



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RECONOCIMIENTO FACIAL
EN 2D UTILIZANDO OPENCV Y TENSORFLOW EN PYTHON PARA EL
CONTROL DE ASISTENCIA DEL PERSONAL DE LA HOSTERÍA
"IMPERIO REAL" EN LA CIUDAD DE SALCEDO

PROPUESTA TECNOLÓGICA PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN

AUTORES:

Armendaris Lopez Karen Alexandra
Gualichico De La Cruz Santiago Xavier

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. José Augusto Cadena Moreano

LATACUNGA, MARZO 20

Latacunga, febrero 2025

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **ARMENDARIS LÓPEZ KAREN ALEXANDRA**, con cédula de ciudadanía No 0550512669, **SANTIAGO XAVIER GUALICHICO DE LA CRUZ**, con cédula de ciudadanía No. 1752201903 declaramos ser autores de la presente Propuesta Tecnológica: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RECONOCIMIENTO FACIAL EN 2D UTILIZANDO OPENCV Y TENSORFLOW EN PYTHON PARA EL CONTROL DE ASISTENCIA DEL PERSONAL DE LA HOSTERÍA "IMPERIO REAL" EN LA CIUDAD DE SALCEDO”**, siendo el Dr. José Augusto Cadena Moreano, Tutor del presente trabajo de titulación; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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



Karen Alexandra Armendaris López

CC: 0550512669



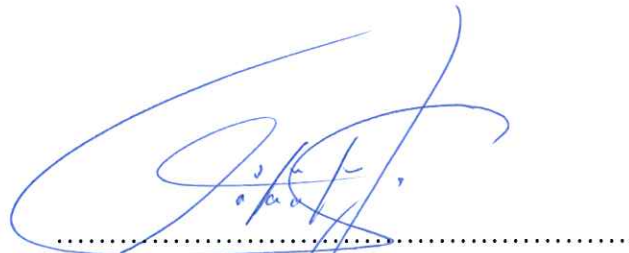
Santiago Xavier Gualichico De La Cruz

CC: 1752201903

AVAL DEL TUTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

En calidad de Tutor de la propuesta tecnológica con el título: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RECONOCIMIENTO FACIAL EN 2D UTILIZANDO OPENCV Y TENSORFLOW EN PYTHON PARA EL CONTROL DE ASISTENCIA DEL PERSONAL DE LA HOSTERÍA "IMPERIO REAL" EN LA CIUDAD DE SALCEDO”**, de los estudiantes **KAREN ALEXANDRA ARMENDARIS LÓPEZ** con C.I. **055051266-9** y **SANTIAGO XAVIER GUALICHICO DE LA CRUZ** con C.I. **175220190-3** de la Carrera de Ingeniería de Sistemas de Información, considero que dicho Informe de la propuesta tecnológica cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, febrero 2025



Dr. José Augusto Cadena Moreano

C.C.: 0501552798

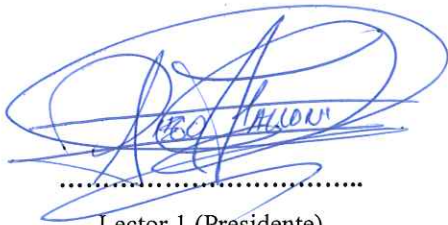
TUTOR

Latacunga, febrero 2025

AVAL DE APROBACIÓN DE LECTORES

Cumpliendo con el Reglamento de Titulación de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en calidad de Lectores de Tribunal de la Propuesta Tecnológica con el Título **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RECONOCIMIENTO FACIAL EN 2D UTILIZANDO OPENCV Y TENSORFLOW EN PYTHON PARA EL CONTROL DE ASISTENCIA DEL PERSONAL DE LA HOSTERÍA "IMPERIO REAL" EN LA CIUDAD DE SALCEDO”**, propuesto por los estudiantes **KAREN ALEXANDRA ARMENDARIS LÓPEZ Y SANTIAGO XAVIER GUALICHICO DE LA CRUZ** de la Carrera de **Ingeniería en Sistemas de Información**, me permito indicar que los estudiantes han concluido todas las observaciones y han realizado las correcciones señaladas por el Tribunal de Lectores, además de validar el funcionamiento de la propuesta tecnológica, por lo cual presentamos el Aval de aprobación del Proyecto de Titulación correspondiente a la modalidad presencial, en virtud de lo cual los postulantes pueden presentarse a la Defensa de su Proyecto de Titulación.

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



Lector 1 (Presidente)

Mg. Diego Falconí

CC.: 0550080774



Lector 2

PhD. Juan Carlos Chancusig

CC.: 0502275779



Lector 3

Mg. Víctor Medina

CC.: 0501373955

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a Dios, quien me ha dado la fortaleza, la sabiduría y la paz para llegar hasta este momento tan significativo en mi vida. Su amor y guía han sido una constante en cada paso de este proceso.

A mi querida mamá Gladys Armendaris, por su amor incondicional, por su apoyo inquebrantable y por ser mi mayor fuente de inspiración. Gracias por enseñarme con su ejemplo el verdadero significado de la dedicación, el esfuerzo y la perseverancia.

A mis abuelitos Ana López y Pedro Armendaris, quienes siempre me han brindado su cariño, sabiduría y apoyo, y me han mostrado la importancia de los valores familiares y la unión. Sin su amor, esta etapa no habría sido posible.

Y a la pareja de mi mamá Wilmer Quispe, por su apoyo y por siempre estar presente.

Karen Alexandra Armendaris López

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada con todo mi amor y gratitud a dos personas fundamentales en mi vida: mi mamá, Gladys Armendaris, y mi querido abuelito, Pedro Armendaris.

A ti, mamá, gracias por ser mi pilar, por tu apoyo incondicional y por estar siempre a mi lado, brindándome la fuerza y la valentía para enfrentar cada reto. Tu amor y sacrificio han sido mi mayor inspiración, y todo lo que he logrado es, en gran parte, gracias a ti. Cada sacrificio que hiciste, cada enseñanza que me diste y cada palabra de aliento que me ofreciste han dejado una huella imborrable en mi vida. Te agradezco por ser mi guía, por enseñarme a luchar por mis sueños y por siempre estar presente en cada etapa de mi vida.

A ti, abuelito Pedro, tu sabiduría, tu amor y tu ejemplo de vida me acompañan en todo momento. Aunque ya no estés físicamente, tu legado vive en mí, y en cada paso que doy, te siento a mi lado. Gracias por ser una fuente constante de inspiración y por enseñarme con tu vida el valor de la perseverancia, la humildad y el amor incondicional. Te llevo en mi corazón y en cada logro que consigo.

Karen Alexandra Armendaris López

AGRADECIMIENTO

Con profunda estima y reconocimiento, extiendo mi más sincera gratitud a mi tutor de tesis, el Dr. José Cadena. Su dedicación docente y su inestimable guía han sido pilares fundamentales en la dirección y enriquecimiento de esta investigación.

Asimismo, expreso mi agradecimiento a los lectores, el Ing. Víctor Medina, el Dr. Juan Carlos Chancusig y el Dr. Diego Falconi, cuyas perspicaces observaciones y constructivos comentarios han sido cruciales para la consolidación de este trabajo.

Mi gratitud se extiende a la Universidad Técnica de Cotopaxi, bastión de excelencia académica, que ha fomentado el desarrollo de un espíritu crítico esencial para el análisis profundo de los desafíos regionales.

De manera muy especial, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres, cuyo apoyo incondicional y esfuerzo han sido el motor que me ha impulsado a lo largo de este camino. Su confianza en mí, su amor y su respaldo financiero han hecho posible este logro, y por ello, les estaré eternamente agradecido.

A cada uno de ustedes, mi más sincera gratitud por su invaluable contribución a este viaje académico.

Santiago Xavier Gualichico De La Cruz

DEDICATORIA

A mi querida abuelita Olga Quinche, cuya sabiduría, amor y fortaleza han sido un faro en mi vida. Su ejemplo me ha enseñado el valor del esfuerzo, la perseverancia y la generosidad.

A mi amada tía Patricia Viracho, quien, aunque ya no esté físicamente, sigue presente en mi corazón y en cada uno de mis logros. Su recuerdo y cariño me han acompañado en este camino, dándome fuerzas en los momentos difíciles.

A mis padres, cuyo amor incondicional, sacrificio y apoyo han sido la base de este logro. Su confianza en mí y su esfuerzo incansable han hecho posible que alcance mis metas. A ellos les debo no solo esta investigación, sino también los valores y principios que guían mi vida.

Con todo mi amor y gratitud, dedico este trabajo a ustedes.

Santiago Xavier Gualichico De La Cruz

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TITULO: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RECONOCIMIENTO FACIAL EN 2D UTILIZANDO OPENCV Y TENSORFLOW EN PYTHON PARA EL CONTROL DE ASISTENCIA DEL PERSONAL DE LA HOSTERÍA "IMPERIO REAL" EN LA CIUDAD DE SALCEDO”

Autores:

Armendaris Lopez Karen Alexandra

Gualichico De La Cruz Santiago Xavier

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo la implementación de un sistema de reconocimiento facial en 2D utilizando las bibliotecas OpenCV y TensorFlow en el lenguaje de programación Python, aplicado al control de asistencia del personal en la Hostería "Imperio Real" en la ciudad de Salcedo. El sistema propuesto busca automatizar el proceso de registro de asistencia en comparación con los métodos manuales, mejorando la precisión y minimizando riesgos en la seguridad. Para su desarrollo, se empleó la metodología ágil XP, la cual permitió realizar iteraciones rápidas, con pruebas continuas, Además se integraron técnicas de procesamiento de imágenes y aprendizaje profundo para mejorar la detección y autenticación de los empleados.

Palabras Claves: IA, Reconocimiento Facial, Automatización, Precisión, Seguridad

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF ENGINEERING SCIENCES
AND APPLIED

THEME: “IMPLEMENTATION OF A 2D FACIAL RECOGNITION SYSTEM USING OPENCV AND TENSORFLOW IN PYTHON FOR ATTENDANCE CONTROL OF THE STAFF OF THE "IMPERIO REAL" HOSTEL IN THE CITY OF SALCEDO”

Authors:

Armendaris Lopez Karen Alexandra
Gualichico De La Cruz Santiago Xavier

ABSTRACT

The objective of this work is the implementation of a 2D facial recognition system using the OpenCV and TensorFlow libraries in the Python programming language, applied to personnel attendance control at the “Imperio Real” Inn in the city of Salcedo. The proposed system seeks to automate the attendance registration process compared to manual methods, improving accuracy and minimizing security risks. For its development, the agile XP methodology was used, which allowed for rapid iterations, with continuous testing. In addition, image processing and deep learning techniques were integrated to improve the detection and authentication of employees.

Keywords: AI, Facial Recognition, Automation, Precision, Security

AVAL DE TRADUCCIÓN

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

La traducción del resumen al idioma Inglés de la propuesta tecnológica cuyo título versa: **" IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RECONOCIMIENTO FACIAL EN 2D UTILIZANDO OPENCV Y TENSORFLOW EN PYTHON PARA EL CONTROL DE ASISTENCIA DEL PERSONAL DE LA HOSTERÍA "IMPERIO REAL" EN LA CIUDAD DE SALCEDO "** presentado por **Karen Alexandra Armendaris López y Santiago Xavier Gualichico De La Cruz**, egresados de la Carrera de: **Ingeniería en Sistemas de la Información**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

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

Latacunga, 21 de febrero del 2025

Atentamente,



Mg. Lidia Rebeca Yugla Lema

DOCENTE DEL CENTRO DE IDIOMAS-UTC

CI: 0502652340



ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
<i>AGRADECIMIENTO</i>	v
<i>DEDICATORIA</i>	vi
<i>AGRADECIMIENTO</i>	vii
<i>DEDICATORIA</i>	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE GENERAL.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. INTRODUCCIÓN	2
2.1. OBJETIVOS	4
2.1.1. Objetivo General	4
2.1.2. Objetivos Específicos	4
2.2. GESTIÓN DE TAREAS	7
3. FUNDAMENTACIÓN TEORICA.....	8
3.1. Sistemas biométricos.....	8
3.1.1. Firma	9
3.1.2. Huella Dactilar	9
3.1.3. Voz	10
3.1.4. Reconocimiento ocular.....	10
3.1.5. Reconocimiento Facial.....	11
3.1.6. Características de los sistemas biométricos	12
3.2. Inteligencia artificial	13
3.3. Redes neuronales.....	13
3.3.1. Redes neuronales artificiales.....	13
3.3.2. Aprendizaje	14
3.4. Machine learning.....	15
3.5. Herramientas de Desarrollo.....	16
3.5.1. Visual Studio Code	16

3.5.2. Python	17
3.5.3. OpenCV.....	17
3.5.4. Tensorflow	18
3.5.5. Numpy.....	18
3.5.6. FaceNetpytorch	18
3.5.7. Hard cascade model	18
3.5.8. Argon2.....	19
3.5.9. Mtcnn	19
3.6. Metodologías ágiles	20
3.6.1. XP.....	20
3.6.2. Scrum	22
3.6.3. Kanban	22
3.6.4. Comparación de las metodologías ágiles	23
3.7. Gestor de bases de datos	24
3.7.1 SQL Server.....	24
4. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS.....	24
4.1. Tipos de Investigación	25
4.1.1. Investigación Cuantitativa.....	25
4.1.2. Investigación Cualitativa.....	25
4.2. Métodos de Investigación	25
4.2.1. Metodología XP.....	25
4.3. Técnicas de Investigación / Diseño de investigación.....	26
4.3.1. Técnica Descriptiva.....	26
4.4. Instrumentos de Investigación.....	27
4.5. Técnica de análisis de datos	27
4.5.1. Población	27
4.5.2. Muestra.....	27
4.6. Cálculo de la Muestra / Técnicas de desarrollo de software	28
5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	28
5.1. Evaluación de la Entrevista y Encuesta	28
5.2. Herramientas de Programación	39
5.3. Monitoreo de la Metodología de Desarrollo	40
5.3.1. Asignación de Roles dentro del Equipo	40
5.3.2. Fases de Desarrollo	40

5.3.3.	Evaluación del sistema	60
5.3.4.	Especificación del equipo.....	61
5.3.5.	Estimación de Costos	62
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	63
6.3.	Conclusiones	63
6.4.	Recomendaciones.....	63
7.	REFERENCIAS	64
8.	ANEXOS.....	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Organización de las actividades.....	7
Tabla 2: Comparación de los diferentes sistemas biométricos	12
Tabla 3. Características de las metodologías ágiles	23
Tabla 4. Población.....	27
Tabla 5. ¿Cómo registra actualmente su asistencia en la hostería?.....	29
Tabla 6. ¿Considera que el actual sistema de control de asistencia es eficiente? .	30
Tabla 7. ¿Le gustaría que el sistema de control de asistencia sea automático como el reconocimiento facial?	31
Tabla 8. ¿Conoce usted los sistemas de reconocimiento facial como método de control de asistencia?	32
Tabla 9. ¿Con qué frecuencia experimenta problemas con el sistema actual de control de asistencia?	33
Tabla 10. ¿Qué tan satisfecho se siente con el sistema de control de asistencia actual?	34
Tabla 11. ¿Cree usted que un sistema de reconocimiento facial mejorará el control de asistencia?.....	35
Tabla 12. ¿Cuáles considera que son los beneficios más importantes de un sistema de reconocimiento facial?	36
Tabla 13. ¿Qué procesos de su trabajo considera que podrían automatizarse para hacerlos más eficientes?.....	37
Tabla 14. ¿Qué tan importante cree usted que es implementar nuevas tecnologías en la industria hotelera?	38
Tabla 15. Herramientas de Programación.....	39
Tabla 16. Definición de los Roles	40
Tabla 17. RF 001.....	42
Tabla 18, RF 002.....	42
Tabla 19. RF 003.....	43
Tabla 20. RF 004.....	43
Tabla 21. RF 005.....	44
Tabla 22. RF 006.....	44

