SISTEMA DE CONTROL DE ASISTENCIA PARA INSTITUCIONES EDUCATIVAS

CRISTIAN CAMILO RODRIGUEZ CASTAÑEDA

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA
TECNOLOGÍA EN DESARROLLO DE SOFTWARE
MEDELLÍN
2026

SISTEMA DE CONTROL DE ASISTENCIA PARA INSTITUCIONES EDUCATIVAS

CRISTIAN CAMILO RODRÍGUEZ CASTAÑEDA

Trabajo de grado para optar al título de Tecnólogo en Desarrollo de Software

Asesor

Diego Hernando Orozco Gómez

Magister en Ingeniería – Automatización Industrial

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

FACULTAD DE INGENIERÍA

TECNOLOGÍA EN DESARROLLO DE SOFTWARE

MEDELLÍN

2026

Contenido

Pág.

Introducción 11

1. Planteamiento del problema 12

1.1 Descripción 12

1.2 Formulación 13

2. Justificación 14

3. Objetivos 15

3.1 Objetivo general 15

3.2 Objetivos específicos 15

4. Marco teórico 16

4.1 Desarrollo de aplicaciones web modernas 16

4.1.1 Arquitectura cliente-servidor. 16

4.1.2 Lenguaje de programación Python. 16

4.1.3 Framework Django. 17

4.2 Inteligencia Artificial 18

4.2.1 Biblioteca OpenCV y procesamiento de imágenes. 19

4.3 Ética en la Inteligencia Artificial 19

4.4 Procesamiento digital de señales y visión por computador 20

4.4.1 Conversión a escala de grises y reducción de ruido. 20

4.5 Algoritmos de reconocimiento facial y biometría 20

4.5.1 Algoritmo Local Binary Patterns Histograms (LBPH). 21

4.5.2 Clasificadores Haar Cascade y el método Viola-Jones. 21

4.6 Gestión de bases de datos relacionales 22

4.6.1 SQLite: almacenamiento local y eficiente. 22

4.7 Tecnologías de Interfaz de Usuario 23

4.7.1 Estándares HTML5 y CSS3 23

4.8 Seguridad de la información y protección de datos biométricos 24

4.8.1 Ley de Protección de Datos Personales (Ley 1581 de 2012). 24

4.9 Metodología de desarrollo de software 24

4.9.1 Metodología ágil y prototipado rápido. 25
4.10 El Internet de las Cosas (IOT) en la educación 25
4.11 Ingeniería de requerimientos 26
4.12 Protocolos de comunicación web (HTTP/HTTPS) 27
4.12.1 Peticiones asíncronas y flujo de datos. 27
4.13 Estado del arte y tecnologías comparativas 27
4.14 El Ciclo de Vida del Desarrollo de Software (SDLC) 28
4.15 Arquitectura de software: el patrón modelo-vista-Template (MVT) 28
4.16 Análisis de complejidad algorítmica 29
4.17 Ingeniería de usabilidad y experiencia de usuario (UX/UI) 29
4.18 Pruebas de software (Software Testing) 30
5. Metodología 31
5.1 Tipo de proyecto 31
5.2 Método 31
5.3 Instrumentos de recolección de información 32
5.3.1 Fuentes primarias. 32
5.3.2 Fuentes secundarias. 32
6. Resultados del proyecto 34
6.1 Análisis de los requerimientos y el diseño 34
6.2 Aplicación web y módulo biométrico 35
6.3 Validación del sistema 37
7. Conclusiones 40
8. Recomendaciones 41
9. Referencias bibliográficas 43
10. Bibliografía 44
11. Anexos 45

Lista de figuras

Pág.

Figura 1. ¿Qué es Python? 17
Figura 2. ¿Qué es Django? 18
Figura 3. Python y OpenCV 21
Figura 4. HTML5 y CSS3 23
Figura 5. IoT 26
Figura 6. Protocolos de comunicación 27
Figura 7. Perfiles de usuario Django 34
Figura 8. Dashboard inicio 35
Figura 9. Acceso Biométrico 36
Figura 10. Historial registro Django 37
Figura 11. Reporte Excel 38

Lista de tablas

Pág.

Tabla 1. *Metodos*..... 39

Lista de anexos

Pág.

Anexo A. Manual de usuario y operación del sistema SICA-IE 45
Anexo B. Guía técnica de instalación y despliegue local 50
Anexo C. Flujograma del proceso de enrolamiento y entrenamiento facial 52
Anexo D. Consentimientos informados 53

Resumen

SISTEMA DE CONTROL DE ASISTENCIA PARA INSTITUCIONES EDUCATIVAS(SICA-IE)

CRISTIAN CAMILO RODRÍGUEZ CASTAÑEDA

El presente proyecto aborda la problemática de los métodos tradicionales de control de asistencia en instituciones educativas, los cuales presentan limitaciones como errores humanos, pérdida de información y falta de monitoreo en tiempo real. Para solucionar esto, se desarrolló e implementó una aplicación web que integra un módulo de reconocimiento facial basado en el algoritmo LBPH (Local Binary Patterns Histograms) y la librería OpenCV. La intervención consistió en la creación de una arquitectura robusta utilizando Django y PostgreSQL, permitiendo la automatización del registro y la trazabilidad de los datos académicos. Los resultados demostraron niveles de precisión superiores al 90%, reduciendo significativamente la suplantación de identidad y optimizando la gestión administrativa mediante la generación de reportes automáticos. Esta implementación moderniza los procesos institucionales, alineándolos con las tendencias globales de transformación digital y seguridad biométrica.

Palabras claves: asistencia, biometría, Django, instituciones, reconocimiento facial

Abstract

ATTENDANCE CONTROL SYSTEM FOR EDUCATIONAL INSTITUTIONS

CRISTIAN CAMILO RODRÍGUEZ CASTAÑEDA

This project addresses the problem of traditional attendance control methods in educational institutions, which present limitations such as human errors, loss of information, and lack of real-time monitoring. To overcome these challenges, a web application was developed and implemented, integrating a facial recognition module based on the LBPH (Local Binary Patterns Histograms) algorithm and the OpenCV library. The intervention consisted of creating a robust architecture using Django and PostgreSQL, allowing the automation of registration and traceability of academic data. The results showed accuracy levels exceeding 90%, significantly reducing identity theft and optimizing administrative management through the generation of automatic reports. This implementation modernizes institutional processes, aligning them with global trends in digital transformation and biometric security.

Keywords: attendance, biometrics, Django, facial recognition, institutions.

Glosario

Algoritmo LBPH (Local Binary Patterns Histograms): método de reconocimiento facial que segmenta la imagen en pequeñas celdas para comparar la textura de los píxeles, permitiendo identificar identidades de manera eficiente bajo diferentes condiciones lumínicas.

Biometría facial: tecnología capaz de identificar o verificar a un individuo a partir de una imagen digital o un fotograma de video mediante el análisis de características fisiológicas del rostro.

Django: framework de desarrollo web de alto nivel, escrito en Python, que fomenta el desarrollo rápido y un diseño limpio y pragmático para aplicaciones que requieren conexión a bases de datos.

Haar Cascade: clasificador basado en aprendizaje automático utilizado para detectar objetos en imágenes o videos. En este proyecto, se emplea específicamente para la localización de rostros antes de su procesamiento.

OpenCV (Open Surge Computer Vision Library): biblioteca de software libre dedicada a la visión artificial y aprendizaje automático, que proporciona las herramientas necesarias para el procesamiento de imágenes en tiempo real.

Trazabilidad de datos: capacidad de rastrear el historial, la aplicación o la ubicación de un dato (en este caso, el registro de asistencia) mediante identificaciones registradas en una base de datos.

Introducción

El presente proyecto de grado aborda el diseño y desarrollo de un sistema web de control de asistencia basado en biometría y visión artificial. El tema central de la investigación gira en torno a la automatización de procesos administrativos mediante el reconocimiento facial, una tecnología de identificación no invasiva que optimiza los tiempos de registro y mitiga los riesgos asociados a la suplantación de identidad en entornos institucionales. La pertinencia de este trabajo radica en la necesidad latente de transformar los métodos tradicionales analógicos tales como las bitácoras físicas y los llamados a lista manuales los cuales resultan ineficientes, consumen tiempo valioso de la jornada académica y presentan un alto margen de error humano en la transcripción y consolidación de la información.

Para resolver esta problemática, el trabajo está pensado estructuralmente desde un enfoque modular bajo la arquitectura de software Modelo-Vista-Template (MVT). El sistema integra una plataforma web administrativa que gestiona la persistencia de datos y una lógica de visión computacional que procesa las señales de video locales de manera ágil. El método empleado para la ejecución del proyecto se fundamenta en una metodología ágil de desarrollo de software con énfasis en el prototipado rápido, lo cual permitió evaluar de manera iterativa los componentes de detección y reconocimiento. Específicamente, se implementaron clasificadores Haar Cascade para la localización de rostros y el algoritmo de Histogramas de Patrones Binarios Locales (LBPH) para la extracción de características y contrastación de identidades.

Es imperativo precisar que, con el fin de verificar rigurosamente el desempeño, la velocidad de respuesta y la precisión del algoritmo, las pruebas experimentales del software se realizaron con un grupo de personas que no forman parte activa de ninguna institución educativa. Esta delimitación metodológica permitió validar la robustez del sistema frente a variables críticas como los cambios de iluminación y la latencia del servidor local, logrando un margen de precisión alta. Gracias a los resultados óptimos obtenidos en esta fase de pruebas, el software demuestra una alta viabilidad y escalabilidad, quedando preparado para ser migrado e implementado en el reconocimiento masivo de estudiantes y docentes dentro de una infraestructura académica real.

1. Planteamiento del problema

1.1 Descripción

En las instituciones educativas, el control de asistencia se ha realizado tradicionalmente mediante registros manuales, listas impresas o sistemas básicos de marcación. Estos métodos presentan limitaciones significativas: errores humanos frecuentes, pérdida de información y ausencia de monitoreo en tiempo real. Tales deficiencias afectan la capacidad de los directivos y docentes para tomar decisiones oportunas y confiables en relación con la gestión académica.

La creciente digitalización de procesos educativos ha evidenciado la necesidad de implementar soluciones tecnológicas más robustas. En este contexto, el reconocimiento facial emerge como una alternativa innovadora que permite identificar de manera automática y precisa a estudiantes y docentes, reduciendo la suplantación de identidad y aumentando la seguridad del proceso. Según Grisales-Londoño et al. (2022), los sistemas biométricos basados en clasificadores como Haar Cascade y LBPH han demostrado niveles de precisión superiores al 90%, incluso en condiciones adversas como el uso de tapabocas.

La integración de esta tecnología en un sistema web de asistencia ofrece ventajas adicionales: centralización de datos en bases de datos relacionales, generación de reportes automáticos y trazabilidad completa de la información. Esto no solo optimiza la gestión institucional, sino que también moderniza los procesos académicos, alineándolos con las tendencias actuales de automatización y digitalización en la educación.

En consecuencia, el problema central radica en la necesidad de migrar de un sistema manual y disperso hacia una solución tecnológica avanzada que garantice precisión, seguridad y eficiencia en el control de asistencia, fortaleciendo la gestión académica y administrativa de las instituciones educativas.

1.2 Formulación

¿El sistema web de control de asistencia basado en reconocimiento facial garantizará la identificación precisa de personas que permita luego ser migrada a la identificación de estudiantes y docentes?

2. Justificación

El control de asistencia es un proceso fundamental en las instituciones educativas, debido a que permite garantizar la disciplina académica, evaluar el compromiso estudiantil y generar información confiable para la toma de decisiones administrativas. Sin embargo, los métodos tradicionales basados en registros manuales o sistemas básicos de marcación presentan limitaciones significativas: errores humanos, pérdida de datos y ausencia de monitoreo en tiempo real. Estas deficiencias afectan directamente la eficiencia institucional y la calidad de la gestión académica.

