sí; sin embargo, se pudo evidenciar que la cantidad de textos fuentes relacionadas al tema de la domótica para la gestión del consumo energético del encendido y apagados de las luces es muy reducida y limitada, debido a que el tema es muy puntual y no tiene mucha divulgación científica.
- Las encuestas aplicadas a los estudiantes y las entrevistas realizadas a los docentes permitieron evaluar la percepción de los usuarios del auditorio dentro de la extensión, lo que evidencia que tanto alumnos como los docentes coinciden en que sí existe una falencia en el auditorio al permanecer encendido las luces sin que nadie este allí presente, por lo que están de acuerdo en que se cree un sistema que corrija este problema.
- Se desarrolló e implementó de manera satisfactoria el sistema automatizado con domótica para el auditorio de la ULEAM Extensión El Carmen, logrando el encendido y apagado de las luminarias, en base a un modelo de clasificación de niveles de ocupación apoyado de un sistema de visión artificial, integrado en su aplicación web desde donde se monitorea y controla el sistema en general.
- Las pruebas de funcionamiento y estabilidad del sistema domótico aplicadas a los principales procesos, denotó que el sistema cuenta con un desempeño correcto y que no presenta errores significativos; a nivel de eficiencia energética los datos arrojaron que hay una reducción promedio del 34,2% en el consumo energético diario (de 9.598 kWh/día a 6.320 kWh/día), lo que es un ahorro de 78.67 kWh equivalente a \$7.47 USD durante el primer mes de operación, validando de esta manera la efectividad del proyecto implementado.

6.2 Recomendaciones

- Continuar de manera permanente con el sistema activo y delegar personal como administrador para que este al pendiente de cambios o fallos del sistema domótico.
- Realizar o publicar en repositorios, más estudios académicos de índole científicos relacionados a temas de domótica orientada a la eficiencia energética de las luminarias en edificios, dada la escasa bibliografía disponible sobre el tema.
- Realizar seguimiento a otras áreas de estudio de la universidad, como biblioteca, centros informáticos y aulas, mediante encuestas que permitan evaluar la conveniencia de replicar el sistema.
- Realizar una inspección visual mantenimiento recurrente de los componentes físicos del sistema domótico en general, a fin de mantener su operatividad y rendimiento.
- Realizar actualización recurrente de la plataforma web y su estabilidad, así como ingresar la tarifa del costo unitario del kWh cada vez que se actualice el Sistema Eléctrico Nacional.

Bibliografía

- Barranco, F. F. (2023). *Montaje en Instalaciones Domóticas en Edificios (UF0539) Operaciones de Montaje de Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión y Domóticas en Edificios (MF0816)*. Barcelona: Editorial Cano Pina.
- Campos, E. M., & Campos, M. (2023). *Sistemas Operativos, Sistemas Informáticos y Lenguajes de Programación*. Madrid: RA-MA Editorial.
- Cueva, L. T., Jara, C. O., Flores, L. F., Arias, G. J., & Balmaceda, F. C. (2023). *Métodos Mixtos de Investigación para Principiantes*. Puno: Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C.
- Fernández, De Silva, M. (2023). *La Inteligencia Artificial En La Educación; Hacia Un Futuro de Aprendizaje Inteligente*. Maracay: Escriba.
- González, V. R., Cabrera, F. N., Mendoza, M. H., & Arzate, R. R. (2020). Métodos de Investigación: Experimentales y Cualitativos. *Alternativas en Psicología*, 120.
- Huidobro, M. J. (2020). *Las Telecomunicaciones Una Herramienta Escensial Para Los Autores*. España: ACTA.
- Mar, C. E., Barbosa, A., & Molar, J. F. (2020). *Metodología de la Investigación. Métodos y Técnicas*. Ciudad de México: Grupo Editorial Patria, S.A. de C.V.
- Martín, C. J. (2023). *Instalaciones Domóticas*. Madrid, España: Editex.
- Muñoz, G. R. (2024). *Procesamiento del Lenguaje Natural Como Eje Central de la Inteligencia Artificial Generativa*. Logroño: Universidad de la Rioja. Servicio de Publicaciones.
- Peña de Loza, F., & Ibarra Villegas, F. J. (2024). Implementación de tecnologías IoT para la reducción del consumo energético en oficinas inteligentes mediante el control de la iluminación. *Revista de Ciencias Tecnológicas*, 32.
- Pozzi, J. (2021). *Manual de instrumentación para Aire Acondicionado : Del Termostato a los Sistemas de Control y Gestión de Edicios*. Buenos Aires: FADU.
- Rey, M. F., Velasco, G. E., Rey, H. J., San José, A. J., Tejero, G. A., & Esquivias, F. P. (2020). *Diseño y Gestión de Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo*. Madrid: Parainfo.
- Ronquillo, V., Castro, M. L., Castro, J. P., Mackliff, I. A., Carvajal, B. E., Delgado, C. J., & Quintana, M. V. (2024). *Metodología de la Investigación Educacional*. Amarillo: Editorial Tecnocientífica Americana.