Tabla 23. RF 007.....	45
Tabla 24. RF 008.....	45
Tabla 25. RNF 001	46
Tabla 26. RNF 003.....	46
Tabla 27. Caso de prueba 1	52
Tabla 28, Caso de prueba 2	53
Tabla 29, Caso de prueba 3	54
Tabla 30. Caso de prueba 4.....	55
Tabla 31. Caso de prueba 5	56
Tabla 32. Caso de prueba 6.....	57
Tabla 33. Caso de prueba 7	58
Tabla 34. Caso de prueba 8.....	59
Tabla 35. Gastos Directos	62
Tabla 36. Gastos Indirectos.....	62
Tabla 37. Gasto Total.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Tipos de biometría.....	8
Figura 2. Características de los datos biométricos [3]	9
Figura 3: Líneas de huella dactilar	10
Figura 4: Partes externas del ojo humano	11
Figura 5. Características de las redes neuronales [13]:.....	14
Figura 6. Tipo de algoritmos.....	15
Figura 7. Características del aprendizaje automático.....	16
Figura 8. Logo de Visual Studio Code.....	16
Figura 9. Logo de Python.....	17
Figura 10. Artefactos de la metodología XP	20
Figura 11, Roles de la metodología XP	21
Figure 12. Características de Scrum.....	22
Figura 13. Características de SQL Server	24
Figura 14. ¿Cómo registra actualmente su asistencia en la hostería?	29
Figura 15. ¿Considera que el actual sistema de control de asistencia es eficiente?	30
Figura 16.¿Le gustaría que el sistema de control de asistencia sea automático como el reconocimiento facial?	31
Figura 17.¿Conoce usted los sistemas de reconocimiento facial como método de control de asistencia?	32
Figura 18.¿Con qué frecuencia experimenta problemas con el sistema actual de control de asistencia?	33
Figura 19.¿Qué tan satisfecho se siente con el sistema de control de asistencia actual?	34
Figura 20. ¿Cree usted que un sistema de reconocimiento facial mejorará el control de asistencia?	35
Figura 21. ¿Cuáles considera que son los beneficios más importantes de un sistema de reconocimiento facial?	36
Figura 22. ¿Qué procesos de su trabajo considera que podrían automatizarse para hacerlos más eficientes?.....	37

Figura 23. ¿Qué tan importante cree usted que es implementar nuevas tecnologías en la industria hotelera?	38
Figura24. Carga de servicios.....	47
Figura25. Detección de fotografías	47
Figura26. Pre-procesamiento de imágenes	48
Figura27. Inicialización de variables	48
Figura28. Comparación de embeddings.....	48
Figura29. Métodos de procesamiento de frames y detección de rostros.....	49
Figura30. Métodos de detección de rostros.....	49
Figura 31. Inicialización de cámaras.....	50
Figura 32. Distancia euclidiana entre embeddings.	50
Figura 33. Visualización de embeddings	51
Figura 34. Generación de embeddings por consola	51
Figura 35. Persona no reconocida por condiciones de alta iluminación	60
Figura 36. Persona reconocida correctamente por condiciones de baja iluminación	61

1. INFORMACIÓN GENERAL

- **Título:**

Implementación de un sistema de reconocimiento facial en 2D utilizando OpenCv y Tensorflow en python para el control de asistencia del personal de la hostería "Imperio real" en la ciudad de Salcedo.

- **Tipo de Proyecto:**

Propuesta Tecnológica

- **Carrera:**

Sistemas de Información

- **Proyecto de investigación vinculado:**

No aplica

- **Equipo de Trabajo:**

Dr. José Augusto Cadena Moreano, Srta. Karen Alexandra Armendaris López, Santiago Xavier Gualichico De La Cruz

- **Área de Conocimiento:**

06 Información y Comunicación (TIC) / 061 Información y Comunicación (TIC) / 0612 Base de datos, diseño y administración de redes.

- **Línea de investigación:**

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

- **Sublíneas de investigación de la Carrera:**

Diseño, implementación y configuración de redes y Seguridad Computacional, aplicando normas y estándares internacionales.

2. INTRODUCCIÓN

La implementación de un sistema de reconocimiento facial en 2D en la Hostería Imperio Real, ubicada en la ciudad de Salcedo, busca mejorar el control de asistencia del personal de manera eficiente y segura. Este sistema busca reducir los riesgos que hay con los métodos tradicionales de registro, como el uso de listas o firmas manuales, los cuales son propensos a errores y fraudes.

El reconocimiento facial ofrece una alternativa más efectiva para identificar a los trabajadores, suprimiendo las oportunidades de manipulación o falsificación de identidad, dificultades habituales en las técnicas convencionales de control. Mediante el uso de tecnologías como OpenCV y TensorFlow en Python, se ha creado un sistema que no solo asegura una eficiencia superior en el registro de asistencia, sino que también reduce los peligros en la seguridad al evitar el acceso no permitido o el ingreso de intrusos.

La impuntualidad de los empleados ha sido identificada como un problema recurrente que afecta la calidad del servicio y la reputación de la hostería. Además, el control manual de asistencia es susceptible a errores, como el registro incorrecto de horarios o la suplantación de identidad.

La Hostería Imperio Real presenta problemas recurrentes relacionados con la impuntualidad de los empleados, lo cual se ve afectado en la calidad del servicio y la imagen de la hostería. A esto se le añade el riesgo de equivocaciones en el control manual de asistencia, que puede derivar en registros incorrectos o en la posibilidad de que una persona suplante a otra en el proceso de control. Estos problemas no solo afectan a la eficiencia operativa, sino también en la seguridad interna de la hostería.

Los registros físicos o las firmas manuales están sujetos a errores humanos, como el registro incorrecto de horarios de entrada y salida, lo que provoca inconsistencias en los informes y dificulta el cálculo de los salarios. La falta de control preciso no solo afecta la operatividad interna, sino que también pone en riesgo la seguridad del

establecimiento, ya que se podrían dar accesos no autorizados bajo la falsa apariencia de ser empleados.

¿De qué manera se puede mejorar el control de asistencia del personal en la hostería 'Imperio Real' registrando el acceso no autorizado?

La introducción de un sistema de reconocimiento facial en 2D en la Hostería Imperio Real tiene como objetivo modernizar el sistema de control de presencia, aprovechando tecnologías de vanguardia como OpenCV y TensorFlow a través de Python. Estas aplicaciones facilitan la creación de un sistema rápido, exacto y seguro para documentar la presencia del personal. Con la automatización de este procedimiento, se asegurará que únicamente los empleados con permiso puedan registrar su entrada o salida, eliminando así los problemas asociados con los métodos clásicos de control, tales como el fraude y el acceso no autorizado.

Este proyecto también busca disminuir los riesgos relacionados con la seguridad, fomentando un entorno laboral más protegido. Al establecer un sistema automatizado de control de asistencia, se busca que los registros resulten más eficientes.

Además, el sistema fortalece la seguridad al informar en tiempo real acerca de cualquier intento de ingreso no permitido, lo cual favorece la salvaguarda de las instalaciones y de los trabajadores.

El sistema de reconocimiento facial propuesto ofrece una solución más eficaz que combina la eficiencia en el registro de asistencia con una notable mejora en la seguridad del establecimiento.

Se transmitirán alertas al teléfono cada vez que un individuo no autorizado ingrese a la hostería, lo que permitirá minimizar los riesgos. Este proyecto representa un progreso significativo en la administración del personal en la Hostería Imperio Real, incrementando tanto la protección como la eficacia en las actividades.

2.1. OBJETIVOS

2.1.1. Objetivo General

Implementar un sistema de reconocimiento facial utilizando OpenCV y TensorFlow, en la Hostería “Imperio Real” para el registro de asistencia del personal y el acceso de clientes.

2.1.2. Objetivos Específicos

- Realizar un análisis de tecnologías y algoritmos de reconocimiento facial, y lenguajes de programación relevantes, a partir de fuentes científicas de alto impacto, para fundamentar el diseño de un sistema eficiente.
- Analizar las necesidades operativas de la Hostería 'Imperio Real' para identificar las funcionalidades que debe cubrir el sistema, con el fin de adaptarlas a los procesos operativos de la hostería y garantizar su efectividad.
- Desarrollar un sistema de reconocimiento facial utilizando Python, OpenCV y TensorFlow, para el registro de asistencia del personal.

2.2. GESTIÓN DE TAREAS

Tabla 1: Organización de las actividades

OBJETIVOS ESPECIFICOS	ACTIVIDADES	RESULTADO DE LAS ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN (TÉCNICAS E INSTRUMENTOS)
Realizar un análisis de tecnologías y algoritmos de reconocimiento facial, y lenguajes de programación relevantes, a partir de fuentes científicas de alto impacto, para fundamentar el diseño de un sistema eficiente.	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis Comparativo de Algoritmos - Revisión de medios electrónicos - Estudio de Casos Prácticos 	<ul style="list-style-type: none"> - Determinar el algoritmos más simple y eficiente para el desarrollo - Conocer otros algoritmos similares y también su funcionamiento - Definir información valiosa y verídica para el desarrollo del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> - Artículos - Repositorios - Medios Digitales
Analizar las necesidades operativas de la Hostería 'Imperio Real' para identificar las funcionalidades que debe cubrir el sistema, con el fin de adaptarlas a los procesos operativos de la hostería y garantizar su efectividad.	<ul style="list-style-type: none"> - Encuestas al personal de la Hostería - Entrevista la gerente 	<ul style="list-style-type: none"> -Listado detallado de requerimientos funcionales y no funcionales - Identificación de procesos críticos para automatizar 	<ul style="list-style-type: none"> -Entrevista estructurada al gerente -Encuestas aplicadas a empleados
Desarrollar un sistema de reconocimiento facial utilizando Python, OpenCV y TensorFlow, para el registro de asistencia del personal.	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño del sistema - Implementación de módulos de detección y registro facial - Pruebas del sistema con datos reales 	<ul style="list-style-type: none"> - Prototipo funcional del sistema - Resultados de pruebas con métricas de precisión del reconocimiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo del software utilizando Python, OpenCV y TensorFlow - Diseño de interfaz gráfica (PyQt6)

3. FUNDAMENTACIÓN TEORICA

3.1. Sistemas biométricos

Según el autor [1] la biometría se basa en la identificación de individuos a través de rasgos exclusivos de cada persona, permitiendo su reconocimiento de manera automatizada. A lo largo del tiempo, se han desarrollado diversos sistemas biométricos que utilizan características como las huellas dactilares, la voz, la estructura facial y de las manos, la escritura, así como patrones únicos en la retina o el iris. En los últimos años, esta tecnología ha experimentado un crecimiento significativo. La biometría ha avanzado significativamente, ofreciendo métodos de identificación más precisos y seguros que los tradicionales, desde el uso de huellas dactilares hasta el reconocimiento facial o el análisis de la retina.

El autor [2] menciona que los sistemas biométricos se basan en el uso de algoritmos computacionales, los cuales pueden describirse como una serie de instrucciones o normas previamente establecidas, organizadas de manera lógica y con un alcance definido. Estos algoritmos permiten llevar a cabo procesos específicos a través de una secuencia estructurada de pasos, garantizando claridad y precisión en su ejecución. Los sistemas biométricos dependen en gran medida de algoritmos, los cuales son fundamentales para procesar y analizar las características biométricas de manera eficiente y precisa. En la Fig. 1 se observa los diferentes tipos biométricos.

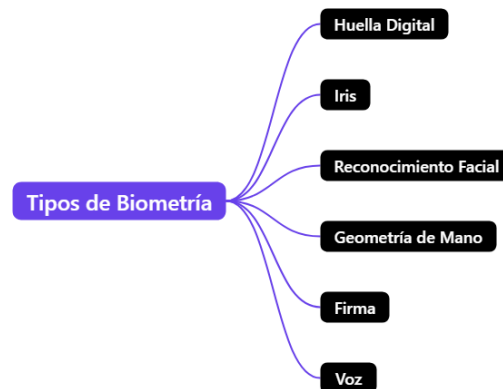


Figura 1: Tipos de biometría

Para realizar un análisis biométrico, se deben cumplir con los siguientes requisitos, los cuales se ilustran en la Figura 2:

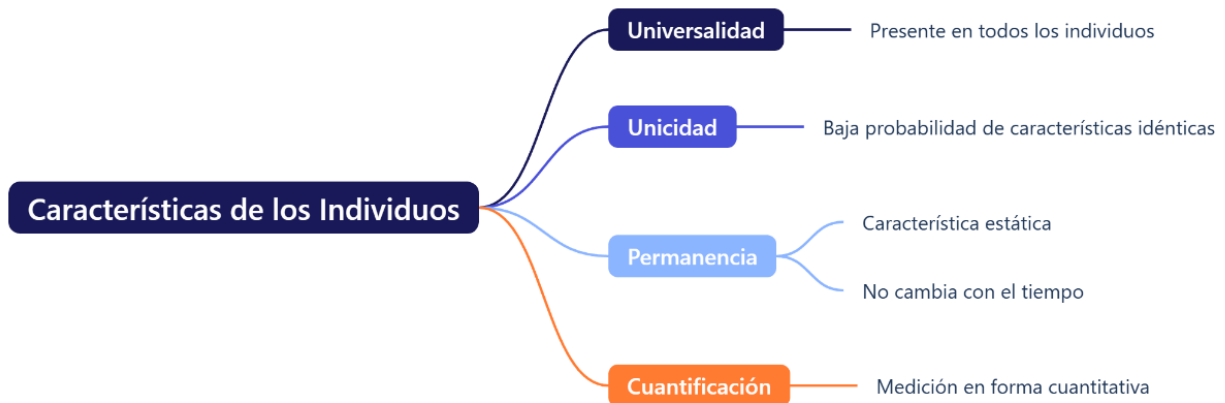


Figura 2. Características de los datos biométricos [3]

3.1.1. Firma

Según el autor [3] dentro de las tecnologías biométricas, esta es una de las más sencillas de implementar y, actualmente, es la más utilizada a nivel global debido a su bajo costo. Su funcionamiento requiere únicamente una tableta digitalizadora conectada a un ordenador. El análisis del reconocimiento de firma se realiza desde dos perspectivas: la propia firma y la manera en que se ejecuta. Entre los datos registrados se encuentran la velocidad, la presión ejercida, la dirección del trazo, la longitud de la firma y los puntos donde el lápiz se separa de la superficie. Sin embargo, una de las principales desventajas de este método es la variabilidad natural de la firma, ya que una persona no la reproduce exactamente igual en cada ocasión. Una de las desventajas que presenta es variabilidad inherente en la forma en que una persona firma en diferentes momentos, lo que puede comprometer la exactitud y seguridad del sistema en situaciones críticas.

3.1.2. Huella Dactilar

Las huellas dactilares son características exclusivas del ser humano. Son las formas caprichosas que adopta la piel que cubre las yemas de los dedos. Están constituidas por rugosidades que forman salientes y depresiones. Las salientes se denominan

crestas papilares y las depresiones surcos interpapilares [1]. Las crestas papilares, hacen que las huellas dactilares sean una de las formas más antiguas y efectivas de autenticación biométrica

En la Figura 3 se observa el patrón de las líneas de la huella dactilar, donde se destacan tanto las crestas como los valles que permiten una identificación precisa [3].



Figura 3: Líneas de huella dactilar

3.1.3. Voz

El autor [3] dice que el reconocimiento de voz opera a través de la conversión digital de las palabras pronunciadas por una persona. Para ello, cada término es fragmentado en distintas secciones, de las cuales se extraen entre tres y cuatro tonos principales. Estos elementos son procesados y almacenados en un registro digital denominado plantilla de voz (*voice print*), que permite su análisis y comparación. Si bien el reconocimiento de voz es práctico y fácil, puede ser sensible a factores como el ruido ambiental o variaciones en la voz de una persona debido a enfermedades o fatiga, lo que puede afectar su precisión en ciertos contextos.

3.1.4. Reconocimiento ocular

El autor [1] habla sobre la identificación mediante el iris que es un método biométrico altamente preciso y confiable para reconocer a una persona. Se estima que cada iris es único y mantiene su estructura a lo largo del tiempo, sin verse afectado por factores ambientales como el clima, la edad o la ocupación. El uso del iris como sistema de identificación ofrece una de las mejores soluciones para garantizar un alto nivel de seguridad en aplicaciones biométricas.