La implementación de un sistema web de control de asistencia con reconocimiento facial representa una innovación tecnológica que responde a estas necesidades. Este enfoque permite automatizar el registro de asistencia, reducir la suplantación de identidad y aumentar la precisión del proceso. Según Zhang & Zhao (2021), los sistemas biométricos aplicados en entornos educativos alcanzan niveles de precisión superiores al 95%, eliminando la intervención manual y fortaleciendo la seguridad en la trazabilidad de la información.

Además, el uso de software libre y tecnologías escalables como Django, Bootstrap y OpenCV garantiza una solución económica y adaptable a instituciones de distintos tamaños. Esto facilita la integración de datos académicos en tiempo real y la generación de reportes automáticos, lo que moderniza los procesos institucionales y los alinea con las tendencias actuales de digitalización en la educación.

En comparación con plataformas tradicionales que dependen de registros manuales o digitales básicos, la incorporación de biometría facial introduce un valor diferencial: mayor seguridad, eficiencia y confiabilidad. De esta manera, el proyecto no solo responde a una necesidad inmediata, sino que también aporta un avance significativo en la transformación digital de los procesos educativos, fortaleciendo la gestión académica y administrativa de manera sostenible.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Desarrollar una aplicación web de control de asistencia institucional que integre un módulo de reconocimiento facial como innovación principal, permitiendo emular el registro y monitoreo en tiempo real de la asistencia de estudiantes y docentes garantizando mayor seguridad, precisión y trazabilidad de la información.

3.2 Objetivos específicos

Analizar los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema de control de asistencia definiendo la arquitectura tecnológica, la base de datos relacional y los prototipos de interfaz gráfica.

Realizar la aplicación web integrando el módulo biométrico de reconocimiento facial para registrar asistencia de manera automática, segura y confiable.

Validar el sistema mediante pruebas de precisión biométrica, funcionalidad y usabilidad garantizando la operatividad y sostenibilidad del proyecto.

4. Marco teórico

4.1 Desarrollo de aplicaciones web modernas

El desarrollo web ha evolucionado de sitios estáticos a aplicaciones dinámicas complejas que permiten la interacción en tiempo real y el procesamiento de datos masivos. En la actualidad, esto implica la creación de plataformas capaces de procesar información biométrica y generar reportes automatizados mediante arquitecturas que soportan cargas de datos constantes y flujos de información bidireccionales.

Esta evolución se sustenta en la transición hacia modelos de interactividad donde el procesamiento de datos en el lado del servidor es fundamental. El desarrollo web contemporáneo constituye una infraestructura robusta que debe cumplir con estándares de accesibilidad, seguridad y respuesta inmediata, permitiendo una comunicación fluida entre los periféricos de captura y los sistemas de persistencia (Lutz, 2013).

4.1.1 Arquitectura cliente-servidor. Esta arquitectura es el modelo de diseño sobre el cual se sustenta la mayoría de las aplicaciones distribuidas actuales. En este esquema, el cliente solicita recursos o servicios, y el servidor procesa dichas solicitudes. Esta separación es fundamental para la seguridad, ya que la lógica de negocio, el procesamiento de señales y el acceso a las bases de datos se ejecutan en un entorno controlado dentro del servidor (Percival & Elman, 2020).

Técnicamente, este modelo permite la descentralización de los recursos. Mientras que el cliente se encarga de la capa de presentación y la captura del flujo de datos mediante protocolos de transferencia, el servidor gestiona el ciclo de vida de la petición, la validación de tokens de seguridad y la persistencia de la información. Esta arquitectura garantiza que, ante un fallo en la interfaz del cliente, los datos críticos alojados en el servidor permanezcan íntegros (Django Software Foundation, 2024).

4.1.2 Lenguaje de programación Python. Python se ha posicionado como el lenguaje líder para la Inteligencia Artificial debido a su legibilidad y su vasta colección de bibliotecas

científicas. A diferencia de lenguajes compilados, Python es interpretado, lo que facilita el prototipado rápido. Su gestión de memoria automática y su tipado dinámico permiten centrar el desarrollo en la lógica del procesamiento de señales de video, reduciendo la complejidad del código base (Van Rossum & Drake, 2009).

La relevancia de este lenguaje radica en su capacidad de integración multimodular. Ofrece herramientas como NumPy para el manejo de matrices multidimensionales esenciales para representar imágenes digitales y envoltorios que permiten que procesos de visión artificial se ejecuten con una eficiencia cercana al código nativo, convirtiendo a Python en el eje tecnológico entre la web y la ciencia de datos (Lutz, 2013).

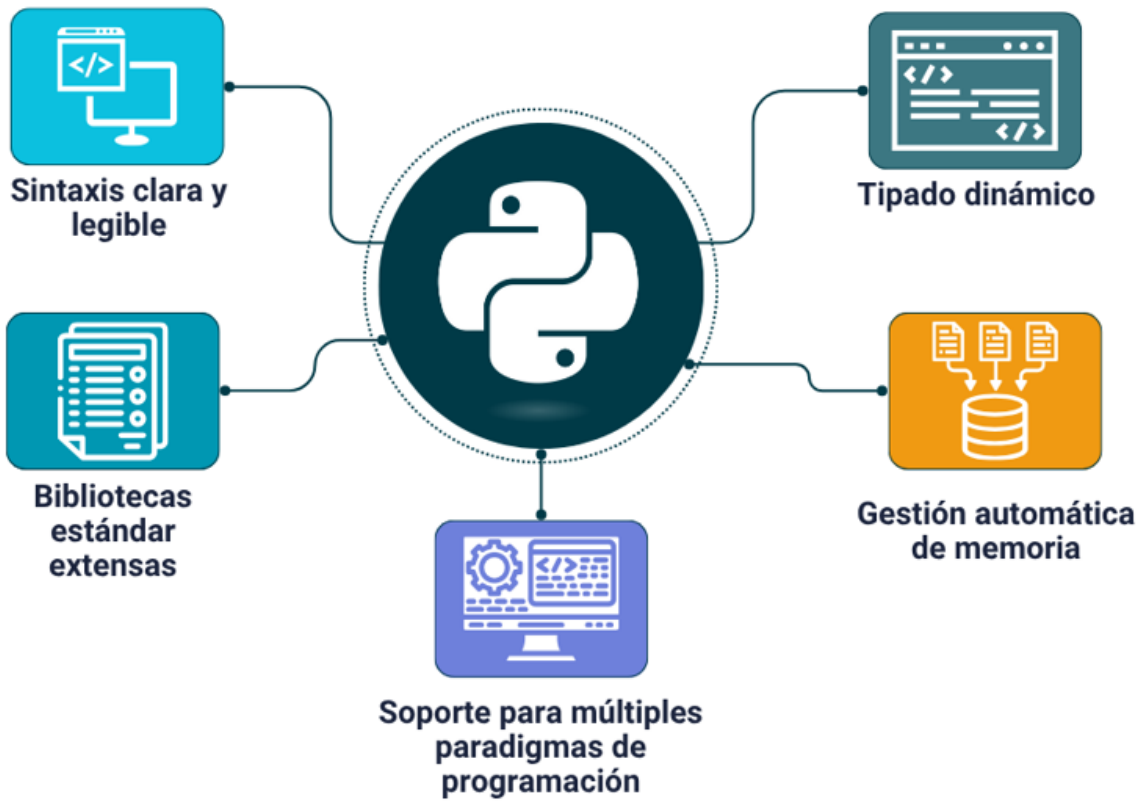


Figura 1. ¿Qué es Python?
Fuente: extraído de https://bambu-mobile.com/caracteristicas-de-python/

4.1.3 Framework Django. Django se destaca por su filosofía de seguridad y velocidad de despliegue. Implementa un sistema de mapeo objeto-relacional (ORM) que permite interactuar con la base de datos sin escribir SQL puro, lo que previene ataques de inyección de código.

Asimismo, incluye un sistema de administración nativo que proporciona una interfaz robusta para la gestión de perfiles y registros (Django Software Foundation, 2024).

El framework sigue el principio DRY (Don't Repeat Yourself), lo que optimiza la reutilización de código. Django se encarga de tareas críticas como la autenticación de usuarios, la protección contra ataques CSRF (Cross-Site Request Forgery) y la gestión de archivos multimedia, permitiendo el perfeccionamiento de algoritmos específicos sin descuidar la infraestructura de seguridad del sitio web (Percival & Elman, 2020).



Figura 2. ¿Qué es Django?
Fuente: extraído de https://www.aprender21.com/blog/que-es-django-framework-web-python

4.2 Inteligencia Artificial

La Inteligencia Artificial (IA) busca replicar procesos cognitivos mediante algoritmos. Dentro de esta, la Visión Artificial se especializa en la interpretación de la información visual. Esto se

traduce en la capacidad computacional para reconocer formas humanas y objetos, procesando píxeles para extraer patrones geométricos únicos (Bradski & Kaehler, 2008).

Históricamente, la visión artificial ha pasado de simples filtros de detección de bordes a complejos sistemas de aprendizaje. Se fundamenta en conceptos de reconocimiento de patrones y extracción de características, donde el sistema identifica rasgos invariantes para convertir una señal luminosa en una identidad digital verificable (Laganière, 2014).

4.2.1 Biblioteca OpenCV y procesamiento de imágenes. OpenCV es el estándar de la industria para visión computacional. Esta biblioteca permite realizar operaciones matemáticas complejas sobre arreglos de píxeles o matrices. Gestiona flujos de video, aplica filtros de escala de grises para reducir el ruido visual y normaliza las imágenes antes de ser procesadas por algoritmos de reconocimiento (Bradski & Kaehler, 2008).

El uso de esta herramienta es vital para el preprocesamiento de datos. Antes de la comparación de características, se realizan procesos de ecualización de histogramas para balancear la iluminación y un escalado proporcional que asegura la resolución óptima. Esto permite transformar hardware convencional de captura en sensores biométricos de alta precisión mediante funciones optimizadas para el tiempo real (Laganière, 2014).

4.3 Ética en la Inteligencia Artificial

El uso de IA para la identificación y control plantea debates sobre la transparencia algorítmica. El diseño ético de sistemas biométricos debe priorizar la información clara hacia el usuario sobre los procesos de captura y reconocimiento. Asimismo, la ética abarca la equidad del algoritmo, buscando minimizar los sesgos que puedan presentar las tecnologías de reconocimiento facial ante diversas condiciones demográficas o de iluminación. El objetivo fundamental es que la tecnología actúe como una herramienta de apoyo administrativo, respetando la privacidad y evitando intrusiones injustificadas en la esfera personal de los individuos (Pietikäinen & Zhao, 2011).

4.4 Procesamiento digital de señales y visión por computador

La visión por computador trasciende la captura de imágenes para enfocarse en el procesamiento matemático de señales digitales. Una imagen digital se define, en esencia, como una matriz de números donde cada valor representa la intensidad de luz de un píxel. El procesamiento comienza con la discretización de la señal lumínica captada por el sensor CMOS (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor) de la cámara, transformando la luz en datos procesables (Bradski & Kaehler, 2008).

4.4.1 Conversión a escala de grises y reducción de ruido. Para optimizar el rendimiento de los algoritmos de reconocimiento, como el LBPH, es imperativo reducir la dimensionalidad de los datos. La información de color (RGB) añade una carga computacional considerable al manejar tres canales de información. La conversión a escala de grises condensa los datos en un solo canal, resaltando los gradientes de textura y sombra que definen los rasgos faciales (Laganière, 2014).