- Ruiz, B. C. (2020). *Sistemas Integrados y Hogar Digital*. Madrid, España: Ediciones Paraninfo.
- Starlean. (2023). *Robótica, Biónica y Domótica: Usando Arduino y Tinkercad*. Madrid: RA-MA Editorial.
- Sucari, t. W., Sucari, T. H., Calsin, A. M., Mamani, C. J., Choque, C. C., & Gil, Q. I. (2024). *Paradigmas y Métodos de la Investigación Científica*. Puno: Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C.
- Torres Quijije, Á., Tubay, J. L., Guillén Sánchez, J., & Del Valle Villacís, B. (marzo de 2021). Sistema de Procesamiento de Imágenes y su Influencia en la Gestión del Consumo Energético Residencial. *Revista Científica de la Universidad de Cienfuegos*, 100-105. Obtenido de https://sga.uteq.edu.ec/media/evidenciasiv/2021/10/27/evidencia_articulo_20211027145329.pdf
- Valer, Campo, H. M. (2026). *Automatización para Reducir el Consumo Energético en la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas de la UNAMAD*. Puerto Madonado: Universidad Católica de Santa María.
- Vásquez, A. A., Guanuchi, L. M., Cahuana, R. D., Vera, R., & Holgado, J. (2023). *Métodos de Investigación Científica*. Puno: Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C.
- Velásquez, Á., & Villacís, S. (2024). *Metodología de investigación*. Latacunga: CLIEE.
- Villanueva, F. J. (2022). *Metodología de la Investigación*. Ciudad de México: Kilk soluciones educativas, S.A. de C.V.
- Vorobioff, J., Cerrotta, S., Eneas, Morel, N., & Amadio, A. (2022). *Inteligencia Artificial y Redes Neuronales: Fundamentos, Ejercicios y Aplicaciones con Python y Matlab*. Buenos Aires: Edutecne.
- Wilchez Ramón, A. E. (2022). *Implementación de Redes Neuronales Artificiales en el Control Domótico de Iluminación en una Vivienda*. Tesis, Universidad Internacional SEK, Quito. Obtenido de <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/4882/1/Wilchez%20Ram%C3%B3n%20Allen%20Efr%C3%A9n%20.pdf>
- Zalimben, S. (2022). *Una Pequeña Guía de Scrum*. Asunción: Creative Commons.

Glosario

Sigla	Significado	Tipo
Alexa	Asistente de voz desarrollado por Amazon	Nombre Comercial
ANN	Artificial Neural Network (Red Neuronal Artificial)	Sigla
ANS	Artificial Neural Systems (Sistemas Neuronales Artificiales)	Sigla
BMS	Building Management System (Sistema de Gestión de Edificios)	Sigla
Broker	Intermediario o servidor que gestiona la comunicación entre dispositivos	Palabra en Inglés
Building Management Systems	Sistemas de Gestión de Edificios	Palabra en Inglés
CEO	Chief Executive Officer (Director Ejecutivo)	Sigla
CNN	Convolutional Neural Network (Red Neuronal Convolucional)	Sigla
DALI	Digital Addressable Lighting Interface (Interfaz Digital Direccionable para Iluminación)	Sigla
Dashboard	Panel de control	Palabra en inglés
Deep Learning	Aprendizaje profundo	Palabra en Inglés
Digital Addressable Lighting Interface	Interfaz Digital Direccionable para Iluminación	Palabra en Inglés
DoD	Definition of Done (Definición de Terminado)	Sigla
Echo	Dispositivo inteligente de Amazon	Nombre Comercial
Flask	Framework de desarrollo web en Python	Palabra en Inglés