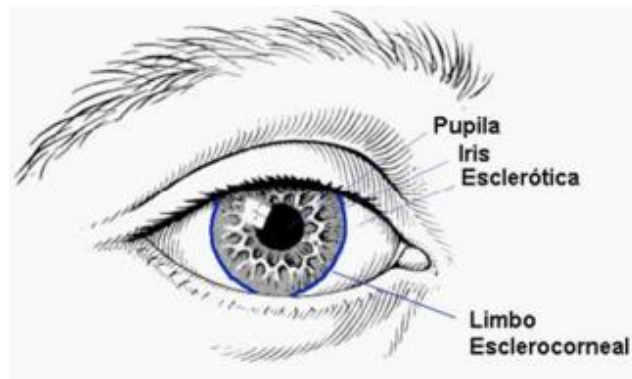


Figura 4: Estructura del ojo humano.

3.1.5. Reconocimiento Facial

El autor [1] nos señala que los sistemas de identificación facial analizan las características del rostro de una persona, evaluando puntos clave como la separación entre los ojos, el tamaño de la nariz, la distancia entre los ojos y la boca, así como la longitud de la mandíbula. La implementación de un análisis tridimensional del rostro ayuda a superar ciertas limitaciones presentes en los modelos bidimensionales, como los efectos de la iluminación y las sombras, la inclinación o postura de la cabeza y los cambios en las expresiones faciales. A pesar de que el reconocimiento facial es no invasivo, su precisión puede verse afectada por factores como la calidad de la imagen, la edad o las alteraciones temporales en el rostro. Sin embargo, su capacidad para realizar una identificación rápida y remota lo convierte en una opción popular en sistemas de seguridad.

El autor [3] habla sobre que el sistema de identificación facial, en la actualidad, presenta una precisión menor en comparación con el análisis de huellas dactilares, aunque ofrece la ventaja de ser un método no invasivo. Esta tecnología examina las características del rostro de una persona, evaluando aspectos como la separación entre los ojos, el tamaño de la nariz, la distancia entre los ojos y la boca, así como la extensión de la mandíbula. El beneficio del reconocimiento facial radica en que es menos intrusivo que otros sistemas biométricos.

3.1.6. Características de los sistemas biométricos

Estos sistemas varían en términos de precisión, costos, velocidad de captura, y comodidad para el usuario, entre otros factores. Esta comparación es crucial para entender por qué se podría elegir un sistema sobre otro en distintos contextos [4].

En la tabla 2 se comparan diferentes sistemas biométricos que se utilizan comúnmente para la identificación y autenticación de individuos.

Tabla 2: Comparación de los diferentes sistemas biométricos

Característica	Reconocimiento Facial	Huella Dactilar	Iris	Voz	Firma
Precisión	Alta	Muy alta	Muy alta	Media	Media
Costo	Medio	Bajo	Alto	Bajo	Bajo
Personalización	Alta (Adaptable a las necesidades del cliente)	Baja	Media	Alta	Alta
Comodidad para el Usuario	Alta	Media	Baja	Alta	Alta
Factores Ambientales	Iluminación puede afectar	Lesiones en dedos pueden afectar	Iluminación y condiciones pueden afectar	Ruido puede afectar	Estado emocional puede afectar
Aplicabilidad	Seguridad, acceso, control de asistencia	Seguridad, acceso, dispositivos móviles	Seguridad en áreas restringidas, fronteras	Identificación telefónica, acceso	Documentos legales, autenticación
No Intrusivo	Sí	No	No	Sí	Sí

El reconocimiento facial se visualiza como la mejor opción para el sistema de control de asistencia por la comodidad para el usuario y capacidad de personalización. Diferente a otros sistemas biométricos el sistema de reconocimiento facial puede adaptarse fácilmente a las necesidades específicas de cada cliente, lo que lo convierte en una solución flexible y eficiente.

3.2. Inteligencia artificial

El autor [5] nos indica que la inteligencia artificial consiste en un grupo de algoritmos, los cuales son reglas que especifican detalladamente un conjunto de operaciones. Estos algoritmos permiten llevar a cabo cálculos con el objetivo de percibir, razonar y tomar decisiones. .

3.3. Redes neuronales

Según el autor [10] Las redes neuronales artificiales (ANN) y las técnicas de aprendizaje profundo (DL) sobresalen por su habilidad para ajustarse y modificar parámetros según el volumen de datos o el tamaño de las muestras analizadas. Además, se han incorporado arquitecturas codificador-decodificador y mecanismos de atención para procesar información multivariable en aplicaciones como la predicción de demanda energética, detección de fallos y evaluación del estado en redes eléctricas inteligentes de distribución (REID), especialmente en contextos con variaciones climáticas y ambientales.

3.3.1. Redes neuronales artificiales

El autor [13] argumenta que las redes neuronales artificiales (ANN) constituyen una herramienta para la solución de problemas, ya sea de manera independiente o en conjunto con otras técnicas. Se emplean en tareas como clasificación, identificación, diagnóstico, optimización y predicción, especialmente en situaciones donde la disponibilidad de datos prevalece sobre el conocimiento previo. Además, permiten el aprendizaje en tiempo real y ofrecen cierta capacidad de tolerancia a errores durante su ejecución. Las redes neuronales artificiales son similares a la red de neuronas de un cerebro humano.

En la Figura 7 se presenta características principales de las redes neuronales:



Figura 5. Características de las redes neuronales [13]:

3.3.2. Aprendizaje

El autor [13] expone que El proceso de aprendizaje es fundamental para la flexibilidad de una red neuronal, ya que permite la adaptación de las conexiones sinápticas con el fin de modificar la respuesta de la red ante distintos estímulos del entorno. En este tipo de redes, toda la información adquirida se almacena en los valores asignados a cada peso sináptico. Cabe destacar que las neuronas en la mayoría de los organismos con sistema nervioso, desde los más simples hasta los humanos, presentan una estructura similar. Sin embargo, la diferencia en la inteligencia radica en la cantidad, organización y capacidad de ajuste de estas conexiones. Existen dos principales formas de aprendizaje: el aprendizaje supervisado, que requiere un guía o referencia, y el aprendizaje no supervisado, donde la red detecta patrones sin intervención externa. El aprendizaje es lo que

permite que nuestro cerebro se adapte y cambie en función de las experiencias. Aunque las neuronas son similares en todos los seres vivos, lo que nos hace más inteligentes es la organización y cambio de esas conexiones.

3.4. Machine learning

Según el autor [5] el aprendizaje automático opera proporcionando a un algoritmo una serie de datos de entrada basados en observaciones previas, lo que le permite generar un modelo capaz de predecir y clasificar nueva información desconocida, simulando así ciertos aspectos del pensamiento humano. Este proceso forma parte de un enfoque más amplio denominado "minería de datos", el cual abarca la recopilación, limpieza y procesamiento de la información. Dentro de las diversas técnicas de aprendizaje automático, uno de los enfoques más utilizados, especialmente en el sector de la salud, es el de las redes neuronales artificiales, las cuales replican el comportamiento de las neuronas en el cerebro. En la Figura 6 se presenta los tipos de algoritmos:

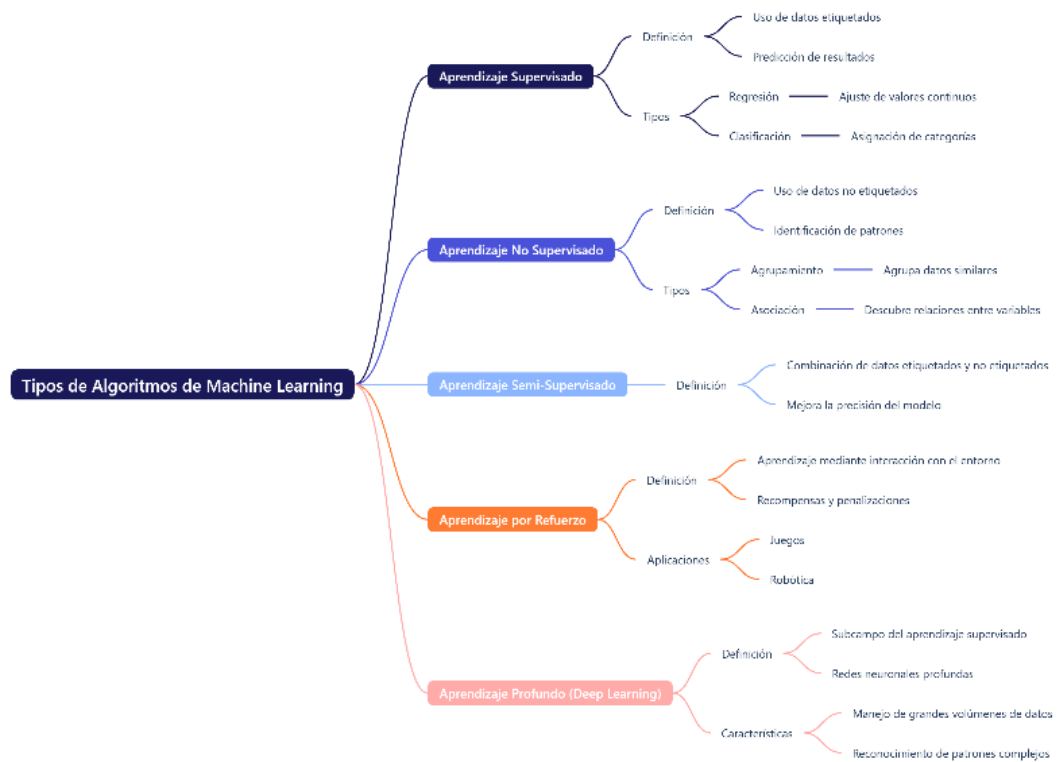


Figura 6. Tipo de algoritmos

Algunos elementos característicos del aprendizaje automático se presentan en la Figura 9:

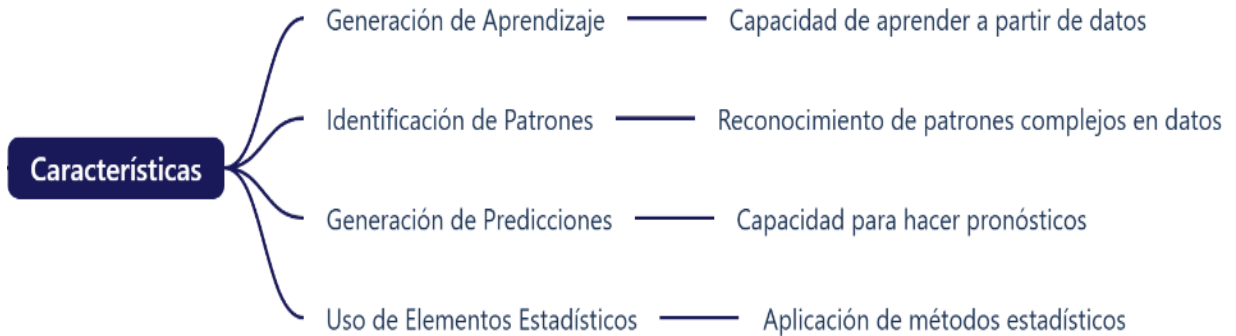


Figura 7. Características del aprendizaje automático

3.5. Herramientas de Desarrollo

3.5.1. Visual Studio Code

El autor [6] expresa que Visual Studio Code es un editor de código diseñado y optimizado para el desarrollo y depuración de aplicaciones web y en la nube. Se trata de una herramienta de código abierto y multiplataforma, creada por Microsoft, que incorpora todas las funcionalidades esenciales de un entorno de desarrollo integrado (IDE). Entre sus características destacan IntelliSense, herramientas de depuración, control de versiones, generación de plantillas y una API de extensiones que facilita el trabajo de los desarrolladores.



Figura 8. Logo

3.5.2. Python

Según el autor [7] expresa que Python es un lenguaje de programación ampliamente utilizado por los desarrolladores debido a su eficiencia y facilidad de aprendizaje. Su versatilidad permite ejecutarlo en diversas plataformas sin complicaciones. Se trata de un lenguaje de alto nivel empleado en el desarrollo de múltiples tipos de aplicaciones. Además, al ser un lenguaje interpretado, no requiere un proceso de compilación previo para ejecutar los programas creados con él. En la Figura 9 se observa el logo del lenguaje de programación Python.

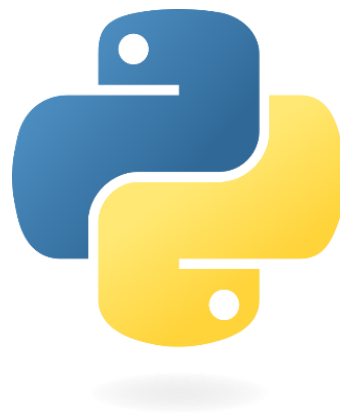


Figura 9. Logo de Python

3.5.3. OpenCV

El autor [8] indica que OpenCV es una biblioteca de procesamiento de visión artificial que fue inicialmente desarrollada por Intel. Su principal enfoque es el análisis de imágenes en tiempo real. Además, es una herramienta de código abierto y compatible con múltiples plataformas, lo que permite su uso en sistemas operativos como Mac OSX, Windows y Linux. Esta biblioteca incluye más de 500 funciones, abarcando diversas aplicaciones en el ámbito de la visión por computadora, como el reconocimiento facial, la calibración de cámaras y la visión robótica. La versatilidad y accesibilidad han hecho de OpenCV una opción popular tanto en proyectos de investigación, permitiendo a los desarrolladores implementar soluciones complejas de procesamiento visual de manera eficiente y económica.

3.5.4. Tensorflow

El autor [9] expresa que TensorFlow es una plataforma de código abierto diseñada para el desarrollo integral de modelos de aprendizaje automático. Ofrece un ecosistema completo y adaptable que incluye herramientas, bibliotecas y recursos compartidos por la comunidad. Esto permite a los investigadores avanzar en la innovación dentro del aprendizaje automático y facilita a los desarrolladores la creación e implementación de aplicaciones basadas en esta tecnología. Su enfoque abierto y su amplia comunidad permiten tanto a investigadores como a desarrolladores construir aplicaciones de manera más eficiente.

3.5.5. Numpy

Según el autor [8] NumPy es una biblioteca de Python que permite la manipulación de matrices y vectores multidimensionales de gran tamaño. Además, proporciona una amplia variedad de funciones matemáticas avanzadas para facilitar el procesamiento y análisis de datos numéricos. Por su conjunto de funciones matemáticas avanzadas la convierte en una opción imprescindible para tareas que requieren cálculos rápidos y precisos.

3.5.6. FaceNetpytorch

El autor [9] indica que FaceNet-PyTorch es una biblioteca especializada en la detección y comparación de representaciones faciales codificadas. Su objetivo es superar las limitaciones de los métodos convencionales, proporcionando una mayor precisión y fiabilidad en aplicaciones del mundo real. FaceNet-PyTorch representa un avance significativo en la tecnología de reconocimiento facial por su capacidad para realizar detección y comparación de encodings faciales.

3.5.7. Hard cascade model

El modelo de cascada intranuclear (INC) y la evaporación son fundamentales para entender las interacciones de nucleones y núcleos en ciertas energías. Si bien el enfoque original de este modelo ha sido exitoso en muchas aplicaciones, se han identificado algunas pequeñas discrepancias sistemáticas que podrían afectar su precisión, especialmente en modelos complejos. La analogía con los modelos

computacionales de visión por computadora y el reconocimiento facial sugiere que, al igual que en la física de partículas, las mejoras continuas en la precisión de las interacciones entre píxeles y objetos (como las caras humanas) pueden generar mejoras sustanciales en la precisión de las predicciones de los sistemas [12]. Es importante resaltar la definición de los modelos para lograr mejores resultados, tomando como referencia las experiencias de otros campos, como la visión por computadora.

3.5.8. Argon2

Argon2 es una función de hash criptográfico diseñada para proteger secretos de baja entropía sin necesidad de claves secretas. Su principal característica es que requiere una cantidad determinada (pero ajustable) de memoria, lo que la hace especialmente útil para proteger contraseñas y otros datos sensibles. Una de las ventajas de Argon2 es que impone altos costos en términos de tiempo y memoria, lo que dificulta el ataque de fuerza bruta mediante técnicas como el uso de ASICs (circuitos integrados de aplicación específica) y botnets, que dependen de computadoras distribuidas para realizar ataques masivos [13]. Es un algoritmo de derivación de clave criptográfica que ayuda a proteger contraseñas transformándolas en un hash que no puede revertirse fácilmente.