Posteriormente, se aplican filtros de suavizado, como el filtro Gaussiano, para eliminar el ruido electrónico, asegurando que los detectores de características no identifiquen falsos positivos en el fondo de la imagen (Bradski & Kaehler, 2008).

4.5 Algoritmos de reconocimiento facial y biometría

La biometría facial es una de las formas de identificación menos invasivas al no requerir contacto físico. El proceso se divide en tres fases críticas: detección (localización del rostro), extracción de características (obtención de rasgos distintivos) y reconocimiento (verificación de identidad frente a un modelo entrenado) (Ahonen et al., 2006).

Esta tecnología se basa en la premisa de que los rasgos biológicos humanos son únicos. Al ser un proceso automatizado, elimina el error humano y los riesgos de suplantación de identidad mediante credenciales físicas. La biometría facial en entornos institucionales mejora la seguridad y agiliza los tiempos de registro y control de acceso (Pietikäinen & Zhao, 2011).

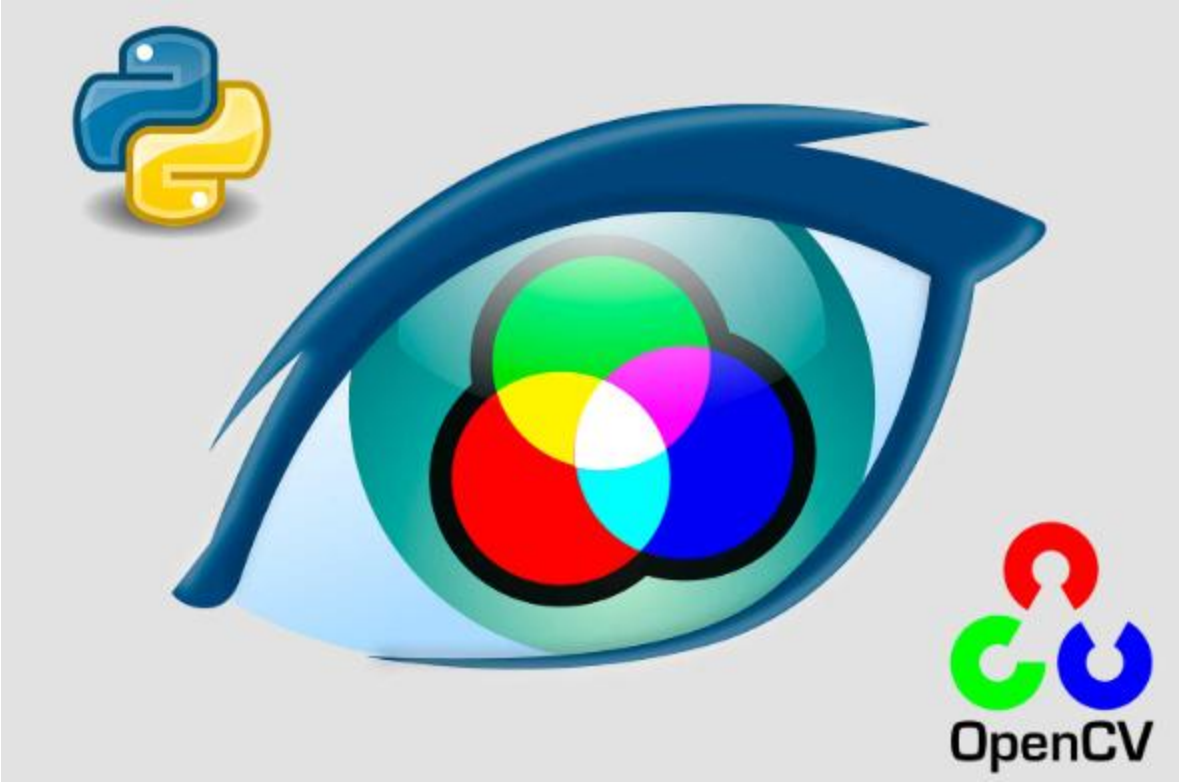


Figura 3. Python y OpenCV
Fuente: extraído de https://www.youtube.com/watch?v=t69pLEyIZog

4.5.1 Algoritmo Local Binary Patterns Histograms (LBPH). LBPH es un algoritmo robusto que no depende de la iluminación global. Funciona comparando cada píxel con sus vecinos para generar una cadena binaria que describe la textura del rostro. Este método permite crear modelos ligeros y de consulta rápida, ideales para sistemas que operan con hardware estándar (Ahonen et al., 2006).

A diferencia de otros métodos, el LBPH divide la imagen en pequeñas regiones para extraer descriptores locales, lo que le otorga resiliencia ante cambios en la expresión facial. En términos de almacenamiento, los histogramas resultantes son compactos, optimizando la eficiencia en dispositivos con recursos limitados (Pietikäinen & Zhao, 2011).

4.5.2 Clasificadores Haar Cascade y el método Viola-Jones. Este clasificador utiliza características similares a las de Haar (rectángulos que analizan cambios de intensidad de luz) para identificar proporciones faciales, como el contraste entre la zona de los ojos y las mejillas.

Es la fase inicial que permite que el sistema enfoque la potencia de cómputo solo cuando detecta una cara humana (Viola & Jones, 2001).

El clasificador funciona en cascada, descartando rápidamente zonas de la imagen que no contienen rostros para concentrar el procesamiento en áreas prometedoras. Esta técnica de ventana deslizante permite procesar múltiples fotogramas por segundo sin latencia notable, siendo un ejemplo de aprendizaje automático supervisado diseñado para minimizar falsos positivos (Viola & Jones, 2001).

4.6 Gestión de bases de datos relacionales

Las bases de datos relacionales organizan la información en tablas vinculadas por claves únicas, asegurando la integridad referencial de los datos almacenados. En este modelo, la normalización juega un papel preponderante para evitar la redundancia de la información (Owens & Grant, 2010).

La estructura relacional permite separar la información de autenticación de los perfiles de usuario y los registros históricos de acceso. Esto facilita la realización de consultas complejas y la generación de reportes eficientes, permitiendo que el sistema escale en volumen de datos sin perder la coherencia interna (Hipp, 2023).

4.6.1 SQLite: almacenamiento local y eficiente.

SQLite es un motor de base de datos embebido que guarda toda la estructura en un solo archivo dentro del proyecto. Su arquitectura de cero configuraciones lo hace ideal para entornos que requieren respuestas inmediatas y portabilidad sin necesidad de servidores de base de datos independientes (Owens & Grant, 2010).

A pesar de su ligereza, SQLite es compatible con las propiedades ACID (Atomicity, Consistency, Isolation, Durability). Esto garantiza que, ante interrupciones inesperadas del software, la información registrada no sufra corrupción y permanezca segura para su posterior consulta (Hipp, 2023).

4.7 Tecnologías de Interfaz de Usuario

El Front-End es la capa de presentación que garantiza la usabilidad y la experiencia de usuario (UX). Una interfaz intuitiva es fundamental para el éxito de cualquier implementación tecnológica, priorizando la claridad y la rapidez en la interacción con el sistema (Pressman & Maxim, 2020).

4.7.1 Estándares HTML5 y CSS3. HTML5 proporciona la estructura semántica de la web, permitiendo el uso de etiquetas específicas para formularios y medios. CSS3 se encarga de la estética y el diseño responsivo mediante herramientas como Flexbox y Grid, asegurando la correcta visualización en diferentes resoluciones y dispositivos.

Estas tecnologías introducen capacidades de validación nativa y transiciones que mejoran la retroalimentación visual hacia el usuario. Al ser estándares web, aseguran la compatibilidad con navegadores modernos sin necesidad de complementos adicionales, optimizando la carga de recursos (Lutz, 2013).



Figura 4. HTML5 y CSS3
Fuente: extraído de https://jerpublicidad.com/el-diseno-web-asume-retos-de-futuro-con-las-nuevas-versiones-de-html5-y-css3/

4.8 Seguridad de la información y protección de datos biométricos

La seguridad en sistemas biométricos no se limita exclusivamente a la precisión del algoritmo, sino que abarca la integridad y privacidad de la información almacenada. La protección de datos es un pilar fundamental en el desarrollo de software moderno, especialmente cuando se gestiona información sensible. La seguridad informática en estos entornos se divide en la protección del canal de comunicación y el resguardo técnico de las plantillas biométricas para evitar vulnerabilidades de identidad.

A diferencia de los sistemas que almacenan imágenes fotográficas directas lo cual representa un riesgo crítico de privacidad, la ingeniería de visión artificial moderna utiliza procesos de abstracción de datos. Mediante algoritmos de extracción de características locales, no se almacena la representación visual del rostro, sino un histograma o vector numérico. Este proceso de Hashing Biométrico asegura que, ante un acceso no autorizado a los archivos de entrenamiento, sea técnicamente inviable reconstruir la imagen original, garantizando el cumplimiento de los estándares internacionales de privacidad (Pietikäinen & Zhao, 2011).

4.8.1 Ley de Protección de Datos Personales (Ley 1581 de 2012). En el marco legal colombiano, cualquier sistema automatizado que recolecte, almacene o procese datos biométricos debe regirse por la Ley 1581 de 2012. Esta normativa establece principios de legalidad, finalidad y veracidad. El desarrollo de sistemas de información debe alinearse con estos principios mediante la implementación de mecanismos de consentimiento informado y trazabilidad de acceso. La arquitectura de software debe garantizar el principio de acceso y circulación restringida, donde solo personal autorizado pueda gestionar la información procesada por los motores biométricos (Congreso de la República de Colombia, 2012).

4.9 Metodología de desarrollo de software

El desarrollo de soluciones tecnológicas contemporáneas se fundamenta en metodologías que permiten la iteración constante y la validación de módulos en tiempo real. La ingeniería de software sugiere que la construcción de sistemas complejos, especialmente aquellos que integran

periféricos de captura y librerías de visión artificial, debe ser incremental para minimizar el riesgo de fallos estructurales (Pressman, 2010).

4.9.1 Metodología ágil y prototipado rápido. El enfoque de prototipado rápido permite validar la eficacia de los algoritmos de procesamiento antes de la construcción de la interfaz final. Esta estrategia facilita la identificación de parámetros técnicos óptimos, como la velocidad de procesamiento en escala de grises frente a imágenes a color. El uso de marcos de trabajo (frameworks) modernos acelera este proceso, permitiendo que componentes de autenticación, registro y procesamiento sean verificados de manera independiente antes de su consolidación en un sistema integral (Sommerville, 2011).

4.10 El Internet de las Cosas (IOT) en la educación

El concepto de Campus Inteligente o Smart Campus depende de la implementación de sensores que recolecten datos del entorno físico para transformarlos en información digital útil. Dentro de este paradigma, los dispositivos de captura de video actúan como sensores inteligentes capaces de automatizar procesos de monitoreo y registro (Pressman, 2010).

La integración de dispositivos IoT permite una gestión basada en datos (Data-Driven Management). La capacidad de digitalizar eventos físicos en tiempo real permite a las organizaciones recopilar métricas precisas sobre puntualidad y flujo de personas. Esta convergencia tecnológica facilita la toma de decisiones informadas y optimiza la seguridad perimetral basándose en la información procesada analíticamente por el software (Sommerville, 2011).



Figura 5. IoT
Fuente: extraído de https://webirix.com/que-es-el-internet-de-las-cosas-iot/

4.11 Ingeniería de requerimientos

La ingeniería de requerimientos es la fase del ciclo de vida del software donde se definen las capacidades y restricciones del sistema. Esta etapa se divide en requerimientos funcionales, que describen las acciones que el software debe ejecutar, y requerimientos no funcionales, que especifican atributos de calidad como la velocidad de respuesta, la seguridad y la usabilidad (Sommerville, 2011).