Firmware	Software integrado en un dispositivo electrónico	Palabra en Inglés
Framework	Marco de trabajo para el desarrollo de software	Palabra en Inglés
Gadget	Dispositivo electrónico pequeño	Palabra en Inglés
Gadgets	Dispositivos electrónicos pequeños	Palabra en Inglés
Gemini	Modelo de inteligencia artificial de Google	Nombre Comercial
GPIO	General Purpose Input/Output (Entradas y Salidas de Propósito General)	Sigla
GPT	Generative Pre-trained Transformer (Transformador Generativo Preentrenado)	Sigla
Grok	Modelo de inteligencia artificial desarrollado por xAI	Nombre Comercial
Hardware	Componentes físicos del sistema informático	Palabra en Inglés
Hikvision	Fabricante de cámaras y sistemas de videovigilancia	Nombre Comercial
HomeKit	Plataforma de domótica de Apple	Nombre Comercial
HTTP	HyperText Transfer Protocol (Protocolo de Transferencia de Hipertexto)	Sigla
HVAC	Heating, Ventilation and Air Conditioning (Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado)	Sigla
IA	Inteligencia Artificial	Sigla
IP	Internet Protocol (Protocolo de Internet)	Sigla
IoT	Internet of Things (Internet de las Cosas)	Sigla
Login	Inicio de sesión	Palabra en Inglés
Machine Learning	Aprendizaje automático	Palabra en Inglés

Matter	Protocolo de comunicación para dispositivos domóticos	Palabra en Inglés
MIT	Massachusetts Institute of Technology (Instituto Tecnológico de Massachusetts)	Sigla
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport (Protocolo ligero de mensajería para IoT)	Sigla
Nest Learning Thermostat	Termostato inteligente con aprendizaje automático de Google	Palabra en Inglés
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible	Sigla
OpenAI	Empresa desarrolladora de modelos de inteligencia artificial	Nombre Comercial
PostgreSQL	Sistema gestor de bases de datos relacional	Nombre Comercial
Product Backlog	Lista priorizada de requisitos del producto	Palabra en Inglés
Raspberry Pi	Computadora de placa única de bajo costo	Nombre comercial
RNA	Red Neuronal Artificial	Sigla
Scrum	Metodología ágil para la gestión de proyectos	Palabra en Inglés
Siri	Asistente de voz desarrollado por Apple	Nombre Comercial
Software	Conjunto de programas y aplicaciones de un sistema informático	Palabra en Inglés
Sprint	Iteración o ciclo corto de trabajo en Scrum	Palabra en Inglés
Sprint Backlog	Lista de tareas planificadas para un Sprint	Palabra en Inglés
Sprint Review	Revisión del Sprint	Palabra en Inglés
Transfer Learning	Aprendizaje por transferencia	Palabra en Inglés
UI	User Interface (Interfaz de Usuario)	Sigla
ULEAM	Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí	Sigla
Web	Red o plataforma accesible mediante navegador	Palabra en Inglés

YOLOv8	You Only Look Once versión 8, modelo de detección de objetos basado en visión artificial	Nombre Comercial
--------	--	------------------

Tabla 52. Glosario de Términos.

Anexos

Anexo A: Asignación de tutor: responsable de orientar y supervisar el trabajo académico.



Uleam
UNIVERSIDAD LAICA
ELOY ALFARO DE MANABÍ

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

Periodo 2025-2 - Notificación de tutor asignado - TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN 2022 (EL CARMEN)

Estimad@
Docente y Estudiante
Uleam

En cumplimiento de lo establecido en la Ley, el Reglamento de Régimen Académico y las disposiciones estatutarias de la Uleam, por medio de la presente se oficializa la dirección y tutoría en el desarrollo del Trabajo de Integración curricular / Trabajo de Titulación del siguiente estudiante:

Tema: SISTEMA INFORMÁTICO CON DOMÓTICA PARA GESTIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO EN EL AUDITORIO DE ULEAM EL CARMEN
Estado de aprobación: Aprobado
Tipo de titulación: Trabajo de Integración Curricular
Tipo de proyecto: Trabajo de Integración Curricular / Trabajo de titulación se articula con proyectos y programas de Investigación.
Apellidos y nombres del tutor asignado: SINCHIGUANO CHIRIBOGA CESAR AUGUSTO
Apellidos y nombres del estudiante: GARCIA URIARTE SANDRA MILENA
Carrera: TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN 2022 (EL CARMEN)
Periodo de inducción: Periodo 2025-2

Sírvase(n) cumplir con lo dispuesto en el Manual de Procedimientos de TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO: TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR Y UNIDAD DE TITULACIÓN <https://departamentos.uleam.edu.ec/gestion-aseguramiento-calidad/files/2020/06/PAT-04-Titulacion-de-Estudiantes-de-grado-UIC-y-UT.pdf>