3.5.9. Mtcnn

La detección facial es una dirección importante de investigación dentro del campo de la detección de objetos. En este proceso, para una imagen de entrada, se devuelve la posición de la cara. Para completar la tarea de detección facial utilizando aprendizaje profundo, se identifican tres pasos clave: entrada de datos, extracción de características y detección de características faciales, siendo la extracción de características la parte más crucial. Al estudiar los principios básicos de los algoritmos actuales de detección de objetos, se comparan las características de los modelos de detección de dos etapas y una etapa, así como su aplicación en tareas de detección facial. Además, se analiza profundamente el modelo MTCNN (Red Neuronal Convolutiva Multitarea), y se presenta su principio de implementación. Los efectos reales de MTCNN en la tarea de detección facial se verifican mediante

experimentos, comparando los resultados del modelo con los obtenidos por el modelo YOLOv3 en un conjunto de datos más amplio de rostros [14]. Este algoritmo es muy útil para la detección de rostros por su gran eficiencia y rapidez.

3.6. Metodologías ágiles

Las metodologías proporcionan un marco organizado para planificar, gestionar y monitorear cada etapa del desarrollo de software.

3.6.1. XP

XP es una metodología la cual que se caracteriza por la comunicación frecuente, es decir la retroalimentación continua, de cortos ciclos para el desarrollo. Se utiliza principalmente en proyectos de software donde los requisitos son cambiantes, se requiere alta calidad de código y los equipos son relativamente pequeños, siendo especialmente útil en entornos de desarrollo de productos tecnológicos innovadores [11]. Esta metodología XP se basa en un diseño simple y se centra en la agilidad y la flexibilidad de los proyectos. En la Figura 10 se ilustra los artefactos de la metodología XP.

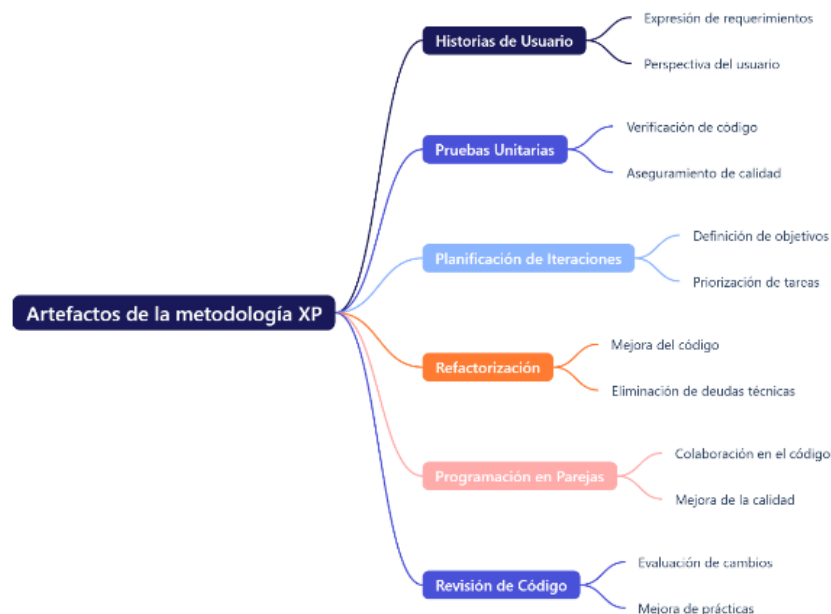


Figura 10. Artefactos de la metodología XP

3.6.1.1. Roles

En XP, los roles se enfocan en fomentar la colaboración y garantizar la calidad del producto [13]. Esta metodología se enfoca en el trabajo colaborativo en parejas, es decir, ambos integrantes asumen parcialmente el rol de cliente, identificando y priorizando las necesidades del proyecto. Sin embargo, uno de ellos actúa como representante del cliente para garantizar que los objetivos finales reflejen lo que los usuarios esperan. Ambos desempeñan el rol de desarrollador, alternando tareas según las necesidades del proyecto. También comparten el rol de tester, implementando pruebas automáticas y manuales para validar cada funcionalidad desarrollada, y se turnan para revisar constantemente el producto. Además, uno de ellos asume la responsabilidad de ser el coach, supervisando que se mantengan las prácticas de XP, como la integración continua y el diseño simple [14].

Los artefactos en XP son elementos tangibles utilizados para guiar y estructurar el desarrollo del software [15]. En la siguiente Figura 11, se presenta los roles dentro de la metodología XP

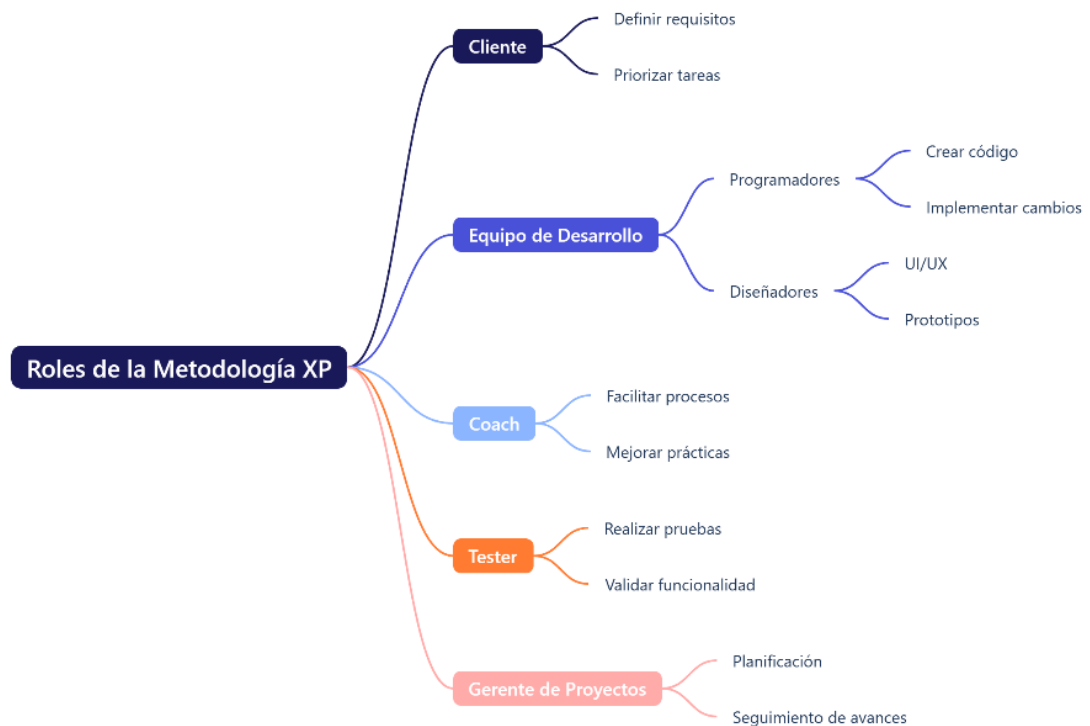


Figura 11, Roles de la metodología XP

3.6.2. Scrum

Scrum es un enfoque ágil utilizado en el desarrollo de software, el cual se basa en la creación de productos mediante ciclos cortos llamados Sprints. Define roles clave como el Product Owner, responsable de priorizar funcionalidades en el Product Backlog; el ScrumMaster, encargado de guiar al equipo y eliminar obstáculos; y el Equipo de Desarrollo, que se autoorganiza para implementar las tareas [19]. Esta metodología se basa en Sprints, cada sprint tiene un objetivo claro el cual debe ser evaluado por el cliente. En la Figura 12 se ilustran las principales características de la metodología Scrum.

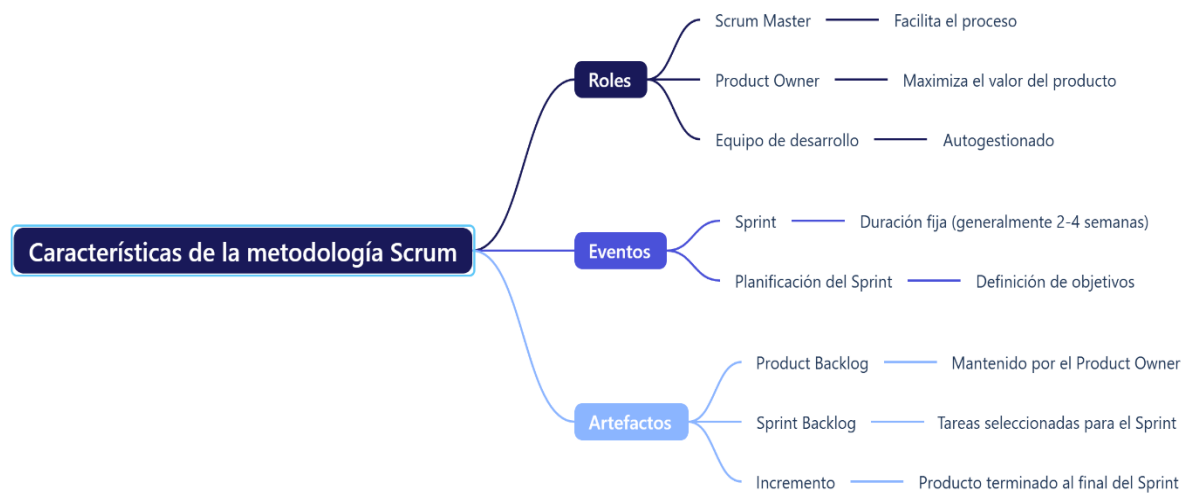


Figure 12. Características de Scrum

3.6.3. Kanban

Kanban deja casi todo abierto. Según el autor [20] Kanban no establece ciclos de tiempo predefinidos. Permite decidir cuándo realizar la planificación, la optimización de procesos y la entrega de productos. Estas actividades pueden llevarse a cabo de forma periódica (por ejemplo, entregas semanales) o según la demanda, entregando resultados cuando se dispone de elementos listos para su implementación. Tiene un enfoque más flexible el cual se basa en la visualización del flujo de trabajo se utiliza para mostrar el progreso del trabajo.

.3.6.4. Comparación de las metodologías ágiles

En la Tabla 3 se presentan las diferentes características de cada metodología. De ellas, la metodología XP se destaca como la más recomendada para este sistema, ya que se enfoca en la calidad del software, en la adaptación continua a los cambios y en la entrega constante de valor al cliente."

Tabla 3. Características de las metodologías ágiles

Características	XP (Extreme Programming)	Scrum	Kanban
Enfoque	Desarrollo de software con énfasis en la calidad, pruebas frecuentes y comunicación continua.	Gestión de proyectos basada en ciclos de trabajo (sprints) con roles específicos.	Visualización del flujo de trabajo con enfoque continuo.
Ciclos de trabajo	Iteraciones continuas e integradas, sin ciclos fijos.	Sprints con ciclos definidos (1-4 semanas).	Flujo continuo, sin ciclos fijos.
Pruebas	Enfoque en pruebas unitarias automáticas desde el inicio, con integración continua.	Pruebas realizadas al final de cada sprint.	Las pruebas se realizan según se mueve el trabajo en el tablero, sin un ciclo específico.
Velocidad de entrega	Entrega continua e incremental, enfocándose en el cliente.	Entrega al final de cada sprint, lo que puede generar tiempos de espera entre entregas.	Entregas constantes a medida que se completan tareas, sin esperar ciclos.

3.7. Gestor de bases de datos

3.7.1 SQL Server

El autor [12] expresa que Microsoft SQL Server es una plataforma desarrollada por Microsoft para la gestión de bases de datos relacionales (RDBMS). Su lenguaje principal de consulta es Transact-SQL, el cual se basa en los estándares ANSI/ISO del Structured Query Language (SQL) y es empleado tanto por Microsoft como por Sybase. Por lo tanto, es una buena opción ya que es útil para proyectos pequeños como grandes, permitiendo un crecimiento sin comprometer el rendimiento.

3.7.1.1 Características de SQL Server

En la Figura 12 se presentan las principales características de SQL server [11] :

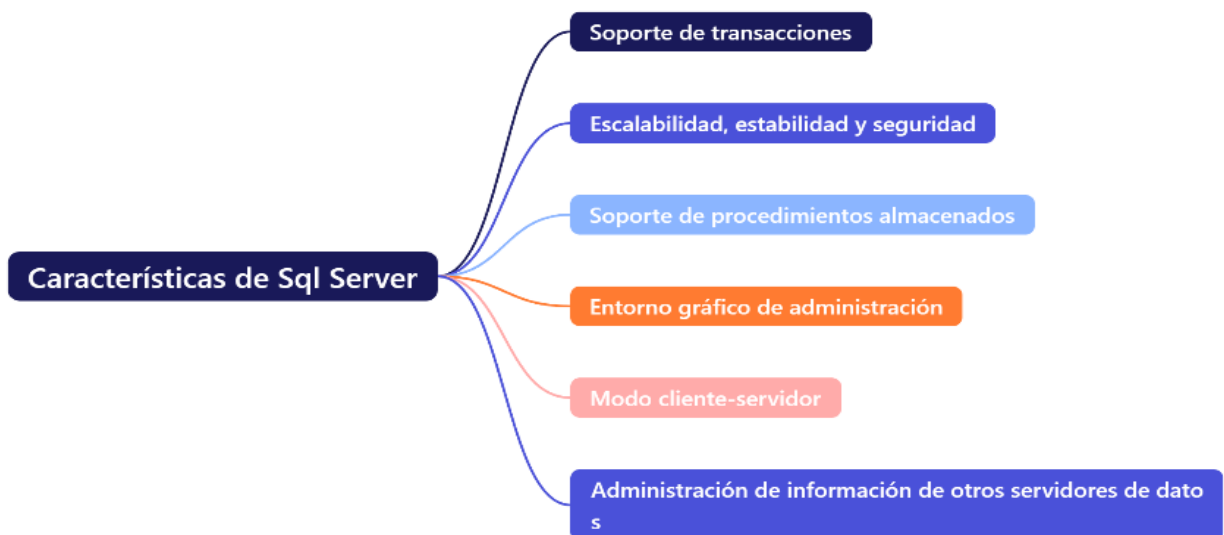


Figura 13. Características de SQL Server

4. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

La investigación aplicada se orienta al desarrollo de un sistema de control de asistencia utilizando reconocimiento facial con OpenCV y TensorFlow. El objetivo

es implementar una solución tecnológica que automatice el registro de asistencia en la hostería, optimizando el proceso, reduciendo tiempo y los errores que implica el control manual.

4.1. Tipos de Investigación

4.1.1. Investigación Cuantitativa

El propósito de esta investigación es recolectar información a través de una encuesta de selección múltiple al personal de la Hostería “Imperio Real”, con esos resultados podremos hacer la respectiva tabulación para analizar los datos cuantitativos y conocer los criterios del personal respecto a la implementación del sistema de reconocimiento facial. El modelo de la encuesta utilizada en este estudio se encuentra en el Anexo A.

4.1.2. Investigación Cualitativa

La investigación cualitativa se llevará acabo con una entrevista realizada al gerente de la hostería “Imperio Real”. El propósito es recolectar información sobre los problemas o necesidades que existe en el control de asistencia y que beneficios espera con la implementación del sistema. El modelo de la entrevista se encuentra en el Anexo B.

4.2.Métodos de Investigación

4.2.1. Metodología XP

Se empleará la metodología ágil XP, la cual se centra en la entrega rápida de software funcional. Mediante esta metodología, se desarrollará un sistema de alta calidad, capaz de adaptarse rápidamente a los cambios o nuevas necesidades que surjan durante su desarrollo.

Se identificarán las opiniones y necesidades existentes a través de encuestas al personal y entrevistas con el gerente. Además, se priorizará un diseño simple y funcional, realizando pruebas frecuentes con el fin de detectar posibles errores.

Las fases que se utilizan dentro del desarrollo del sistema de control de asistencia se basan en el diseño, desarrollo y pruebas.

Diseño: En esta fase se realiza la planificación inicial del sistema utilizando un diagrama de Gantt para planificar y gestionar las actividades del proyecto. Este diagrama permitirá visualizar los tiempos estimados para cada tarea.

Desarrollo: Se procederá al desarrollo del sistema Empleando la Especificación de Requisitos conforme al estándar IEEE 830, con el fin de garantizar una identificación clara y precisa de todos los requerimientos.