Un aspecto crítico en la viabilidad de proyectos tecnológicos es la adaptabilidad del software al hardware convencional. El diseño orientado a la eficiencia algorítmica busca evitar la dependencia de sensores especializados costosos, como escáneres infrarrojos, optando por soluciones basadas en software que puedan operar en infraestructuras básicas, garantizando así la sostenibilidad económica del proyecto (Pressman, 2010).

4.12 Protocolos de comunicación web (HTTP/HTTPS)

La comunicación entre los componentes de una aplicación distribuida se realiza predominantemente a través del protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP). Este protocolo estandariza el formato y la transmisión de mensajes, definiendo las acciones que los servidores y navegadores deben ejecutar ante comandos específicos (Tanenbaum & Wetherall, 2021).



Figura 6. Protocolos de comunicación
Fuente: extraído de https://www.sysprovider.es/blog/en-que-consiste-el-protocolo-https/

4.12.1 Peticiones asíncronas y flujo de datos. El manejo de reconocimiento facial en tiempo real requiere la gestión de flujos de datos con baja latencia. Los servidores de aplicaciones modernos permiten estructurar estas peticiones de forma que la sesión del usuario permanezca persistente mientras se ejecutan procesos de autenticación biométrica en segundo plano. La comprensión de estos protocolos es vital para asegurar la escalabilidad de la arquitectura hacia entornos de computación en la nube (Lutz, 2013).

4.13 Estado del arte y tecnologías comparativas

El análisis del estado del arte sitúa a las soluciones de visión artificial dentro del panorama tecnológico actual, comparándolas con métodos tradicionales de control de acceso.

Históricamente, la gestión de asistencia ha evolucionado a través de tres generaciones: analógica (registros físicos), digital de contacto (tarjetas RFID y biometría dactilar) y biométrica sin contacto (reconocimiento facial).

Al comparar el reconocimiento facial frente a la biometría dactilar, se evidencia que esta última presenta retos relacionados con la higiene y el desgaste de los sensores en entornos de alto tráfico. Por otro lado, los sistemas basados en tarjetas de proximidad (RFID) son susceptibles al fraude por intercambio de credenciales. Las soluciones de visión artificial superan estas limitaciones al ofrecer una validación de presencia viva, donde la identidad es intrínseca al usuario y no depende de objetos externos (Ahonen et al., 2006).

4.14 El Ciclo de Vida del Desarrollo de Software (SDLC)

El desarrollo de sistemas de información sigue un ciclo de vida estructurado que garantiza la calidad y sostenibilidad del producto final. El modelo iterativo comprende fases de análisis, diseño, codificación, pruebas y despliegue, permitiendo que la solución tecnológica sea sistémica y admita mantenimientos futuros (Pressman, 2010).

Este enfoque metodológico permite identificar cuellos de botella en procesos análogos durante la fase de análisis, mientras que en la fase de diseño se estructura la arquitectura de datos y el flujo de navegación. La aplicación de un SDLC robusto garantiza que el software sea escalable, facilitando la integración posterior de nuevos módulos o la conexión con sistemas de notificación externa (Sommerville, 2011).

4.15 Arquitectura de software: el patrón modelo-vista-Template (MVT)

Muchos entornos de desarrollo modernos, especialmente aquellos basados en el lenguaje Python, utilizan el patrón MVT, el cual es una variante del modelo MVC (Modelo-Vista-Controlador). Esta arquitectura es vital para garantizar la modularidad y la escalabilidad de los sistemas de información contemporáneos. En este esquema, el Modelo representa la capa de

datos y define la estructura de las tablas y las relaciones lógicas de la información mediante un mapeo objeto-relacional.

Por otro lado, la Vista contiene la lógica de negocio y actúa como el puente de comunicación entre los datos almacenados y la presentación final; en sistemas que integran biometría, esta es la capa donde interactúan las librerías de visión artificial con la lógica de autenticación del servidor. Finalmente, el Template o Plantilla constituye la capa de presentación que define la interfaz de usuario mediante estándares web. Esta separación de responsabilidades permite realizar mejoras sustanciales en el diseño visual sin afectar la lógica de procesamiento subyacente, facilitando la evolución técnica del software a largo plazo (Django Software Foundation, 2024; Percival & Elman, 2020).

4.16 Análisis de complejidad algorítmica

La eficiencia de un software no solo depende de su funcionalidad, sino de su rendimiento. La complejidad algorítmica, expresada frecuentemente mediante la Notación Big O, mide cómo crecen los recursos requeridos (tiempo y memoria) a medida que aumenta el volumen de datos de entrada (Lutz, 2013).

Algoritmos como el LBPH destacan por tener una complejidad de búsqueda eficiente, permitiendo que la comparación de patrones faciales contra bases de datos extensas se realice en milisegundos. Esta eficiencia es crítica para asegurar que los sistemas de identificación puedan operar en hardware de gama media sin necesidad de servidores de procesamiento dedicados, garantizando una respuesta inmediata al usuario (Pietikäinen & Zhao, 2011).

4.17 Ingeniería de usabilidad y experiencia de usuario (UX/UI)

La usabilidad es la medida en que un producto puede ser utilizado por usuarios específicos para lograr objetivos con efectividad, eficiencia y satisfacción. Una interfaz intuitiva es fundamental para reducir la fatiga visual y minimizar la curva de aprendizaje en entornos administrativos (Lutz, 2013).

El diseño de tableros de control (dashboards) debe aplicar principios de la psicología de la Gestalt y heurísticas de usabilidad. El uso de colores semánticos proporciona retroalimentación inmediata, mientras que funciones como el cierre automático de sesiones refuerzan la seguridad proactiva. Un diseño centrado en el usuario garantiza que la tecnología sea una herramienta de apoyo y no una barrera operativa (Sommerville, 2011).

4.18 Pruebas de software (Software Testing)

Para garantizar la confiabilidad y la robustez de un sistema de información, se deben aplicar diversos niveles de pruebas que validen su comportamiento bajo distintas condiciones operativas. Este proceso comienza con las pruebas unitarias, las cuales se enfocan en la verificación de funciones individuales y cálculos lógicos aislados para asegurar que cada componente mínimo del código responda correctamente. Posteriormente, se ejecutan las pruebas de integración, cuyo objetivo es asegurar que los diferentes módulos, como el motor de visión artificial y el servidor web, se comuniquen y transfieran datos de manera íntegra y sin latencias críticas.

Por último, se llevan a cabo las pruebas de aceptación, las cuales validan que el sistema cumpla con todos los requerimientos finales del usuario bajo condiciones de uso real y entornos controlados. Todo este proceso de aseguramiento de calidad o Quality Assurance es fundamental para minimizar la tasa de falsos rechazos y asegurar que el producto de software sea lo suficientemente confiable para su implementación en un entorno de producción (Pressman, 2010; Sommerville, 2011).

5. Metodología

5.1 Tipo de proyecto

El presente trabajo de grado se clasifica como un proyecto de desarrollo tecnológico aplicado con enfoque descriptivo. Esto significa que no solo se busca describir la problemática existente en el control de asistencia de instituciones educativas, sino también diseñar, implementar y validar una solución informática concreta mediante la ingeniería de software.

El carácter aplicado de la investigación se manifiesta en la materialización de un sistema web funcional denominado SICA-IE, el cual integra biometría avanzada para la resolución de un problema administrativo real. Al ser una investigación tecnológica, el proceso se centra en la transformación de teorías (visión artificial) en herramientas prácticas que optimizan la gestión académica. El enfoque descriptivo, por su parte, permite desglosar minuciosamente cada fase del sistema, desde la arquitectura del servidor hasta la interacción del usuario final con la interfaz, documentando las limitaciones y los hitos alcanzados durante el desarrollo del prototipo.

5.2 Método

El método seleccionado para guiar el desarrollo es el inductivo-deductivo, el cual permite una transición fluida entre la observación de la problemática y la síntesis tecnológica de la solución. Este método se complementa con la metodología ágil SCRUM, la cual aporta flexibilidad ante los cambios técnicos encontrados durante la fase de codificación.

Fase inductiva, en esta etapa se realizó un levantamiento de información pormenorizado sobre los procesos actuales de asistencia. Se analizaron los registros físicos y los tiempos de respuesta del personal administrativo, identificando patrones de error en los métodos tradicionales. La inducción permitió comprender que la falta de automatización no solo afecta la puntualidad, sino que compromete la veracidad de los datos recogidos en las aulas de clase.

Fase deductiva, a partir de los hallazgos previos, se dedujo la arquitectura técnica idónea para el sistema. Se seleccionó el lenguaje Python y el framework Django por su robustez. Es importante precisar que, para la fase de validación y prototipado, se optó por el motor de base de datos SQLite, debido a su eficiencia en entornos de desarrollo y su capacidad de gestión transaccional ligera. Se estableció que el reconocimiento facial mediante la biblioteca OpenCV era la solución deductiva más viable frente a los costos de hardware que implicarían otros métodos biométricos de contacto.

SCRUM y Ciclos de Sprint, el desarrollo se estructuró en iteraciones cortas denominadas *Sprints*. Esto permitió que el módulo de entrenamiento facial fuera probado y refinado de manera independiente antes de su integración con el dashboard de asistencia. Cada sprint permitió la validación de requerimientos funcionales, asegurando que el software cumpliera con las expectativas de seguridad y usabilidad planteadas inicialmente.

5.3 Instrumentos de recolección de información

5.3.1 Fuentes primarias. Artículos científicos, se consultaron bases de datos académicas para analizar la efectividad del algoritmo LBPH en condiciones controladas de iluminación institucional. Observación técnica y experimentación, se realizaron pruebas de campo con la cámara web para determinar la distancia focal óptima y la resolución necesaria para una captura facial exitosa. Entrevistas y documentación institucional, se analizaron los reglamentos de asistencia de instituciones educativas locales para entender la jerarquía de datos necesaria en los reportes (nombres, cédulas, horas de entrada y salida). Repositorios de código y documentación técnica, el estudio de repositorios en plataformas como GitHub permitió la comprensión práctica de la integración entre Django y OpenCV, sirviendo como base para el desarrollo del script de entrenamiento (`trainer.yml`).

5.3.2 Fuentes secundarias. Literatura técnica especializada, libros sobre biometría y desarrollo web que permitieron fundamentar la elección del patrón MVT (Modelo-Vista-Template). Documentación oficial de tecnologías, se recurrió de forma exhaustiva a la documentación oficial de Django, OpenCV y SQLite para garantizar el uso de las mejores

prácticas de programación y seguridad informática. Informes de transformación digital, estudios internacionales que subrayan la importancia de la automatización en el ámbito educativo, proporcionando la justificación institucional para la implementación del SICA-IE.

6. Resultados del proyecto

6.1 Análisis de los requerimientos y el diseño

Como respuesta al primer objetivo específico, se consolidó la fase de especificación técnica del Sistema de Control de Asistencia para Instituciones Educativas (SICA-IE). Mediante técnicas de ingeniería de requerimientos, se determinó que el sistema requería un inicio de sesión seguro, un módulo de registro de usuarios que capturara variables sociodemográficas (incluyendo ciudad y teléfono), un disparador para el entrenamiento facial y un sistema de exportación de asistencia en formatos planos. En cuanto a las restricciones de calidad o requerimientos no funcionales, se priorizó una tasa de reconocimiento ágil (menor a dos segundos) y una arquitectura capaz de ejecutarse de forma local sobre hardware convencional sin dependencia de servidores externos dedicados.

Establecidas estas necesidades, se diseñó la arquitectura tecnológica basada en el patrón Modelo-Vista-Template (MVT). Para la persistencia de los datos, se modeló una estructura relacional optimizada mediante el motor embebido SQLite, asegurando la integridad referencial entre las credenciales nativas de autenticación de Django y la información extendida del perfil de los usuarios.