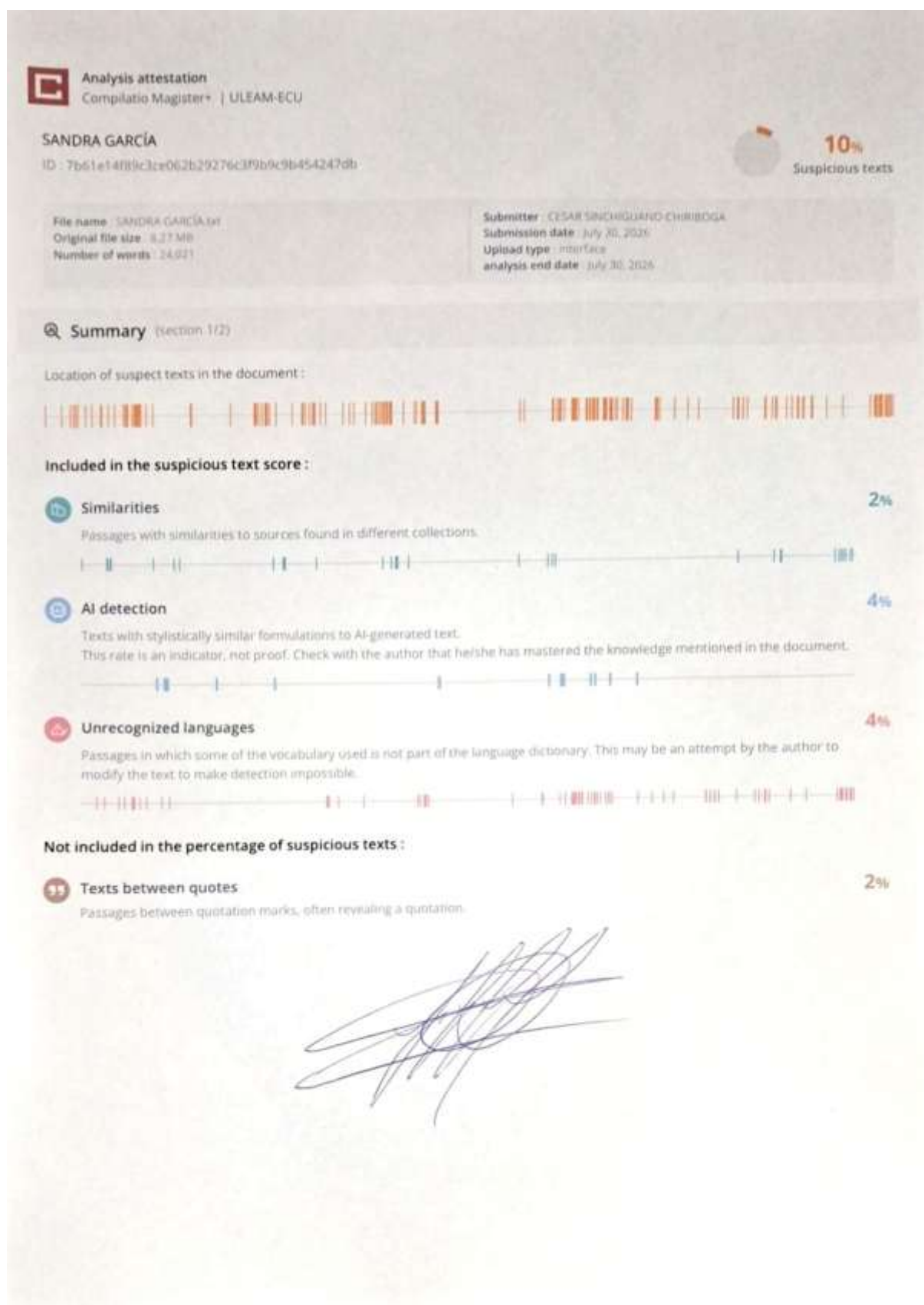
Particular que se informa para los fines consiguientes.