Pruebas: En la fase de pruebas, se realizarán casos de prueba detallados basados en los requisitos establecidos en la fase de diseño, siguiendo las pautas del estándar IEEE 830 para la documentación de pruebas.

4.3. Técnicas de Investigación / Diseño de investigación

4.3.1. Técnica Descriptiva

Se utilizará la técnica descriptiva, la cual permitirá obtener información sobre las necesidades actuales en el control de asistencia de la hostería. El objetivo principal de esta técnica es proporcionar un análisis más profundo del control de asistencia existente. Para ello, se aplicarán encuestas al personal con el fin de recolectar datos cuantitativos sobre su experiencia y opinión respecto al sistema de control de asistencia actual, así como su perspectiva sobre el cambio propuesto.

Por otro lado, se realizará una entrevista al gerente, que permitirá identificar las dificultades que enfrenta en la gestión del control de asistencia. Este enfoque buscará obtener una perspectiva cualitativa que complemente los datos cuantitativos previamente recolectados.

4.4. Instrumentos de Investigación

Las herramientas para la recopilación de datos serán las encuestas estructuradas de selección múltiple, dirigidas al personal, y una entrevista semiestructurada al gerente. Las encuestas nos permitirán obtener datos cuantitativos sobre las opiniones y perspectivas de los empleados sobre el control de asistencia, mientras que la entrevista al gerente proporcionará un panorama cualitativo más profundo sobre las expectativas de la implementación del sistema.

4.5. Técnica de análisis de datos

4.5.1. Población

La población total de la hostería "Imperio Real" está conformada por el personal que labora en diferentes áreas, quienes cumplen funciones específicas para garantizar el funcionamiento de las operaciones diarias.

Tabla 4. Población

Descripción	Personal
Restaurante	8
Hotelería	4
Poli funcional	4

4.5.2. Muestra

La muestra se tomará en función de los empleados actualmente activos en la hostería, los cuales desempeñan diferentes roles que contribuyen al éxito del negocio.

- **Restaurante:** Los cocineros trabajan en turnos específicos, lo que requiere un control adecuado de su asistencia para garantizar una correcta asignación de tareas.

- **Hotelería:** El personal de hotelería es esencial para la atención de los huéspedes, por lo que el control de asistencia es clave para coordinar los horarios y el servicio.
- **Poli funcional:** Este personal es responsable de diversas funciones, lo que hace necesario un registro preciso de su asistencia para asegurar una correcta asignación de tareas según las necesidades del día.

4.6. Cálculo de la Muestra / Técnicas de desarrollo de software

Se empleará un muestreo no probabilístico por conveniencia debido al tamaño limitado de la población y todos los empleados involucrados en la decisión de implementar el sistema tienen un conocimiento directo del proceso. Los datos recabados serán analizados mediante técnicas estadísticas y descriptivas, permitiendo así obtener conclusiones precisas y contextualizadas. En cuanto al desarrollo del software, se emplearán metodologías ágiles que fomenten la colaboración y la adaptación a los cambios. A través de un enfoque iterativo, se priorizarán las funcionalidades más relevantes para el negocio, permitiendo así obtener un producto final que responda a las necesidades específicas de la organización.

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1. Evaluación de la Entrevista y Encuesta

Se desarrolló una encuesta dirigida a los empleados de la hostería Imperio Real con el propósito de identificar las necesidades específicas y las dificultades que enfrentan en sus procesos diarios. Esto permitirá recopilar información clave para el diseño e implementación de un sistema informático que automatice y optimice el registro de asistencia, así como otros procesos críticos relacionados con su labor. Los datos obtenidos ayudarán a definir las funcionalidades prioritarias del sistema, garantizando que este se adapte a las operaciones y requerimientos del personal, promoviendo eficiencia y precisión en el manejo de la información.

Pregunta 1. ¿Cómo registra actualmente su asistencia en la hostería?

Tabla 5. ¿Cómo registra actualmente su asistencia en la hostería?

ITEM	N° PERSONAS
Manual (firma/hoja de asistencia)	18



Figura 14. ¿Cómo registra actualmente su asistencia en la hostería?

En el análisis de los datos recopilados, se observa que el método predominante para el registro de asistencia en la hostería "Imperio Real" es manual mediante firma en una hoja de asistencia, representando el 100% de las respuestas de los encuestados.

Se concluye que la hostería aún sigue utilizando el método más antiguo para el registro de asistencia, lo que puede generar ineficiencias en el proceso y dificultades en el control de horarios.

Pregunta 2. ¿Considera que el actual sistema de control de asistencia es eficiente?

Tabla 6. ¿Considera que el actual sistema de control de asistencia es eficiente?

ITEM	N° PERSONAS
Sí	4
No	14

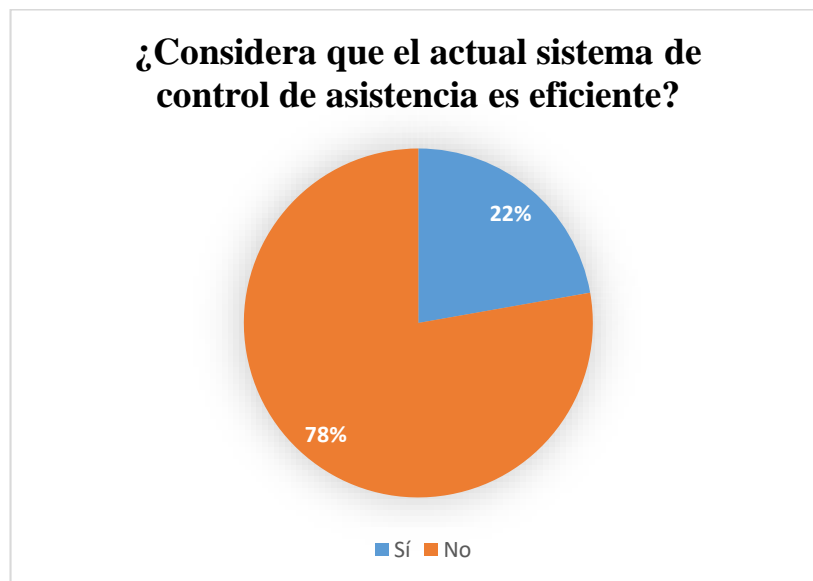


Figura 15. ¿Considera que el actual sistema de control de asistencia es eficiente?

El 78% de los encuestados considera que el sistema de control de asistencia actual no es eficiente, mientras que el 22% cree que sí lo es.

Este resultado sugiere la necesidad urgente de implementar una alternativa más moderna y automatizada, como el sistema de reconocimiento facial, para mejorar la precisión, agilidad y fiabilidad del registro de asistencia.

Pregunta 3. ¿Le gustaría que el sistema de control de asistencia sea automático como el reconocimiento facial?

Tabla 7. ¿Le gustaría que el sistema de control de asistencia sea automático como el reconocimiento facial?

ITEM	N° PERSONAS
Sí	8
Tal vez	10

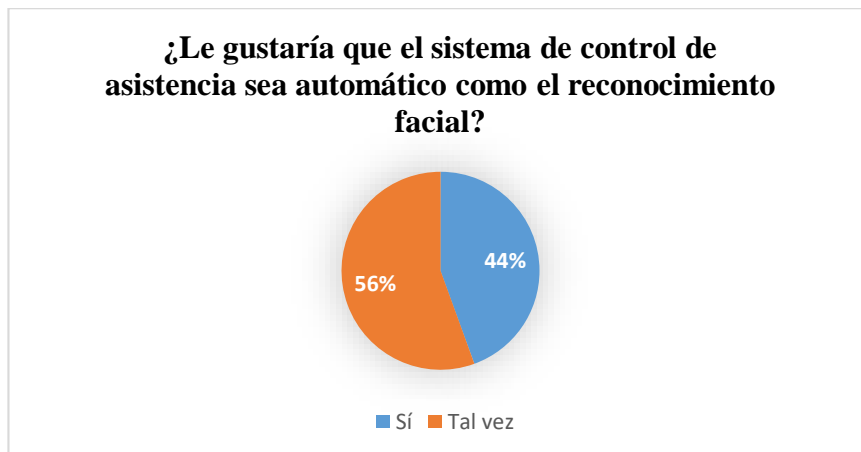


Figura 16. ¿Le gustaría que el sistema de control de asistencia sea automático como el reconocimiento facial?

El 56% de los encuestados respondió "Tal vez", lo que indica cierta incertidumbre o necesidad de más información sobre los beneficios del sistema propuesto. Por otro lado, el 44% manifestó interés directo al responder "Sí".

Este resultado sugiere que existe una predisposición positiva hacia la automatización del control de asistencia, aunque sería importante proporcionar mayor claridad o información para reducir las dudas entre los encuestados.

Pregunta 4. ¿Conoce usted los sistemas de reconocimiento facial como método de control de asistencia?

Tabla 8. ¿Conoce usted los sistemas de reconocimiento facial como método de control de asistencia?

ITEM	N° PERSONAS
Solo lo he escuchado	15
Sí, los conozco	3



Figura 17. ¿Conoce usted los sistemas de reconocimiento facial como método de control de asistencia?

El 83 % de los encuestados indicó que solo han escuchado sobre los sistemas de reconocimiento facial, mientras que el 16% afirmó que los conoce más a fondo.

Este resultado evidencia que la mayoría de los empleados tienen una noción básica sobre esta tecnología, lo que subraya la importancia de incluir en el proyecto una fase de sensibilización o capacitación para familiarizarlos con las ventajas y funcionamiento del sistema.

Pregunta 5. ¿Con qué frecuencia experimenta problemas con el sistema actual de control de asistencia?

Tabla 9. ¿Con qué frecuencia experimenta problemas con el sistema actual de control de asistencia?

ITEM	N° PERSONAS
Muy frecuentemente	7
Frecuentemente	8
Raramente	3

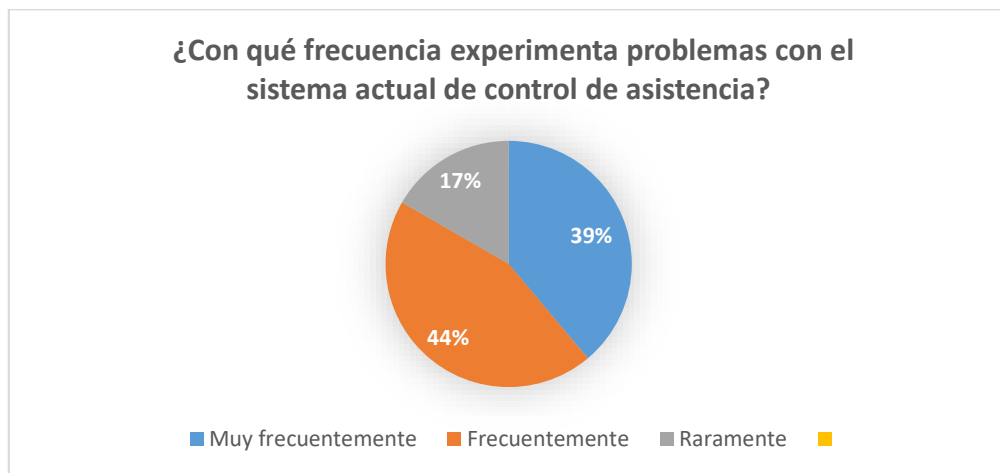


Figura 18. ¿Con qué frecuencia experimenta problemas con el sistema actual de control de asistencia?

La mayoría de los encuestados, un 83% (sumando las respuestas de "Muy frecuentemente" y "Frecuentemente"), experimenta problemas frecuentes con el sistema de control de asistencia actual.

Con esto conocemos la necesidad de un cambio hacia un sistema más eficiente, como el reconocimiento facial, para resolver los inconvenientes que perciben los empleados.

Pregunta 6 ¿Qué tan satisfecho se siente con el sistema de control de asistencia actual?

Tabla 10. ¿Qué tan satisfecho se siente con el sistema de control de asistencia actual?

ITEM	N° PERSONAS
Satisfecho	8
Insatisfecho	10



Figura 19. ¿Qué tan satisfecho se siente con el sistema de control de asistencia actual?

La mayoría de los encuestados 55% se siente insatisfecho con el sistema actual de control de asistencia, mientras que un 44% está satisfecho.

En este resultado se observa una insatisfacción generalizada, lo que puede ser una indicación de que el sistema no está cumpliendo con las necesidades de los empleados, por lo que se necesita de una solución más eficiente y moderna.

Pregunta 7 ¿Cree usted que un sistema de reconocimiento facial mejorará el control de asistencia?

Tabla 11. ¿Cree usted que un sistema de reconocimiento facial mejorará el control de asistencia?

ITEM	N° PERSONAS
Sí	12
No estoy seguro	6

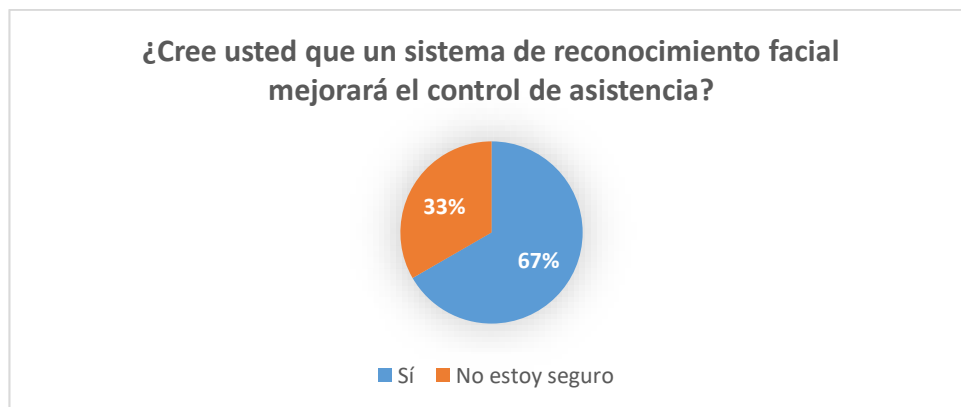


Figura 20. ¿Cree usted que un sistema de reconocimiento facial mejorará el control de asistencia?

La mayoría de los encuestados (67%) cree que un sistema de reconocimiento facial mejoraría el control de asistencia, mientras que un 33% está inseguro de los beneficios que este sistema podría traer.

Este resultado sugiere una disposición positiva hacia la idea de implementar un sistema más moderno, aunque también hay cierto escepticismo que podría ser abordado con más información y pruebas del sistema propuesto.

Pregunta 8 ¿Cuáles considera que son los beneficios más importantes de un sistema de reconocimiento facial?

Tabla 12. ¿Cuáles considera que son los beneficios más importantes de un sistema de reconocimiento facial?

ITEM	N° PERSONAS
Transparencia en la asistencia	4
Mayor rapidez en el registro	6
Reducción de errores en el registro de asistencia	8

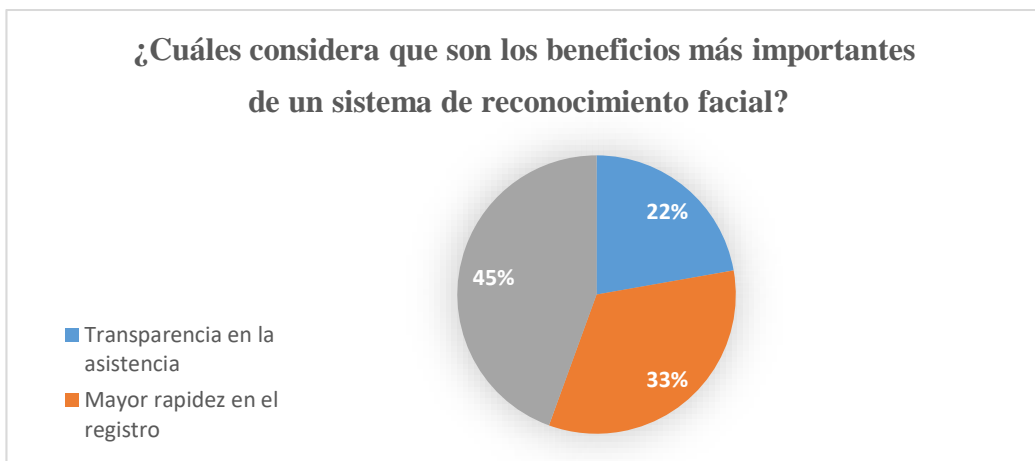


Figura 21. ¿Cuáles considera que son los beneficios más importantes de un sistema de reconocimiento facial?