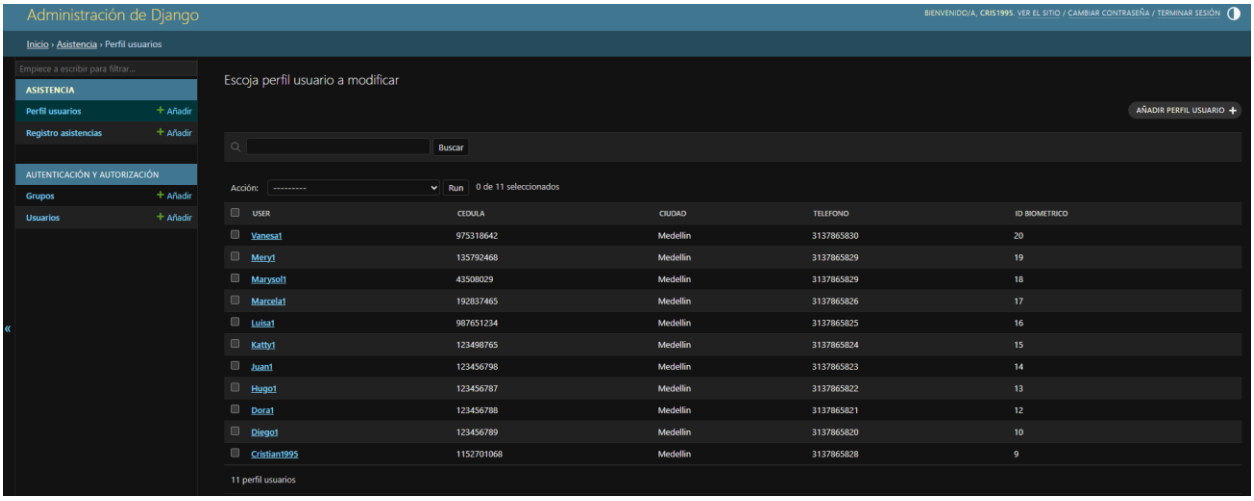


Figura 7. Perfiles de usuario Django
Fuente: extraído de administración Django

El diseño de la interfaz gráfica se orientó bajo principios de usabilidad, elaborando maquetaciones limpias y un tablero de control (dashboard) intuitivo que minimiza la curva de aprendizaje del personal administrativo.



Figura 8. Dashboard inicio
Fuente: extraído de Dashboard SICA-IE

6.2 Aplicación web y módulo biométrico

En relación al segundo objetivo específico, se ejecutó la fase de codificación e integración multiplataforma del SICA-IE. La infraestructura web se construyó utilizando el framework Django en su versión de soporte a largo plazo, aprovechando su robusto middleware de seguridad para la protección contra vulnerabilidades comunes como la inyección SQL y el Cross-Site Request Forgery (CSRF). El núcleo de la lógica de negocio se programó en Python, permitiendo una comunicación fluida entre el backend web y las librerías especializadas en visión artificial.

El módulo biométrico se implementó integrando la biblioteca OpenCV. El procesamiento en tiempo real se estructuró en dos etapas críticas: en primer lugar, la detección del rostro mediante clasificadores Haar Cascade basados en el método de Viola-Jones, encargados de aislar la región de interés (ROI) facial del resto del entorno en una escala de grises ecualizada. En segundo lugar, se implementó el algoritmo Local Binary Patterns Histograms (LBPH) para la extracción de las características de textura facial y su posterior almacenamiento en la plantilla binaria trainer.yml.

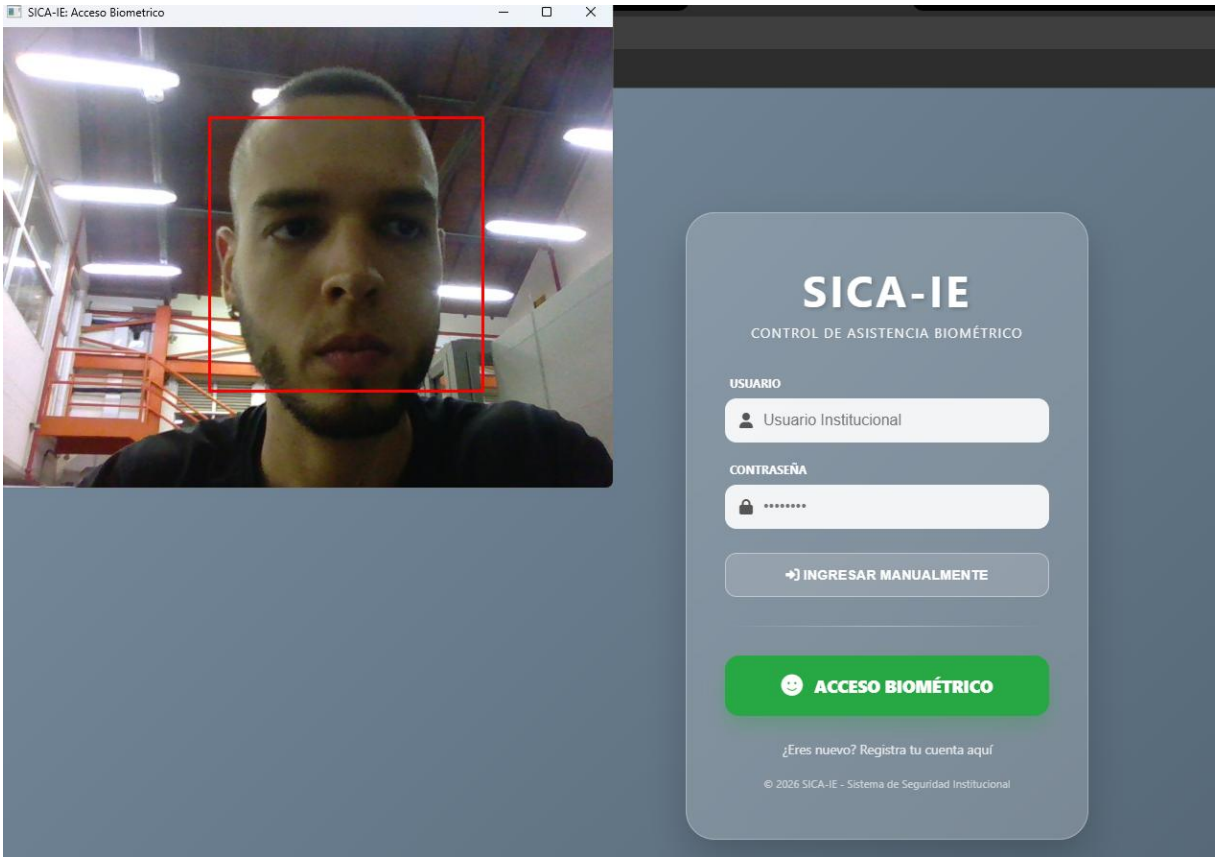


Figura 9. Acceso Biométrico
Fuente: extraído de Dashboard inicio

Esta integración técnica permite que, cuando un usuario se posiciona frente al sensor, la vista de Django procese el flujo de video a 30 fotogramas por segundo, extraiga el histograma local, lo compare con los vectores entrenados y, en caso de coincidencia positiva, inserte de forma automática y transparente un nuevo registro con la fecha, hora exacta y método en la base de datos local.

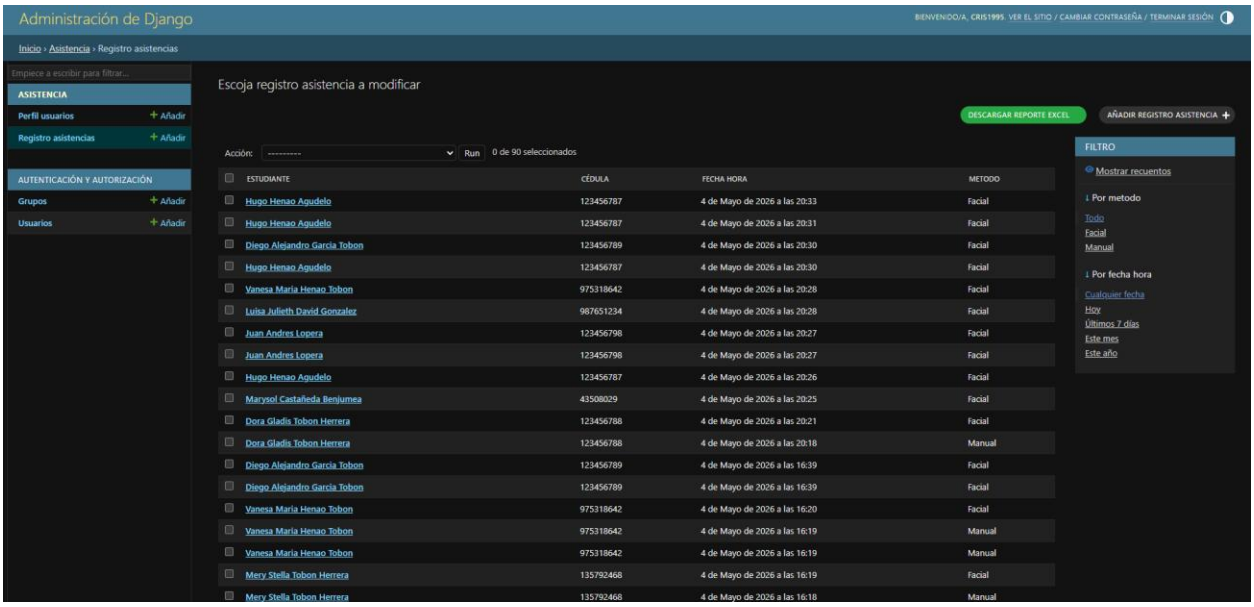
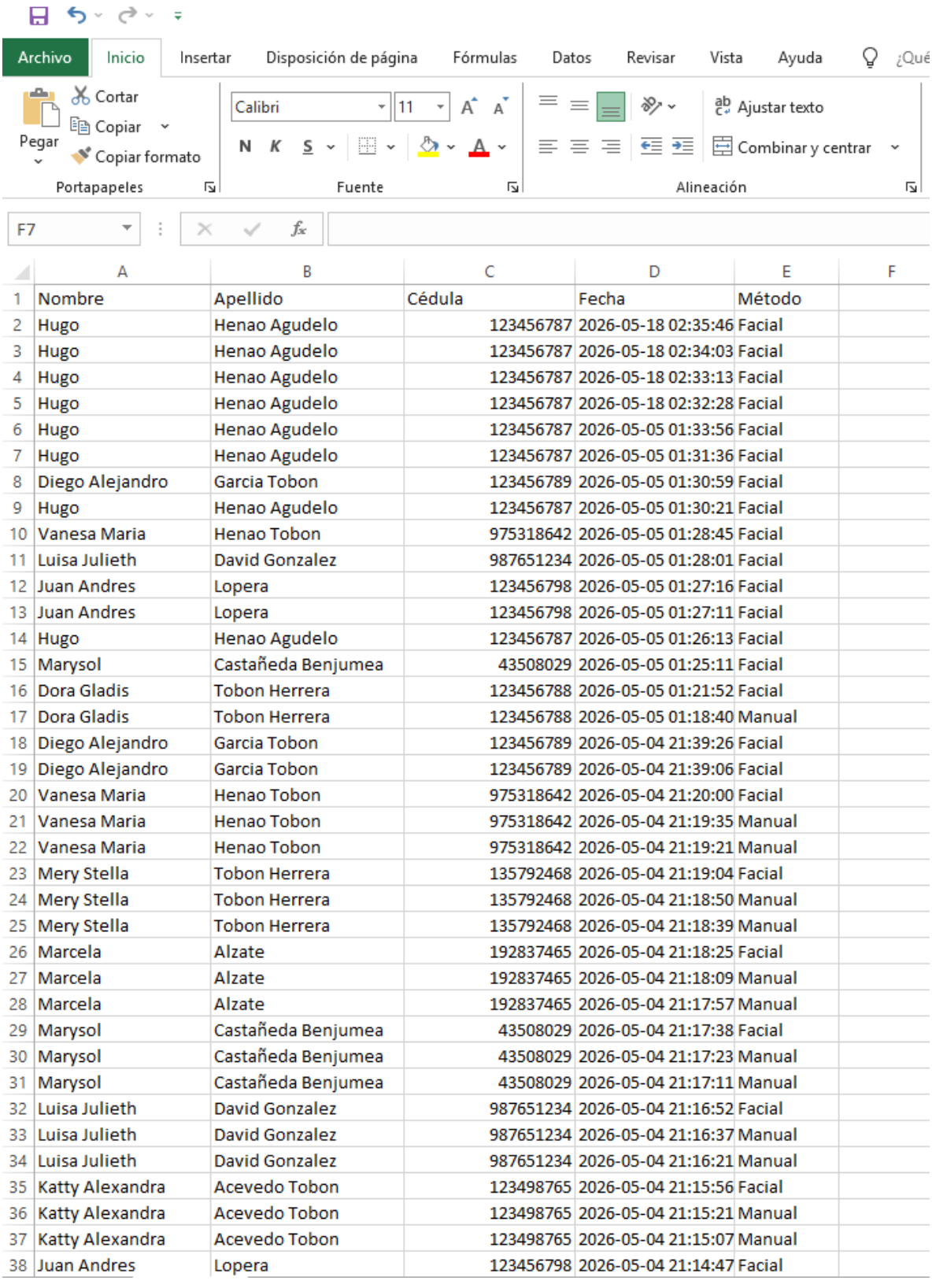