Atentamente,

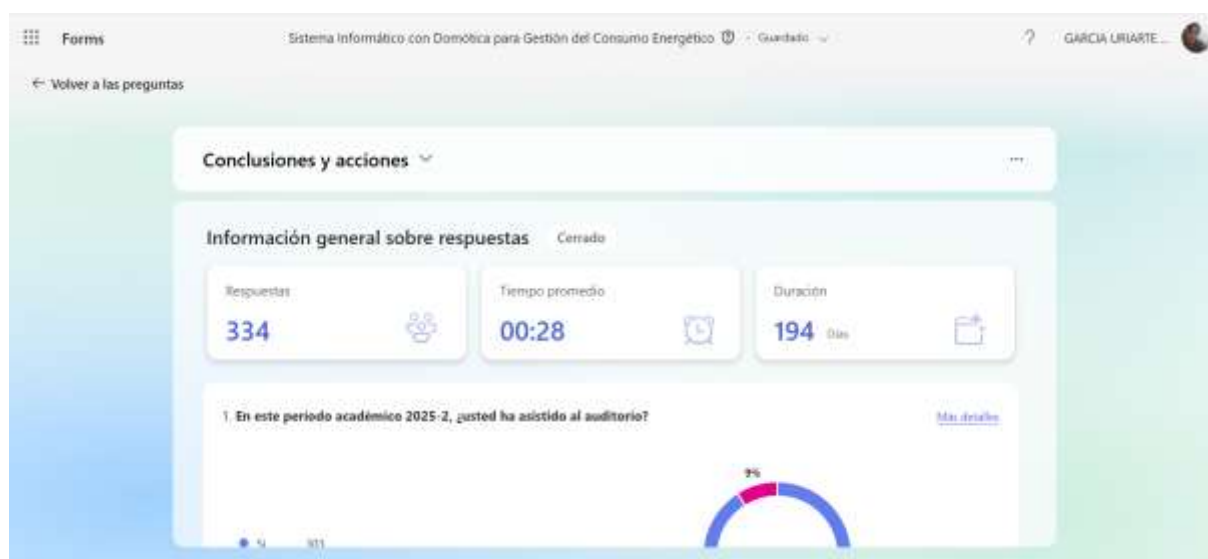
Comisión Académica y Responsable de Titulación.

Anexo B: Certificado del tutor.

Anexo C: Reporte del sistema antiplagio: informe de similitud del trabajo, indica posibles coincidencias y garantizando la originalidad del contenido presentado.



Anexo C: Evidencia de aplicación de encuestas.



Anexo D: Evidencia de las preguntas de la entrevista.

Entrevistado:	Entrevistador:
Ocupación:	Ocupación:
1) ¿Con qué frecuencia utiliza o asiste al auditorio para actividades académicas o institucionales? 2) ¿Cómo describiría el actual control manual (encendido y apagado) de las luminarias del auditorio en relación con la eficiencia del consumo energético? 3) Desde su perspectiva, ¿qué impacto tiene la falta de un monitoreo adecuado de la iluminación en el consumo de energía eléctrica del auditorio? 4) ¿Ha observado situaciones en las que las luces permanecen encendidos cuando el auditorio no está en uso? Desde su opinión, ¿qué medidas podrían aplicarse para evitar este desperdicio energético? 5) ¿Tiene conocimiento o está familiarizado(a) con el uso de tecnologías domóticas o de inteligencia artificial aplicadas a la gestión y reducción del consumo energético?	

6) ¿Considera que un sistema automático con un modelo de clasificación de ocupación (vacío/lleño) podría contribuir a un uso más eficiente de la energía eléctrica en el auditorio? ¿Por qué?

7) ¿Qué riesgos o limitaciones identifica al implementar un sistema automatizado para la gestión del consumo energético del auditorio?

8) ¿Considera necesario disponer de un sistema de control manual como respaldo para el encendido y apagado de luces en caso de fallos del sistema automatizado? ¿Por qué?

9) Desde su perspectiva, ¿qué tan viable considera la implementación de un sistema informático basado en domótica para la gestión eficiente del consumo energético en el auditorio de la ULEAM – Extensión El Carmen?

Anexo E: Evidencia de aplicación de la entrevista.



Anexo F: Evidencia de las preguntas de la encuesta.

N	Preguntas	Respuestas
1	En este período académico 2025-2, ¿usted ha asistido al auditorio?	Sí () No ()
2	¿Cuántas veces a asistido al auditorio en este último semestre?	0 Veces () 1 Veces () 2 Veces () 3 Veces () Más de 3 Veces ()
3	¿Ha observado que las luces del auditorio permanecen encendidas aun cuando no hay nadie en el lugar?	Sí () No ()
4	Desde su punto de vista ¿se produce un consumo innecesario de energía eléctrica en el auditorio debido a que las luces permanecen encendidas sin ser usadas por nadie?	Sí () No ()
5	¿Considera que el control manual (encendido/apagado) de las luminarias es el causante del consumo energético innecesario en el auditorio?	Sí () No ()
6	¿Cree usted que un sistema automatizado permitiría una mejor gestión del consumo de energía eléctrica en el auditorio?	Sí () No () Tal vez ()
7	¿Considera usted que un sistema automatizado de control energético de las luminarias mejoraría a la universidad y ayudaría al cuidado del medio ambiente?	Sí () No () Tal vez ()

Anexo G: Evidencia de pruebas del sistema con un circuito básico de encender y apagar un led con el controlador automático del sistema.



Anexo H: Instalación de cámaras.