El beneficio más valorado por los encuestados es la reducción de errores en el registro de asistencia 44%, seguido de la mayor rapidez en el registro 33. y la transparencia en la asistencia 22.22.

Este análisis muestra que los aspectos relacionados con la precisión y eficiencia del sistema son considerados los más importantes, lo que indica que los encuestados valoran un sistema que minimice los errores humanos y agilice el proceso de registro.

Pregunta 9 ¿Qué procesos de su trabajo considera que podrían automatizarse para hacerlos más eficientes?

Tabla 13. ¿Qué procesos de su trabajo considera que podrían automatizarse para hacerlos más eficientes?

ITEM	N° PERSONAS
Solicitud de permisos o ausencias	6
Registro de asistencia (entrada y salida)	12
Generación de reportes	2

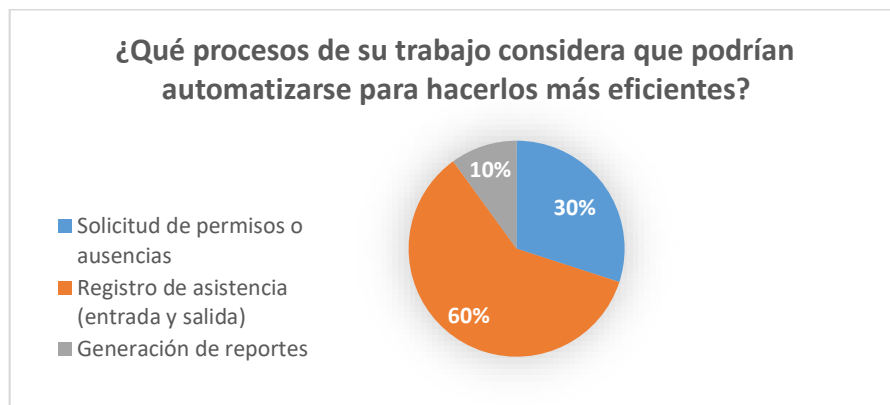


Figura 22. ¿Qué procesos de su trabajo considera que podrían automatizarse para hacerlos más eficientes?

El 60 % de los encuestados considera que el registro de asistencia (entrada y salida) es el proceso que más se beneficiaría de ser automatizado. Además, el 30% prefiere la solicitud de permisos o ausencias como otro proceso susceptible de automatización. En cambio, el 10% elige la generación de reportes.

Este resultado refuerza la idea de que el sistema de control de asistencia es un área clave para la automatización dentro de la hostería, lo que justifica la propuesta de implementación de un sistema de reconocimiento facial.

Pregunta 10 ¿Qué tan importante cree usted que es implementar nuevas tecnologías en la industria hotelera?

Tabla 14. ¿Qué tan importante cree usted que es implementar nuevas tecnologías en la industria hotelera?

ITEM	N° PERSONAS
Muy importante	14
Importante	4

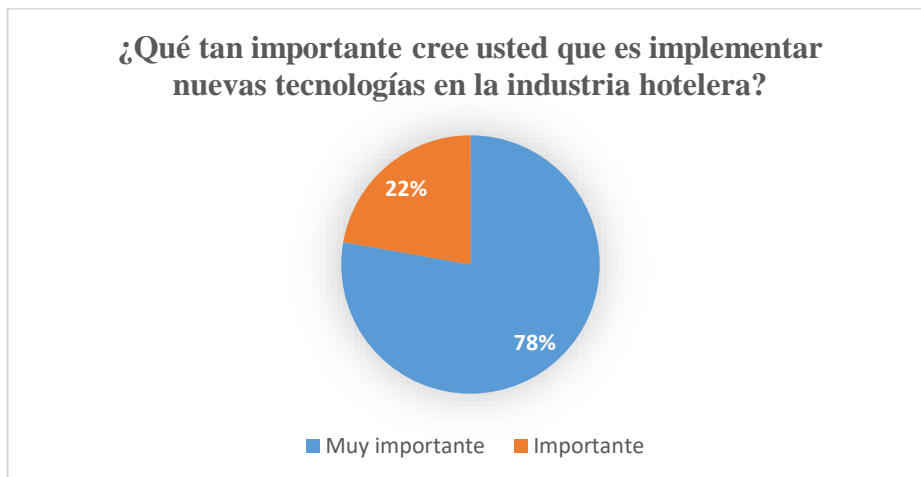


Figura 23. ¿Qué tan importante cree usted que es implementar nuevas tecnologías en la industria hotelera?

La mayoría de los encuestados 78% considera que es muy importante implementar nuevas tecnologías en la industria hotelera, mientras que el 22% también lo considera importante.

Este resultado sugiere una fuerte disposición hacia la modernización del sector hotelero, lo que refuerza la relevancia de la propuesta de implementación de un sistema de control de asistencia más eficiente mediante el reconocimiento facial

5.2.Herramientas de Programación

Para la implementación del sistema de reconocimiento facial en 2D, se utilizaron herramientas libres y de código abierto para facilitar el proceso de creación, integración y despliegue del sistema. Estas herramientas nos permiten un desarrollo más eficiente.

Tabla 15. Herramientas de Programación

Nombre	Detalle	Licencia
Python	Lenguaje de programación utilizado en la implementación de modelos y procesamiento de datos.	Python Software Foundation License
Fanet_PyTorch	Biblioteca basada en PyTorch para la implementación de modelos de redes neuronales orientados a tareas específicas.	Licencia abierta (generalmente MIT o similar, dependiendo de la versión)
HardCascadeModel	Modelo basado en el algoritmo de cascada de Haar para detección de objetos, generalmente utilizado en visión por computadora.	Licencia abierta o específica de implementación
OpenCV	Biblioteca de visión por computadora que incluye funciones para procesamiento de imágenes, detección de objetos y aprendizaje automático.	BSD License
TensorFlow	Framework de aprendizaje automático y deep learning utilizado para crear, entrenar y evaluar modelos de inteligencia artificial.	Apache License 2.0
Keras	API de alto nivel para redes neuronales, utilizada como interfaz para TensorFlow.	MIT License
Argon2	Algoritmo de hash criptográfico utilizado para la protección de contraseñas, diseñado para ser seguro y eficiente.	MIT License
MTCNN	Red neuronal convolucional de múltiples etapas (Multi-task Cascaded Convolutional Networks) para la detección de rostros en imágenes y videos.	Licencia abierta (generalmente MIT)

Nombre	Detalle	Licencia
SQL Server	Motor de base de datos relacional de Microsoft utilizado para almacenar y gestionar grandes volúmenes de datos.	Licencia de software propietario
NumPy	Biblioteca para cálculos matemáticos y manipulación de arreglos multidimensionales.	BSD License
PyQt6	Biblioteca para la creación de interfaces gráficas (GUI) utilizando el marco Qt en Python.	GNU GPL v3
QtAwesome	Biblioteca para incluir iconos en interfaces gráficas desarrolladas con Qt.	MIT License

5.3. Monitoreo de la Metodología de Desarrollo

5.3.1. Asignación de Roles dentro del Equipo

Tabla 16. Roles

ROLES	PERSONAS
Cliente	Ing. Ronnie Villacis
Analista	Karen Armendaris
Programador	Santiago Gualichico
Consultor	Ing. José Augusto Cadena Moreano PhD.

5.3.2. Fases de Desarrollo

5.3.2.1. Diseño: Siguiendo el diagrama de Grantt se establecieron las diferentes actividades a realizar, el diseño se basa en una interfaz simple, enfocándose en la facilidad de uso y en la integración eficiente con los modelos de reconocimiento facial.

	Noviembre					Diciembre					Enero					Febrero				
ACTIVIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Gestión de Empleados	■	■	■	■	■															
Almacenamiento seguro de credenciales			■	■	■	■	■													
Captura y procesamiento de imágenes en tiempo real.						■	■	■												
Generación de reportes de asistencia y cálculo de horas trabajadas mensuales.								■	■	■										
Soporte para dos cámaras con control de inicio y detención de captura.									■	■	■	■								
Detección y notificación de rostros desconocidos											■	■	■	■						
Configuración de umbrales de seguridad y procesamiento de imágenes														■	■	■	■			
Panel de control con información en tiempo real																■	■	■	■	■

5.3.2.2. Desarrollo: Se establecieron requerimientos funcionales y no funcionales basándose en los Requisitos según el estándar IEEE 830.

Requerimientos Funcionales

Tabla 17. RF 001

Número de requerimiento:	RF 001
Nombre:	Gestión de Empleados
Características:	El sistema debe permitir el registro, la actualización y la desactivación de los empleados.
Descripción del requerimiento:	El sistema permitirá al administrador gestionar la base de datos de empleados, proporcionando un acceso sencillo y seguro para la actualización y desactivación de registros.
Prioridad:	Alta

Tabla 18, RF 002

Número de requerimiento:	RF 002
Nombre:	Almacenamiento seguro de credenciales
Características:	El sistema debe asegurar que las contraseñas no sean almacenadas en texto plano.
Descripción del requerimiento:	El sistema implementará medidas de seguridad para asegurar las credenciales de los usuarios sean protegidas mediante cifrado en todo momento, garantizando la confidencialidad y la integridad de los datos.
Prioridad:	Alta

Tabla 19. RF 003

Número de requerimiento:	RF 003
Nombre:	Captura y procesamiento de imágenes en tiempo real.
Características:	Las imágenes deben ser procesadas y analizadas inmediatamente para detectar y validar la identidad del rostro.
Descripción del requerimiento:	El sistema debe ser capaz de capturar las imágenes faciales en tiempo real, procesarlas y compararlas con los registros en la base de datos para verificar la identidad del empleado.
Prioridad:	Alta

Tabla 20. RF 004

Número de requerimiento:	RF 004
Nombre:	Generación de reportes de asistencia y cálculo de horas trabajadas mensuales.
Características:	El sistema debe ser capaz de generar reportes y exportarlos en formatos como CSV.
Descripción del requerimiento:	El sistema permitirá al administrador generar reportes detallados de asistencia, así como calcular las horas trabajadas mensualmente por cada empleado.
Prioridad:	Alta

Tabla 21. RF 005

Número de requerimiento:	RF 005
Nombre:	Soporte para dos cámaras con control de inicio y detención de captura.
Características:	El administrador debe poder iniciar o detener la captura de imágenes de cada cámara de manera independiente.
Descripción del requerimiento:	El sistema debe permitir la gestión independiente de cámaras, habilitando el control de la captura de imágenes. Además, para que la cámara pueda reconocer al sujeto, este debe estar a una distancia máxima de 1 metro, dependiendo las condiciones de luz.
Prioridad:	Alta

Tabla 22. RF 006

Número de requerimiento:	RF 006
Nombre:	Detección y notificación de rostros desconocidos
Características:	El sistema debe ser capaz de detectar, almacenar y notificar cuando se detecte un rostro desconocido.
Descripción del requerimiento:	El sistema debe contar con la capacidad de identificar rostros desconocidos, almacenarlos en la base de datos y generar notificaciones automáticas al detectar la presencia de un rostro no registrado.
Prioridad:	Alta

Tabla 23. RF 007

Número de requerimiento:	RF 007
Nombre:	ConFiguración de umbrales de seguridad y procesamiento de imágenes
Características:	El sistema debe permitir la conFiguración de umbrales de seguridad para detectar accesos no autorizados y procesar imágenes en tiempo real.
Descripción del requerimiento:	El sistema debe proporcionar una interfaz para ajustar los umbrales de seguridad y aplicar algoritmos de procesamiento de imágenes con el fin de identificar personas no autorizadas.
Prioridad:	Alta

Tabla 24. RF 008

Número de requerimiento:	RF 008
Nombre:	Panel de control con información en tiempo real
Características:	El sistema debe contar con un panel de control que muestre los registros en tiempo real.
Descripción del requerimiento:	El sistema debe ofrecer un panel de control interactivo que muestre en tiempo real la hora y salida de los empleados..
Prioridad:	Alta

Requerimientos No Funcionales

Tabla 25. RNF 001

Número de requerimiento:	RNF 001
Nombre:	Tiempo de Respuesta
Características:	El sistema debe mantener tiempos de espera mínimos sin comprometer la precisión
Descripción del requerimiento:	El sistema debe tener un umbral de respuesta definido en segundos para el reconocimiento facial y la validación de entradas y salidas.

Tabla 26. RNF 003

Número de requerimiento:	RNF 002
Nombre:	Compatibilidad con Windows 10
Características:	El sistema debe ser compatible con dispositivos que permitan la administración remota.
Descripción del requerimiento:	El sistema debe ser compatible con Windows 10 y con cámaras, garantizando su integración para una administración remota eficiente.

- **Base de datos**

El Anexo C presenta el modelo de base de datos diseñado para el sistema de control de asistencia. Esta base de datos permite almacenar y organizar información clave de los usuarios, las caras desconocidas, los registros de asistencia, las imágenes capturadas, y los detalles de los empleados.

- **Generación de embeddings**

En la Figura 24 se observa la carga de servicios mtcnn, bdd, tensorflow, pytorch y facemodel.

```
FACENET_MODEL_PATH = "files/facenet_model/20180402-114759.pb"
db = DatabaseManager()
face_detector = MTCNN()
tf.compat.v1.disable_eager_execution()
device = torch.device("cuda" if torch.cuda.is_available() else "cpu")
face_detector = MTCNN(keep_all=True, device=device)
```

Figura 24. Carga de servicios

En la Figura 25 se muestra la detección, alineamiento y variación de fotografías post procesamiento.

```
def detect_faces(image):
    boxes, probs, landmarks = face_detector.detect(image, landmarks=True)
    if boxes is None:
        return []
    faces = [{"box": list(map(int, box)), "landmarks": landmarks[i]} for i, box in enumerate(boxes)]
    return faces

def align_face(image, box, landmarks):
    x, y, w, h = list(map(int, box))
    left_eye, right_eye = landmarks[0], landmarks[1]
    if left_eye[0] > right_eye[0]:
        left_eye, right_eye = right_eye, left_eye
    dx = right_eye[0] - left_eye[0]
    dy = right_eye[1] - left_eye[1]
    angle = np.degrees(np.arctan2(dy, dx))
    center = ((left_eye[0] + right_eye[0]) // 2, (left_eye[1] + right_eye[1]) // 2)
    rot_matrix = cv2.getRotationMatrix2D(center, angle, 1.0)
    aligned_image = cv2.warpAffine(image, rot_matrix, (image.shape[1], image.shape[0]))
    return aligned_image[y:y+h, x:x+w]

def advanced_augment_image(image):
    augmentations = []
    for angle in [-15, 0, 15]:
        (h, w) = image.shape[:2]
        matrix = cv2.getRotationMatrix2D((w // 2, h // 2), angle, 1.0)
        augmentations.append(cv2.warpAffine(image, matrix, (w, h)))
    for alpha, beta in [(0.8, 0), (1.0, 0), (1.2, 0), (1.0, 20)]:
        augmentations.append(cv2.convertScaleAbs(image, alpha=alpha, beta=beta))
    h, w = image.shape[:2]
    augmentations.append(image[5:h-5, 5:w-5])
    augmentations.append(cv2.GaussianBlur(image, (3, 3), 0))
    augmentations.append(cv2.flip(image, 1))
    return augmentations
```

Figura 25. Detección de fotografías

En la Figura 26 se observa la redimensión de imágenes y conversión a formato float32 para el entrenamiento.

```

def preprocess_image(image, required_size=(160, 160)):
    image = cv2.resize(image, required_size)
    image = image.astype("float32")
    mean, std = image.mean(), image.std()
    image = (image - mean) / std
    return np.expand_dims(image, axis=0)

```

Figura26. Pre-procesamiento de imágenes

- **Proceso de reconocimiento facial**

En la Figura 27 se muestra la inicialización de variables de umbrales de modelos de reconocimiento

```

mp_face_detection = mp.solutions.face_detection
face_detector = mp_face_detection.FaceDetection(min_detection_confidence=0.7)
FAIL_PERCENT = 30
detecciones_previas = {}
umbral_movimiento = 30
umbral_frames = 3
FACENET_MODEL_PATH = "files/facenet_model/20180402-114759.pb"