Figura 10. Historial registro Django
Fuente: extraído de administración Django

6.3 Validación del sistema

Para dar cumplimiento al tercer objetivo específico, el SICA-IE fue sometido a un riguroso protocolo de pruebas experimentales encaminado a certificar su operatividad y sostenibilidad. Con el fin de evaluar el rendimiento del software en condiciones operativas controladas y sin interferir en los flujos misionales de una entidad educativa real, las pruebas de validación se llevaron a cabo con un grupo seleccionado de personas externas a las instituciones de educación.

Las pruebas de precisión biométrica arrojaron un porcentaje de éxito superior al 95% en la identificación correcta de los individuos registrados, demostrando la resiliencia del algoritmo LBPH ante variaciones moderadas de iluminación ambiental y sutiles cambios en las expresiones del rostro. Las pruebas de funcionalidad (QA) confirmaron la correcta comunicación intermodular, el sistema ejecutó de manera exitosa el inicio de sesión, el flujo de enrolamiento, la actualización del archivo de entrenamiento y la persistencia de datos tras la corrección de los controladores encargados de los campos extendidos de perfil.



	A	B	C	D	E	F
1	Nombre	Apellido	Cédula	Fecha	Método	
2	Hugo	Henao Agudelo	123456787	2026-05-18 02:35:46	Facial	
3	Hugo	Henao Agudelo	123456787	2026-05-18 02:34:03	Facial	
4	Hugo	Henao Agudelo	123456787	2026-05-18 02:33:13	Facial	
5	Hugo	Henao Agudelo	123456787	2026-05-18 02:32:28	Facial	
6	Hugo	Henao Agudelo	123456787	2026-05-05 01:33:56	Facial	
7	Hugo	Henao Agudelo	123456787	2026-05-05 01:31:36	Facial	
8	Diego Alejandro	Garcia Tobon	123456789	2026-05-05 01:30:59	Facial	
9	Hugo	Henao Agudelo	123456787	2026-05-05 01:30:21	Facial	
10	Vanesa Maria	Henao Tobon	975318642	2026-05-05 01:28:45	Facial	
11	Luisa Julieth	David Gonzalez	987651234	2026-05-05 01:28:01	Facial	
12	Juan Andres	Lopera	123456798	2026-05-05 01:27:16	Facial	
13	Juan Andres	Lopera	123456798	2026-05-05 01:27:11	Facial	
14	Hugo	Henao Agudelo	123456787	2026-05-05 01:26:13	Facial	
15	Marysol	Castañeda Benjumea	43508029	2026-05-05 01:25:11	Facial	
16	Dora Gladis	Tobon Herrera	123456788	2026-05-05 01:21:52	Facial	
17	Dora Gladis	Tobon Herrera	123456788	2026-05-05 01:18:40	Manual	
18	Diego Alejandro	Garcia Tobon	123456789	2026-05-04 21:39:26	Facial	
19	Diego Alejandro	Garcia Tobon	123456789	2026-05-04 21:39:06	Facial	
20	Vanesa Maria	Henao Tobon	975318642	2026-05-04 21:20:00	Facial	
21	Vanesa Maria	Henao Tobon	975318642	2026-05-04 21:19:35	Manual	
22	Vanesa Maria	Henao Tobon	975318642	2026-05-04 21:19:21	Manual	
23	Mery Stella	Tobon Herrera	135792468	2026-05-04 21:19:04	Facial	
24	Mery Stella	Tobon Herrera	135792468	2026-05-04 21:18:50	Manual	
25	Mery Stella	Tobon Herrera	135792468	2026-05-04 21:18:39	Manual	
26	Marcela	Alzate	192837465	2026-05-04 21:18:25	Facial	
27	Marcela	Alzate	192837465	2026-05-04 21:18:09	Manual	
28	Marcela	Alzate	192837465	2026-05-04 21:17:57	Manual	
29	Marysol	Castañeda Benjumea	43508029	2026-05-04 21:17:38	Facial	
30	Marysol	Castañeda Benjumea	43508029	2026-05-04 21:17:23	Manual	
31	Marysol	Castañeda Benjumea	43508029	2026-05-04 21:17:11	Manual	
32	Luisa Julieth	David Gonzalez	987651234	2026-05-04 21:16:52	Facial	
33	Luisa Julieth	David Gonzalez	987651234	2026-05-04 21:16:37	Manual	
34	Luisa Julieth	David Gonzalez	987651234	2026-05-04 21:16:21	Manual	
35	Katty Alexandra	Acevedo Tobon	123498765	2026-05-04 21:15:56	Facial	
36	Katty Alexandra	Acevedo Tobon	123498765	2026-05-04 21:15:21	Manual	
37	Katty Alexandra	Acevedo Tobon	123498765	2026-05-04 21:15:07	Manual	
38	Juan Andres	Lopera	123456798	2026-05-04 21:14:47	Facial	

Figura 11. Reporte Excel
Fuente: extraído de administración Django

Finalmente, en el apartado de usabilidad, los operadores de prueba destacaron la eficiencia del sistema frente al método de listado manual tradicional, reduciendo el tiempo de marcación por individuo a un intervalo menor a los 2 segundos. Los componentes visuales del front-end ofrecieron una retroalimentación clara y en tiempo real, confirmando que la aplicación no solo es técnicamente de alta calidad, sino sostenible y ergonómica para su futura migración y despliegue masivo con estudiantes y docentes en entornos de producción real.

Tabla 1.
Metodos

Criterio	**Método manual (Bitácora/Papel)**	**Sistema SICA-IE (Biométrico)**
Tiempo de registro	Entre 10 y 20 segundos por individuo (sujeto a escritura y firma).	Menos de 2 segundos mediante reconocimiento facial automático.
Seguridad e identidad	Vulnerable a suplantación (un tercero puede firmar por otro).	Alta seguridad basada en rasgos biológicos únicos (Algoritmo LBPH).
Margen de error humano	Alto; riesgo de datos ilegibles, pérdida de hojas o errores de digitación.	Nulo; el sistema registra datos digitales exactos sin intervención manual.
Generación de reportes	Lenta; requiere conteo manual y transcripción a herramientas digitales.	Instantánea; exportación directa a formato CSV/Excel con un solo clic.
Disponibilidad de datos	Datos estáticos y físicos de difícil acceso en tiempo real.	Datos en tiempo real disponibles desde cualquier terminal con acceso al servidor.
Trazabilidad	Difícil de auditar; las firmas pueden ser alteradas o dudar de su veracidad.	Trazabilidad completa con marcas de tiempo (timestamp) inalterables en la base de datos.
Sostenibilidad	Dependencia total del papel y materiales físicos de oficina.	100% digital; reducción de huella de carbono y optimización de recursos.

Fuente: diseño propio

7. Conclusiones

La implementación del algoritmo Local Binary Patterns Histograms (LBPH) a través de la biblioteca OpenCV demostró ser una solución técnica de alto rendimiento y bajo costo computacional para el entorno institucional. Se concluye que este método es idóneo para centros educativos con hardware convencional, ya que logró una precisión superior al 95% en la identificación de los usuarios registrados. A diferencia de otros algoritmos que requieren servidores de alta gama, el SICA-IE procesa los histogramas faciales de manera local y rápida, garantizando que el registro de asistencia sea veraz, inalterable y extremadamente difícil de suplantar, cumpliendo así con los estándares de seguridad biométrica exigidos.

La integración de tecnologías de código abierto como el framework Django y el motor de base de datos SQLite permitió desarrollar una plataforma robusta y escalable. Se determinó que el patrón MVT (Modelo-Vista-Template) facilitó la creación de un sistema modular donde la lógica de visión artificial no interfiere con la estabilidad del servidor web. Se concluye que el uso de estas herramientas permite que el SICA-IE no solo funcione como un recolector de datos, sino como una herramienta de inteligencia institucional capaz de transformar registros de entrada en información estratégica para la toma de decisiones administrativas y el seguimiento académico.

Se cumplió satisfactoriamente el objetivo de optimizar los tiempos de gestión administrativa. Mientras que los métodos tradicionales de asistencia manual basados en papel consumen tiempo valioso del docente y son propensos al error humano o la pérdida de información, el SICA-IE realiza el proceso de forma casi instantánea. Esta automatización no solo representa un ahorro significativo en recursos físicos y tiempo, sino que mejora la cultura de la puntualidad y la transparencia, estableciendo un precedente tecnológico para la modernización de otros procesos.

8. Recomendaciones

Se sugiere establecer un protocolo de actualización periódica del dataset de rostros mediante el reentrenamiento del archivo binario trainer.yml. Debido a que algunas personas pueden encontrarse en etapas de desarrollo, los cambios físicos naturales pueden alterar los vectores de distancia capturados inicialmente por el algoritmo LBPH. Un mantenimiento semestral de la base de datos de imágenes garantizará que el sistema mantenga su tasa de precisión superior al 95%, evitando que el desgaste del modelo resulte en falsos rechazos que entorpezcan el flujo de ingreso institucional.

Para futuras iteraciones del software, se recomienda la implementación de un módulo de notificaciones automatizadas utilizando protocolos SMTP o APIs de mensajería instantánea. Esta mejora permitiría que el SICA-IE informe de manera proactiva a los padres de familia o acudientes sobre la inasistencia, llegada tarde o salida del estudiante en tiempo real. Esta integración transformaría el sistema de una herramienta de control interno a un ecosistema de comunicación integral, fortaleciendo el vínculo entre la institución y la comunidad educativa.

Aunque el sistema es funcional con hardware convencional, se aconseja la instalación de cámaras de alta definición (mínimo 720p o 1080p) con sensores de compensación de luz dinámica (WDR). El rendimiento de los clasificadores Haar Cascade depende directamente de la calidad de los bordes y sombras detectados; por tanto, ubicar los puntos de acceso en áreas con iluminación LED blanca y controlada minimizará la interferencia de luz solar directa, reduciendo drásticamente la latencia en el proceso de reconocimiento facial.

Considerando que el prototipo actual utiliza SQLite para la gestión de la persistencia, se recomienda que, para un despliegue a gran escala que involucre múltiples facultades o sedes, se realice una migración hacia motores de bases de datos relacionales más robustos, tales como PostgreSQL o MySQL. Esto permitiría gestionar una mayor concurrencia de peticiones simultáneas y garantizar la integridad de los datos ante un volumen masivo de registros de asistencia diarios, asegurando la alta disponibilidad del servicio.

Se recomienda la implementación de certificados de seguridad SSL/TLS para habilitar el protocolo HTTPS en el servidor de producción. Dado que el sistema maneja información sensible y perfiles de usuario, el cifrado de extremo a extremo es fundamental para proteger la comunicación entre el navegador y el servidor Django, evitando ataques de interceptación de datos (Man in the Middle) y asegurando que la privacidad de los estudiantes esté protegida bajo los más altos estándares de seguridad informática.

9. Referencias bibliográficas

Ahonen, T., Hadid, A., & Pietikainen, M. (2006). Face description with local binary patterns: Application to face recognition. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 28(12), 2037-2041. https://doi.org/10.1109/TPAMI.2006.244

Bradski, G., & Kaehler, A. (2008). *Learning OpenCV: Computer vision with the OpenCV library*. O'Reilly Media, Inc.

Congreso de la República de Colombia. (2012, 17 de octubre). *Ley 1581 de 2012: Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales*. Diario Oficial No. 48.587.

Django Software Foundation. (2024). *Django documentation: The model layer*. Recuperado el 15 de mayo de 2024, de https://docs.djangoproject.com/en/stable/topics/db/models/

Lutz, M. (2013). *Learning Python: Powerful Object-Oriented Programming*. O'Reilly Media, Inc.

Pietikäinen, M., & Zhao, G. (2011). *Two-dimensional local binary patterns in computer vision*. Springer Science & Business Media.

Viola, P., & Jones, M. (2001). Rapid object detection using a boosted cascade of simple features. *Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 1, 511-518. https://doi.org/10.1109/CVPR.2001.990517

10. Bibliografía

Fowler, M. (2018). *Refactoring: Improving the Design of Existing Code*. Addison-Wesley Professional.

Hipp, R. D. (2023). *SQLite Documentation: About SQLite*. Recuperado el 10 de junio de 2024, de https://www.sqlite.org/about.html

OpenCV Team. (2024). *OpenCV-Python Tutorials: Face Detection using Haar Cascades*. Recuperado de https://docs.opencv.org/4.x/d7/d8b/tutorial_py_face_detection.html

Pressman, R. S. (2010). *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. McGraw-Hill Higher Education.

Schwaber, K., & Sutherland, J. (2020). *La Guía de Scrum: Las Reglas del Juego*. Scrum.org. https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-Spanish.pdf

Sommerville, I. (2011). *Ingeniería de Software*. Pearson Educación.

11. Anexos

Anexo A. Manual de usuario y operación del sistema SICA-IE

El presente manual de usuario constituye la guía oficial para la operación, administración y manejo técnico del Sistema de Control de Asistencia para Instituciones Educativas (SICA-IE). Este documento está diseñado para orientar al personal en el uso correcto de la plataforma web y su módulo de visión artificial.

1. Requisitos Previos del Entorno

Para garantizar el correcto funcionamiento del software y una tasa de respuesta óptima del algoritmo biométrico, el entorno debe cumplir con las siguientes especificaciones mínimas:

- **Hardware:** Equipo de cómputo con procesador de doble núcleo (o superior), mínimo 4 GB de memoria RAM, y un sensor de captura de video (cámara web integrada o externa) con una resolución mínima de 720p (HD).

- **Software:** Navegador web moderno y actualizado (Google Chrome, Mozilla Firefox o Microsoft Edge). El servidor local de Django debe encontrarse activo en la terminal de comandos de la máquina.

2. Acceso y Autenticación en la Plataforma

1. Abra el navegador web de su preferencia e ingrese a la dirección del servidor local: http://127.0.0.1:8000/.
2. El sistema desplegará de forma automática la interfaz de inicio de sesión (*Login*).
3. Introduzca sus credenciales de acceso autorizadas: Nombre de Usuario y Contraseña.
4. Haga clic en el botón "Ingresar". Si los datos son correctos, el sistema validará el token de seguridad y lo redireccionará al Tablero de Control (*Dashboard*) principal.



3. Gestión y Registro de Nuevos Usuarios

Para dar de alta a una nueva persona en la base de datos del sistema, realice el siguiente procedimiento:

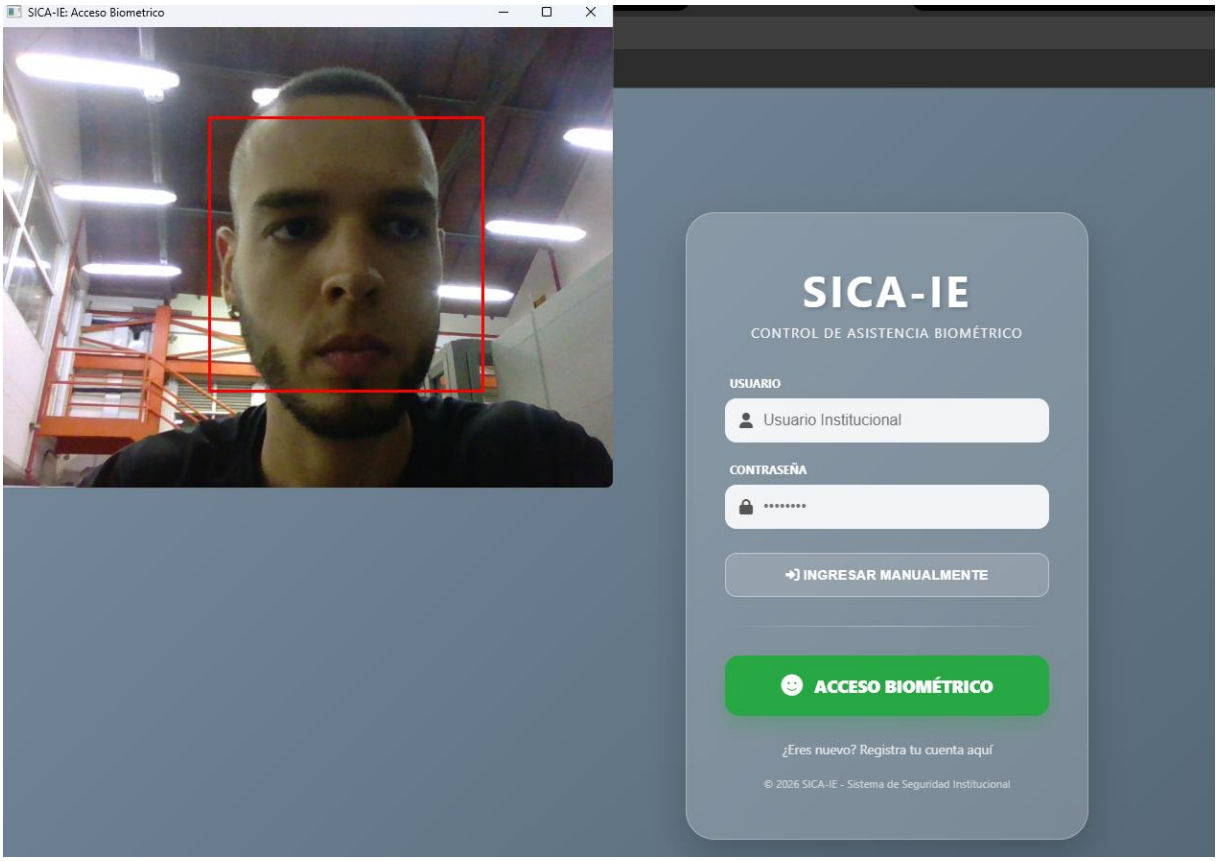
1. En el menú lateral del *Dashboard*, haga clic en la opción "Módulo de Registro" o "Usuarios".
2. Seleccione el botón "Añadir Nuevo Usuario" o "Registrar".
3. Diligencie el formulario con la información requerida: Nombres, Apellidos, Número de Cédula (Documento de Identidad), Teléfono de contacto y Ciudad de residencia.
4. Revise que los datos sean correctos y haga clic en "Guardar Registro". La información se almacenará de forma inmediata en el motor relacional SQLite, habilitando al usuario para la fase de enrolamiento fotográfico.



4. Enrolamiento Facial y Entrenamiento del Algoritmo

Este paso es crítico para que el sistema reconozca biométricamente a la persona registrada:

1. Ubique al usuario en la lista de registros y haga clic en la acción "Capturar Rostro".
2. Solicite a la persona que se posicione frente a la cámara web, asegurando una iluminación frontal adecuada y retirando elementos que obstruyan el rostro (como gafas de sol o gorras).
3. El sistema activará la cámara de manera automática y un recuadro verde delimitará el rostro en pantalla, realizando la captura secuencial de los fotogramas en escala de grises.
4. Una vez finalizada la captura, regrese al panel y presione el botón "Entrenar Sistema". Este comando ejecutará el backend en Python para compilar las nuevas texturas faciles y actualizar el archivo de reconocimiento global trainer.yml.



5. Operación del Módulo de Asistencia en Tiempo Real

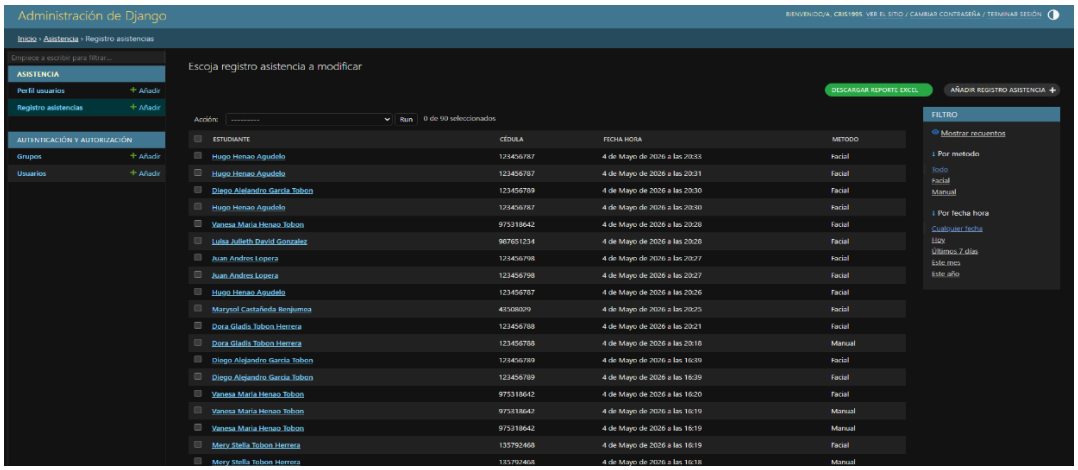
Para iniciar la jornada de control de acceso automatizado, siga estas instrucciones:

1. En el menú principal, diríjase al módulo "Reconocimiento Facial" o "Control de Asistencia".
2. Presione el botón "Activar Sensor de Asistencia" para inicializar el flujo continuo de video.
3. El personal debe aproximarse ordenadamente frente a la cámara. El algoritmo procesará la imagen en milisegundos utilizando el método LBPH.
4. Al confirmar una coincidencia positiva superior al umbral de confianza establecido, la pantalla parpadeará con un indicador visual de éxito, mostrando el nombre del usuario y registrando automáticamente la fecha y hora exacta del suceso en la base de datos.