```

Figura27. Inicialización de variables

En la Figura 28 se observa la comparación de embeddings normalizándolo con numpy y carga del modelo facenet para comparación de embedding.

```

def comparar_embeddings(embedding1, embedding2, threshold=SIMILARITY_THRESHOLD):
    if embedding1.shape != (512,) or embedding2.shape != (512,):
        return False, float("inf"), 0.0

    distancia = np.linalg.norm(embedding1 - embedding2)
    similitud = np.dot(embedding1, embedding2)

    # conversión de similitud en porcentaje (ajustando el rango)
    porcentaje_confianza = max(0, min(100, (1 - distancia) * 100))

    return distancia < threshold or similitud > 0.3, distancia, porcentaje_confianza

def load_facenet_model(model_path):
    if not os.path.exists(model_path):
        raise FileNotFoundError(f"El modelo FaceNet no se encontró en: {model_path}")
    try:
        print("🟢 Cargando modelo FaceNet...")
        graph = tf.Graph()
        with graph.as_default():
            with tf.io.gfile.GFile(model_path, "rb") as f:
                graph_def = tf.compat.v1.GraphDef()
                graph_def.ParseFromString(f.read())
                tf.import_graph_def(graph_def, name="")
        print("🟢 FaceNet cargado correctamente.")
        return graph
    except Exception as e:
        raise RuntimeError(f"Error al cargar FaceNet: {e}")

graph = load_facenet_model(FACENET_MODEL_PATH)
sess = tf.compat.v1.Session(graph=graph)

```

Figura28. Comparación de embeddings

En la Figura 29 se muestran los métodos de procesamiento de frames, obtención de embeddings y graficar el contorno sobre el rostro de empleado.

```
def preprocess_image(image, required_size=(160, 160)):
    if image.shape[0] < 160 or image.shape[1] < 160:
        factor = 160 / min(image.shape[0], image.shape[1])
        image = cv2.resize(image, None, fx=factor, fy=factor, interpolation=cv2.INTER_CUBIC)
    image = cv2.resize(image, required_size)
    image = image.astype("float32")
    mean, std = image.mean(), image.std()
    image = (image - mean) / std
    return np.expand_dims(image, axis=0)

def obtener_embedding_facenet(frame, bbox):
    x1, y1, x2, y2 = bbox
    rostro = frame[y1:y2, x1:x2]
    if rostro.shape[0] == 0 or rostro.shape[1] == 0:
        return None
    rostro_preprocesado = preprocess_image(rostro)
    input_tensor = graph.get_tensor_by_name("input:0")
    embeddings_tensor = graph.get_tensor_by_name("embeddings:0")
    phase_train_tensor = graph.get_tensor_by_name("phase_train:0")
    feed_dict = {input_tensor: rostro_preprocesado, phase_train_tensor: False}
    embedding = sess.run(embeddings_tensor, feed_dict=feed_dict)[0]
    return embedding / np.linalg.norm(embedding)

def dibujar_detalle(frame, x1, y1, x2, y2, nombre, confianza, face):
    color = (0, 255, 0) if nombre != "Desconocido" else (0, 0, 255)
    cv2.rectangle(frame, (x1, y1), (x2, y2), color, 2)
    cv2.putText(frame, f"({nombre}) ({confianza:.1f}%)", (x1, y1 - 10), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.9, color, 2)

    # Dibujar barra lateral de confianza
    bar_x = x2 + 10
    bar_y = y1
    bar_height = (y2 - y1)
    confidence_height = int(bar_height * (confianza / 100)) # Escalar según porcentaje

    cv2.rectangle(frame, (bar_x, bar_y), (bar_x + 20, y2), (200, 200, 200), 2) # Contorno
    cv2.rectangle(frame, (bar_x, y2 - confidence_height), (bar_x + 20, y2), color, -1) # Barra de confianza
```

Figura29. Métodos de procesamiento de frames y detección de rostros.

En la Figura 30 se observa los métodos de detección de rostros y validación con los almacenados

```
def procesar_rostro(frame, x1, y1, x2, y2, embeddings_bd, nombres_empleados, umbral_confianza=FAIL_PERCENT):
    embedding_detectado = obtener_embedding_facenet(frame, (x1, y1, x2, y2))
    if embedding_detectado is None:
        return "Desconocido", 0.0

    nombre_detectado = "Desconocido"
    menor_distancia = float("inf")
    confianza_detectada = 0.0

    for embedding_bd, nombre in zip(embeddings_bd, nombres_empleados):
        es_similar, distancia, confianza = comparar_embeddings(embedding_detectado, embedding_bd)

        if es_similar and distancia < menor_distancia:
            menor_distancia = distancia
            nombre_detectado = nombre
            confianza_detectada = confianza

    if confianza_detectada < umbral_confianza:
        return "Desconocido", confianza_detectada

    return nombre_detectado, confianza_detectada

def validar_rostro_desconocido(embedding_detectado, embeddings_bd, nombres_empleados, umbral_confianza=50):
    if embedding_detectado is None:
        return "Desconocido", 0.0

    nombre_detectado = "Desconocido"
    menor_distancia = float("inf")
    confianza_detectada = 0.0

    for embedding_bd, nombre in zip(embeddings_bd, nombres_empleados):
        es_similar, distancia, confianza = comparar_embeddings(embedding_detectado, embedding_bd)

        if es_similar and distancia < menor_distancia:
            menor_distancia = distancia
            nombre_detectado = nombre
            confianza_detectada = confianza

    if confianza_detectada < umbral_confianza:
        return "Desconocido", confianza_detectada

    return nombre_detectado, confianza_detectada
```

Figura30. Métodos de detección de rostros

En la Figura 31 se muestra la inicialización de cámara y carga de embeddings, detecciones de frame con mediapipe, recortar y procesar cada rostro arrojado y filtrar rostros duplicados

```
def reconocimiento_facial():
    print("Iniciando reconocimiento facial...")
    cap = cv2.VideoCapture(0)
    new_embeddings, nombres_empleados = dl.get_embeddings()
    embeddings_bd = [e.copy() for e in new_embeddings if e is not None and e.shape == (512,)]
    gestor_rostros = GestorPersistenciaRostros()

    with concurrent.futures.ThreadPoolExecutor(max_workers=4) as executor:
        while cap.isOpened():
            ret, frame = cap.read()
            if not ret:
                print("⚠ No se pudo capturar el frame.")
                break
            h, w, _ = frame.shape # Obtener dimensiones de la imagen
            frame_rgb = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2RGB)
            results = face_detector.process(frame_rgb)
            faces = results.detections if results.detections else []
            nuevos_rostros = []

            for face in faces:
                bboxC = face.location.data.relative_bounding_box

                x1 = max(int(bboxC.xmin * w) - 10, 0)
                y1 = max(int(bboxC.ymin * h) - 20, 0)
                x2 = min(int((bboxC.xmin + bboxC.width) * w) + 10, w)
                y2 = min(int((bboxC.ymin + bboxC.height) * h) + 20, h)

                #Rostro detectado es muy pequeño, ignorarlo
                if x2 - x1 < 50 or y2 - y1 < 50:
                    continue

                centro_actual = ((x1 + x2) // 2, (y1 + y2) // 2)
                nombre_asignado, confianza_asignada = procesar_rostro(frame, x1, y1, x2, y2, embeddings_bd, nombres_empleados)
                nuevos_rostros[centro_actual] = (nombre_asignado, confianza_asignada)

            rostros_filtrados = gestor_rostros.actualizar_rostros(nuevos_rostros)

            for centro, (nombre_detectado, confianza_detectada, _) in rostros_filtrados.items():
                x1, y1, x2, y2 = centro[0] - 60, centro[1] - 70, centro[0] + 60, centro[1] + 70 # Ajuste tamaño

                x1, y1 = max(x1, 0), max(y1, 0)
                x2, y2 = min(x2, w), min(y2, h)

                dibujar_detalle(frame, x1, y1, x2, y2, nombre_detectado, confianza_detectada, None)
```

Figura 31. Inicialización de cámaras

En la Figura 32 se muestra la distancia euclidiana entre embeddings faciales. Las distancias intra-clase son generalmente menores (concentradas en valores bajos), esto sugiere que el modelo está separando bien las identidades

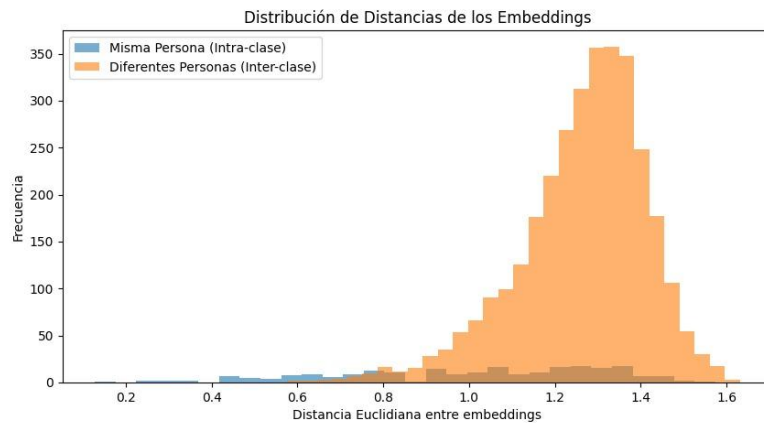


Figura 32. Distancia euclidiana entre embeddings.

En la Figura 33 se observa la reducción de dimensionalidad para visualizar embeddings hay algo de dispersión, lo que indica que el modelo no separa perfectamente a todas las identidades. De igual manera en la Figura 35 se ilustra la generación de embeddings por consola.

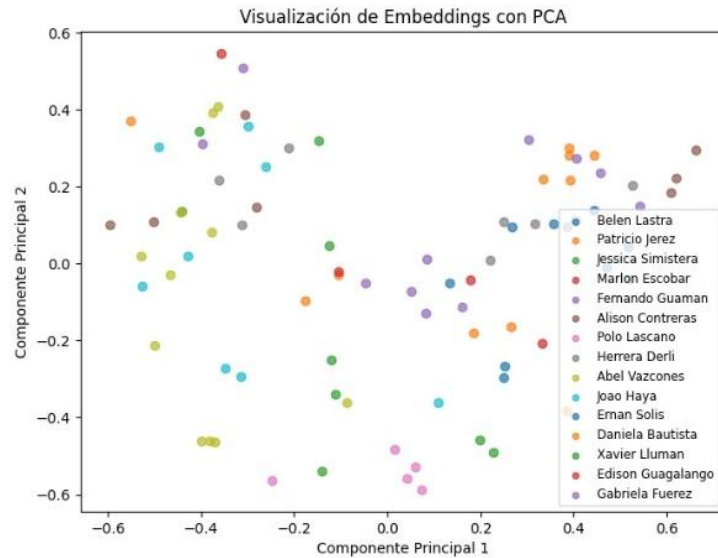


Figura 33. Visualización de embeddings

```
To enable the following instructions: SSE SSE2 SSE3 SSE4.1 SSE4.2 FMA, in other operations, rebuild TensorFlow with the appropriate compiler flags.
Generando embeddings para emp_id=35: 0% | 0/5 [00:00<, ?imagen/s]2
025-02-19 04:39:04.806401: I tensorflow/compiler/mlir/mlir_graph_optimization_pass.cc:388] MLIR V1 optimization pass is not enabled
Generando embeddings para emp_id=35: 20% | 1/5 [00:10<00:43, 10.83s/imagen]d
No se detectaron rostros en la imagen data\data_faces\Media_Nose35\20250217_114703.jpg.
Generando embeddings para emp_id=35: 80% | 4/5 [00:12<00:02, 2.02s/imagen]
Error procesando la imagen data\data_faces\Media_Nose35\20250217_114716_001.jpg: OpenCV(4.11.0) D:\a\opencv-python\opencv-python\opencv\modules\imgproc\src\resize.cpp:4208: error: (-215:Assertion failed) !ssize.empty() in function 'cv::resize'
Generando embeddings para emp_id=35: 100% | 5/5 [00:13<00:00, 2.73s/imagen]
[+] Embedding guardado correctamente para empleado ID 35.
[+] Embedding generado y guardado para el empleado ID 35.
```

Figura 34. Generación de embeddings por consola

5.3.2.3. Pruebas: Las pruebas se realizaron de manera continua a lo largo de todo el proceso de desarrollo.

Tabla 27. Caso de prueba 1


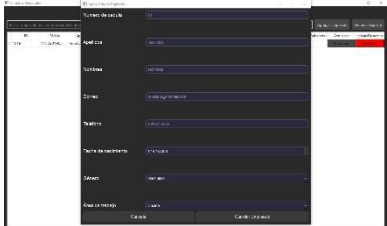
ID/Nombre caso de prueba CP001: Gestión de Empleados		Autores del caso de prueba: Armendaris Karen, Gualichico Santiago		
Versión: 1				
Condición: El usuario debe ingresar como administrador para gestionar empleados.				
Flujo de pasos de prueba				
Nº	Descripción	Resultados esperados	Resultados obtenidos	Imagen
1	Ingresar al módulo de gestión de empleados.	Se muestra la interfaz con la lista de empleados registrados.	La lista se muestra correctamente	
2	Agregar un nuevo empleado	El sistema guarda correctamente la información del nuevo empleado.	El empleado se agrega correctamente	

Tabla 28, Caso de prueba 2

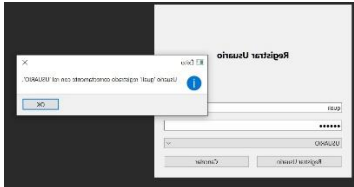
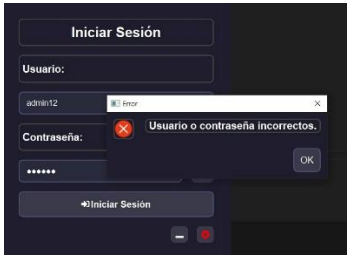
ID/Nombre caso de prueba		Autores del caso de prueba:		
CP002: Almacenamiento seguro de credenciales		Armendaris Karen, Gualichico Santiago		
Versión: 1				
Condición: El sistema debe tener habilitado el cifrado de contraseñas.				
Flujo de pasos de prueba				
Nº	Descripción	Resultados esperados	Resultados obtenidos	Imagen
1	Registrar un nuevo usuario con contraseña	La contraseña se almacena cifrada en la base de datos.	La contraseña se cifra correctamente	
2	Iniciar sesión con credenciales incorrectas	El sistema deniega el acceso y muestra un mensaje de error.	La contraseña es incorrecta por lo que se niega el acceso	

Tabla 29, Caso de prueba 3

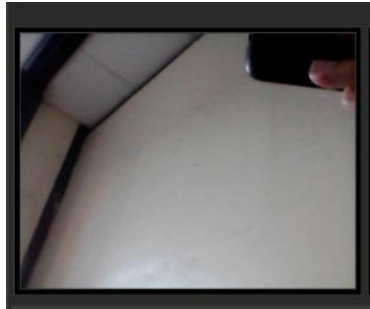
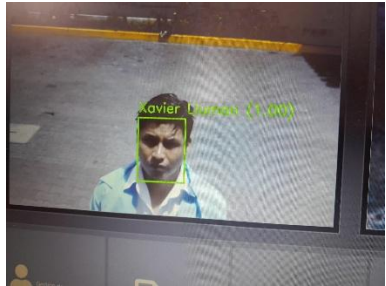
ID/Nombre caso de prueba CP003: Captura y procesamiento de imágenes en tiempo real		Autores del caso de prueba: Armendaris Karen, Gualichico Santiago		
Versión: 1				
Condición: La cámara debe estar conectada y en funcionamiento.				
Flujo de pasos de prueba				
Nº	Descripción	Resultados esperados	Resultados obtenidos	Imagen
1	Activar la captura de imágenes.	La cámara comienza a capturar imágenes en tiempo real.	La cámara se activó correctamente	
2	Verificar la precisión del reconocimiento facial.	El sistema debe identificar correctamente al personal.	El sistema logró una buena precisión en la prueba de reconocimiento facial.	

Tabla 30. Caso de prueba 4



ID/Nombre caso de prueba CP004: Generación de reportes de asistencia y cálculo de horas trabajadas mensuales		Autores del caso de prueba: Armendaris Karen, Gualichico Santiago											
Versión: 1													
Condición: El sistema debe contar con registros de asistencia previos.													
Flujo de pasos de prueba													
Nº	Descripción	Resultados esperados	Resultados obtenidos	Imagen									
1	Generar un reporte de asistencia.	El sistema muestra los registros de asistencia de los empleados.	Se mostraron los registros de asistencia correctamente	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>ID</th> <th>Empleado</th> <th>Fecha</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 219</td> <td>Santiago Gualichico</td> <td>2025-02-24</td> </tr> <tr> <td>2 218</td> <td>Santiago Gualichico</td> <td>2025-02-24</td> </tr> </tbody> </table>	ID	Empleado	Fecha	1 219	Santiago Gualichico	2025-02-24	2 218	Santiago Gualichico	2025-02-24
ID	Empleado	Fecha											
1 219	Santiago Gualichico	2025-02-24											
2 218	Santiago Gualichico	2025-02-24											
2	Exportar el reporte en formato XLSX	Se genera el archivo y se puede descargar.	El archivo se creó correctamente										

Tabla 31. Caso de prueba 5

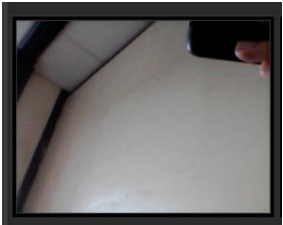
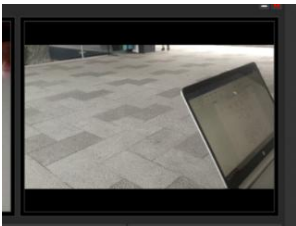
ID/Nombre caso de prueba		Autores del caso de prueba:		
CP005: Soporte para dos cámaras con control de inicio y detención de captura		Armendaris Karen, Gualichico Santiago		
Versión: 1				
Condición: Ambas cámaras deben estar conectadas y configuradas en el sistema.				
Flujo de pasos de prueba				
Nº	Descripción	Resultados esperados	Resultados obtenidos	Imagen
1	Iniciar la captura de imágenes en la primera cámara.	La primera cámara comienza a capturar imágenes sin errores.	La primera cámara captura correctamente	
2	Iniciar la captura de imágenes en la segunda cámara.	La segunda cámara comienza a capturar imágenes sin interferencias con la primera.	La segunda cámara captura correctamente	

Tabla 32. Caso de prueba 6

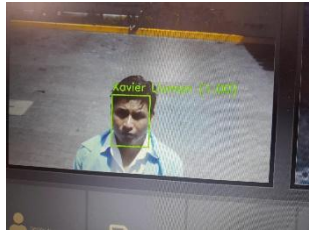

ID/Nombre caso de prueba		Autores del caso de prueba:		
CP005: Detección y notificación de rostros desconocidos		Armendaris Karen, Gualichico Santiago		
Versión: 1				
Condición: La base de datos debe contener registros de empleados con rostros previamente ingresados.				
Flujo de pasos de prueba				
Nº	Descripción	Resultados esperados	Resultados obtenidos	Imagen
1	Iniciar la captura y detección de rostros.	El sistema detecta rostros en tiempo real.	Los rostros se detectaron satisfactoriamente	
2	Enviar una notificación al administrador.	El sistema genera y envía una alerta sobre el rostro desconocido.	Las notificaciones se muestran correctamente	

Tabla 33. Caso de prueba 7

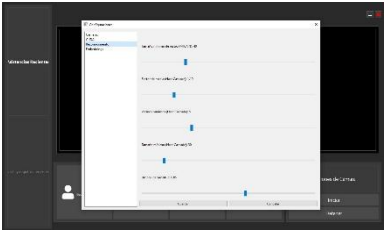
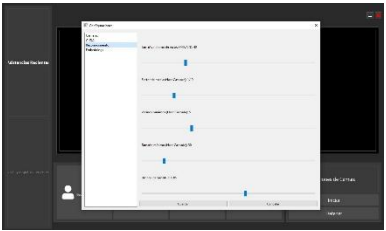
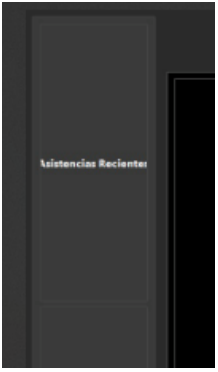

ID/Nombre caso de prueba		Autores del caso de prueba:		
CP005: Configuración de umbrales de seguridad y procesamiento de imágenes		Armendaris Karen, Gualichico Santiago		
Versión: 1				
Condición: El usuario debe tener acceso a la configuración del sistema.				
Flujo de pasos de prueba				
Nº	Descripción	Resultados esperados	Resultados obtenidos	Imagen
1	Acceder al módulo de configuración de seguridad.	Se muestra la interfaz con opciones de ajuste de umbrales.	La configuración de ajustes se muestra satisfactoriamente	
2	Modificar el umbral de reconocimiento facial.	El sistema guarda y aplica la nueva configuración.	Se pudo modificar la configuración correctamente	

Tabla 34. Caso de prueba 8

ID/Nombre caso de prueba		Autores del caso de prueba:		
CP005: Panel de control con información en tiempo real		Armendaris Karen, Gualichico Santiago		
Versión: 1				
Condición: El sistema debe estar en funcionamiento y recibir datos en tiempo real.				
Flujo de pasos de prueba				
Nº	Descripción	Resultados esperados	Resultados obtenidos	Imagen
1	Acceder al panel de control del sistema.	Se muestra el panel con datos en tiempo real.	El panel de datos se muestra correctamente	
2	Verificar la actualización automática de datos.	La información se actualiza en tiempo real sin necesidad de recargar la página.	La información se actualizo correctamente	

5.3.3. Evaluación del sistema

Para evaluar el rendimiento del sistema de reconocimiento facial, se realizaron pruebas con un total de doce empleados durante las pruebas el sistema fue capaz de reconocer correctamente a diez de ellos, no obstante, dos personas no fue reconocida de manera adecuada. Por lo que se observó que la iluminación desempeña un papel crucial en el rendimiento del sistema, ya que a menor iluminación el sistema logró un mejor reconocimiento. Esto puede deberse a que la menor luz genera un mayor contraste en las características faciales, lo que facilita la identificación de los rasgos importantes por parte del algoritmo.

Las pruebas se realizaron utilizando diferente iluminación, poses de los participantes y expresiones faciales. Los resultados mostraron que, en condiciones de alta iluminación, el sistema mostró una menor precisión, mientras que, en condiciones de luz tenue, el reconocimiento fue más efectivo.

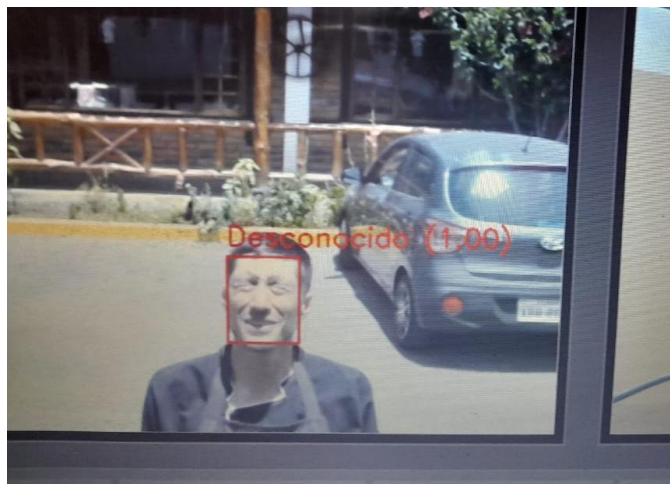


Figura 35. Persona no reconocida por condiciones de iluminación

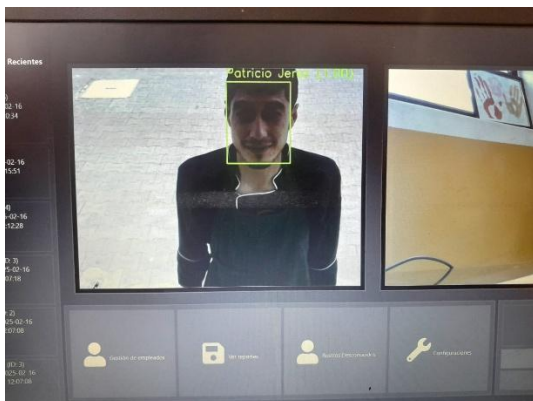


Figura 36. Persona reconocida correctamente por condiciones de iluminación

5.3.3.1. Cálculo del porcentaje de éxito

$$\text{Porcentaje de éxito} = \left(\frac{\text{Numero de reconocimientos correctos}}{\text{Total de personas}} \right) * 100$$

$$\text{Porcentaje de éxito} = \left(\frac{10}{12} \right) * 100$$

$$\text{Porcentaje de éxito} = 83.33\%$$

El sistema tuvo un 83.33% de efectividad en el reconocimiento facial en las condiciones probadas.

5.3.4. Especificación del equipo

Componente	Especificaciones	Cantidad Requerida
Computadora	Procesador Intel i5 o superior, 8GB de RAM, 500GB de almacenamiento	1
Almacenamiento (Disco duro SSD)	Disco SSD de 500GB o superior	1
Fuente de alimentación	Fuente de alimentación de 600W o superior	1
Memoria RAM	Memoria RAM de 8GB DDR4	1
Procesador	Procesador Intel Core i5 o superior, 4 núcleos	1

5.3.5. Estimación de Costos

Tabla 35. Gastos Directos

Estimación de costos				
Gastos Directos				
Actividad/Recursos	Cantidad	Unidad	V. Unitario	V. Total
Lapto HP	2	Unidad	680.00	1360.00
Internet	12	Meses	30.00	360.00
Camaras	2	Unidad	50.00	100.00
Cables y Accesorios	5	Unidad	20.00	100.00
TOTAL				1920.00

Tabla 36. Gastos Indirectos

Estimación de Costos				
Gastos Indirectos				
Recursos	Cantidad	Unidad	V.Unitario	V.Total
Transporte	6	meses	80.00	480.00
Alimentación	6	meses	50.00	300.00
Gastos Imprevistos	6	meses	100.00	600.00
TOTAL				1,380.00

Tabla 37. Gasto Total

Estimación de Costos	
Gasto Total	
Gastos	V. Total
Directos	1,920.00
Indirectos	1,380.00
TOTAL GASTOS	3,300.00

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.3. Conclusiones

- El análisis de tecnologías, algoritmos de reconocimiento facial y lenguajes de programación permitió seleccionar las herramientas más adecuadas para diseñar un sistema eficiente. Este estudio sirvió como base para tomar decisiones en el desarrollo del sistema, asegurando que sea viable y funcional.
- El análisis de las necesidades específicas de la hostería facilitó el diseño de funcionalidades que se ajustan a los procesos operativos del personal. Esto garantiza que el sistema sea eficiente en el reconocimiento facial, además de ser práctico y adaptable a las condiciones reales de la institución.
- El uso de herramientas avanzadas como OpenCV y TensorFlow en la implementación del sistema dio como resultado un producto altamente preciso en el reconocimiento facial, asegurando la fiabilidad en el control de asistencia. Esto optimiza la gestión del personal, minimiza los errores humanos y acelera los procesos administrativos en la hostería.

6.4. Recomendaciones

- Mantenerse actualizado con las publicaciones científicas más recientes y de alto impacto para identificar nuevas herramientas, metodologías y mejoras que puedan ser incorporadas al sistema y garantizar su eficiencia a largo plazo.
- Es importante llevar a cabo evaluaciones regulares en la hostería para identificar posibles cambios en los procesos operativos del personal y realizar los ajustes necesarios en las funcionalidades del sistema, asegurando que siga siendo práctico y adaptado a las condiciones reales.
- Realizar un mantenimiento del sistema y actualizar las bibliotecas y frameworks como OpenCV y TensorFlow, a fin de mantener la precisión en el reconocimiento facial, minimizar errores y seguir mejorando la gestión del personal y los procesos administrativos.

7. REFERENCIAS

- [1] J. A. CORTÉS OSORIO, F. A. MEDINA AGUIRRE y MURIEL, «Sistemas de seguridad basados en biometría,,» *Scientia Et Technica*, vol. 17, nº 46, pp. 98-102, 2010.
- [2] J. C. Alegretti y L. B. Berruezo, «Aplicación Actual de los,,» *Skopein*, vol. II, nº 5, 2014.
- [3] J. A. CORTÉS OSORIO, F. A. MEDINA AGUIRRE y MURIEL, «SISTEMAS DE SEGURIDAD BASADOS EN BIOMETRÍA,,» *Scientia Et Technica*, vol. XVII, nº 46, pp. 98-102, 2010.
- [4] D. Suarez y T. Guarda, «Sistemas Biométricos aplicados en smartphones,,» *risti*, nº 17, pp. 25-31, 2018.
- [5] E. P. M. Vega, «Desarrollo de un sistema de control de acceso de personal empleando,,» pp. 35-40, 2021.
- [6] E. Connect, «Inteligencia Artificial en entornos sanitarios. Tipos de algoritmos de 'machine learning',» de *Elservier*, 2020.
- [7] J. A. L. O. Sánchez, M. E. O. Samper y D. G. O. .. Colomé, «Predicción a corto plazo de sistemas de medición inteligentes mediante arquitecturas de aprendizaje profundo multivariable y multipaso,,» *Scielo*, vol. 21, nº 1, pp. 153 - 164, 2024.
- [8] R. N. Artificiales, «Redes Neuronales Artificiales,,» Universidad de Valparaíso. , .
- [9] F. Izaurieta y C. Saavedra, «Redes Neuronales Artificiales,,» Universidad de Concepción, Chile.

- [10] S. Latifi, «17th International Conference on Information Technology–New Generations (ITNG 2020),» *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 1134, 2020.
- [11] O. H. Are, «Machine learning for libraries with Python libraries: practical case in the Library of Congress of Chile,» *Scielo*, vol. 2, 2018.
- [12] E. Lliguin y D. Pacheco, «Análisis comparativo de tecnologías de interfaz natural de usuario: caso de estudio Reconocimiento de Voz y Gestos,» Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)., Latacunga, 2022.
- [13] P. Rodríguez, «Aprendizaje automático en dispositivos electrónicos empotrados,» Universidad de Sevilla, 2020.
- [14] O. Gómez Baryolo, «SOLUCIÓN INFORMÁTICA DE AUTORIZACIÓN EN ENTORNOS MULTIENTIDAD Y MULTISISTEMA.,» *UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS*, 2012.
- [15] G. X. Yanza-Saca, «Microservicio web para la detección de rostros,» *Journal ScientificMQRInvestigar* , vol. VII, nº 3, 2023.
- [16] J. Cugnon, C. Volant y S. Vuillier, «Improved intranuclear cascade model for nucleon-nucleus interactions,» *Science Direct*, vol. 620, nº 4, pp. 475-509, 1997.
- [17] D. D. a. D. K. A. Biryukov, «Argon2: New Generation of Memory-Hard Functions for Password Hashing and Other Applications,» *2016 IEEE European Symposium on Security and Privacy (EuroS&P)*, vol. 10, pp. 292-302, 2016.
- [18] J. L. a. W. G. N. Zhang, «Research on Face Detection Technology Based on MTCNN,» *2020 International Conference on Computer Network, Electronic and Automation (ICCNEA)*, pp. 154-158, 2020.

- [19] H. Pavel Novoa y J. C. Jacob Reyes, «Aplicación móvil inteligente para asistir el registro de actividades académicas en sistemas biométricos: una experiencia universitaria en el Ecuador,» *Scielo*, vol. 11, nº 2, 2019.
- [20] E. R. Escartín, «LA REALIDAD VIRTUAL, UNA TECNOLOGÍA EDUCATIVA A,» Instituto Superior Politécnico “José A. Echeverría”, Cuba, 2020.
- [21] H. K. & M. Skarin, Kanban y Scrum – obteniendo lo mejor de ambos, C4Media,, 2010.
- [22] J. Santamaría y H. Javier, «SQL SERVER VS MySQL,» 2016.
- [23] J. Ramos Guardarrama, O. Hernández y R. .. Silverio, «Sistema de supervisión para el monitoreo de redes eléctricas inteligentes,» *Scielo*, vol. 40, nº 3, 2019.