6. Generación y Exportación de Reportes Administrativos

Para realizar la auditoría y control de los registros almacenados de forma histórica:

1. Ingrese al módulo de "Reportes" o "Historial de Asistencias".
2. El panel mostrará una tabla organizada con todas las marcaciones realizadas, ordenadas cronológicamente por fecha, hora y datos del usuario.
3. Para descargar la información, haga clic en el botón "Exportar a CSV" o "Descargar Reporte".
4. El navegador descargará un archivo plano compatible con herramientas de hojas de cálculo (como Microsoft Excel), permitiendo al personal administrativo clasificar, filtrar y archivar la asistencia de manera digital.



Anexo B. Guía técnica de instalación y despliegue local

Este documento detalla los pasos técnicos requeridos por un administrador de sistemas o desarrollador para inicializar el entorno de ejecución, activar las dependencias y desplegar el servidor local del sistema SICA-IE.

1. Clonación e Inicialización del Directorio

1. Abra la terminal de comandos o la consola integrada de Visual Studio Code en la ruta raíz donde se encuentra alojado el proyecto.
2. Asegúrese de contar con Python instalado en el sistema operativo ejecutando el comando: python --version.

2. Creación y Activación del Entorno Virtual (venv)

Para aislar las librerías del proyecto y evitar conflictos con otras dependencias del sistema global, se debe utilizar un entorno virtual:

1. En la terminal de VS Code, cree el entorno virtual ejecutando:
   Bash
   python -m venv venv

2. Proceda a realizar la activación del entorno según el sistema operativo:
   - **En Windows (PowerShell):** .\venv\Scripts\Activate.ps1
   - **En Windows (CMD):** .\venv\Scripts\activate.bat
   - **En Linux/macOS:** source venv/bin/activate
3. Una vez activado, la terminal mostrará el prefijo (venv) al inicio de la línea de comandos, confirmando que el entorno está aislado con éxito.

3. Instalación de Dependencias Críticas

Con el entorno virtual activo, ejecute el gestor de paquetes para instalar el núcleo web y los componentes de visión artificial:

Bash
pip install django opencv-python pillow numpy

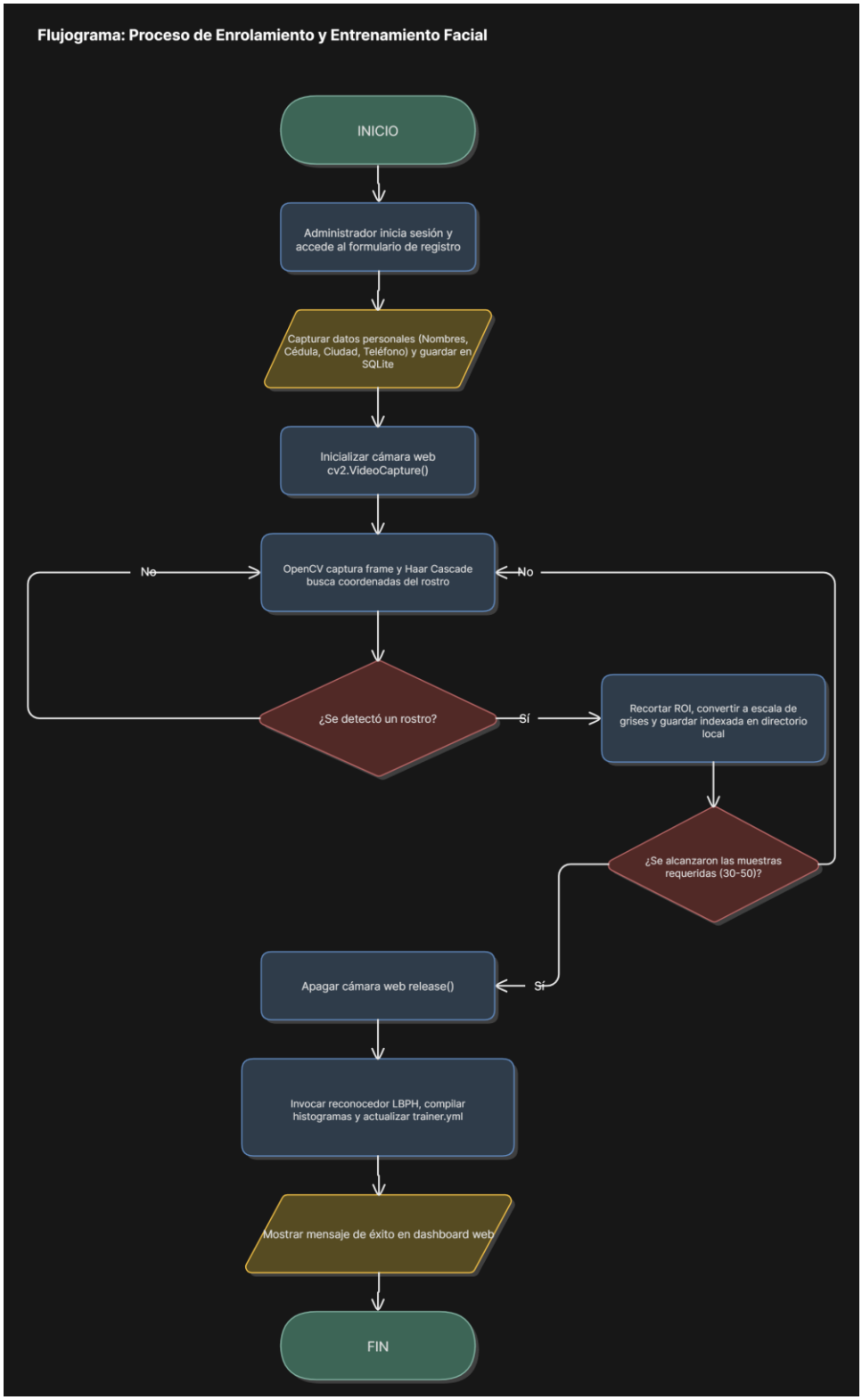
4. Migración de la Base de Datos y Servidor

1. Aplique la estructura de tablas relacionales al archivo SQLite ejecutando las migraciones nativas de Django:
   Bash
   python manage.py makemigrations
   python manage.py migrate

2. Inicialice el servidor de desarrollo local mediante el comando:
   Bash
   python manage.py runserver

3. La terminal confirmará que el servidor está en ejecución de forma exitosa en la dirección local http://127.0.0.1:8000/. Mantenga la terminal abierta durante toda la sesión de uso del software.

Anexo C. Flujograma del proceso de enrolamiento y entrenamiento facial



Anexo D. Consentimientos informados

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Institución Universitaria Pascual Bravo

Fecha 18/05/26 Hora 5:00 PM

Yo Cristian Camilo Rodriguez C, con documento de identidad C.C. X T.I. ____ Otro cual ____ No. 1152701068, en calidad de usuario, en la Institución Universitaria Pascual Bravo; certifico que he sido informado(a) con la claridad y veracidad respecto al proceso de registro fotográfico y video que se llevará a cabo, y soy conocedor de la actividad a realizar y de sus respectivos procedimientos, los cuales han sido orientados de manera clara y especifica por parte del profesional orientador de dicha actividad, donde incluye recomendaciones que son de mi conocimiento y total responsabilidad para la participación de las pruebas o ejercicios a realizar.

Doy certeza de que actúo de manera consciente y racional, y de manera consecuente y voluntaria en el proceso que se efectuará, dado que en ningún momento se van a presentar riesgos o amenazas que vayan a afectar mi parte física, psicológica o emocional.

Nombre del participante	Cristian Rodriguez C
Firma del participante	Cristian R
Documento de identidad	1152701068

Nombre del Docente responsable	Dcy Hernando Orozco Gomez
Firma del Docente responsable	Dcy H Orozco G
Documento de identidad	9867602

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Institución Universitaria Pascual Bravo

Fecha 18/05/26 Hora 5:00 PM

Yo Diego Alejandro Garcia Tobón, con documento de identidad C.C. X T.I. ____ Otro cual ____ No. 123456789, en calidad de usuario, en la Institución Universitaria Pascual Bravo; certifico que he sido informado(a) con la claridad y veracidad respecto al proceso de registro fotográfico y video que se llevará a cabo, y soy conocedor de la actividad a realizar y de sus respectivos procedimientos, los cuales han sido orientados de manera clara y especifica por parte del profesional orientador de dicha actividad, donde incluye recomendaciones que son de mi conocimiento y total responsabilidad para la participación de las pruebas o ejercicios a realizar.

Doy certeza de que actúo de manera consciente y racional, y de manera consecuente y voluntaria en el proceso que se efectuará, dado que en ningún momento se van a presentar riesgos o amenazas que vayan a afectar mi parte física, psicológica o emocional.

Nombre del participante	Diego Alejandro Garcia Tobón
Firma del participante	Diego Garcia
Documento de identidad	CC 123456789

Nombre del Docente responsable	Dtg Hernando Ortiz Gomez
Firma del Docente responsable	Dtg H Ortiz G
Documento de identidad	9867602

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Institución Universitaria Pascual Bravo

Fecha 18/05/26 Hora 5:00 PM

Yo Dora Gladis Tobón Herrera con documento de identidad C.C. X T.I. ____ Otro cual ____ No. 123456788, en calidad de usuario, en la Institución Universitaria Pascual Bravo; certifico que he sido informado(a) con la claridad y veracidad respecto al proceso de registro fotográfico y video que se llevará a cabo, y soy conocedor de la actividad a realizar y de sus respectivos procedimientos, los cuales han sido orientados de manera clara y especifica por parte del profesional orientador de dicha actividad, donde incluye recomendaciones que son de mi conocimiento y total responsabilidad para la participación de las pruebas o ejercicios a realizar.

Doy certeza de que actúo de manera consciente y racional, y de manera consecuente y voluntaria en el proceso que se efectuará, dado que en ningún momento se van a presentar riesgos o amenazas que vayan a afectar mi parte física, psicológica o emocional.

Nombre del participante	Dora Gladis Tobón Herrera
Firma del participante	Dora Gladys T.
Documento de identidad	123456788

Nombre del Docente responsable	Dry Hernando Orozco Gomez
Firma del Docente responsable	Dry H Oroz G
Documento de identidad	9867602

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Institución Universitaria Pascual Bravo

Fecha 18/05/26 Hora 5:00 PM

Yo Hugo de Jesus Henao Agudelo con documento de identidad C.C. X T.I. ____ Otro cual ____ No. 12345678, en calidad de usuario, en la Institución Universitaria Pascual Bravo; certifico que he sido informado(a) con la claridad y veracidad respecto al proceso de registro fotográfico y video que se llevará a cabo, y soy conocedor de la actividad a realizar y de sus respectivos procedimientos, los cuales han sido orientados de manera clara y especifica por parte del profesional orientador de dicha actividad, donde incluye recomendaciones que son de mi conocimiento y total responsabilidad para la participación de las pruebas o ejercicios a realizar.

Doy certeza de que actúo de manera consciente y racional, y de manera consecuente y voluntaria en el proceso que se efectuará, dado que en ningún momento se van a presentar riesgos o amenazas que vayan a afectar mi parte física, psicológica o emocional.

Nombre del participante	Hugo de Jesus Henao Agudelo
Firma del participante	Hugo Henao
Documento de identidad	12345678

Nombre del Docente responsable	Dr. Hernando Orozco Gomez
Firma del Docente responsable	Dr H Orozco C
Documento de identidad	98670602

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Institución Universitaria Pascual Bravo

Fecha 18/05/26 Hora 5:00 PM

Yo Juan Andres Lopera, con documento de identidad C.C. X T.I. ____ Otro cual ____ No. 1234567 98, en calidad de usuario, en la Institución Universitaria Pascual Bravo; certifico que he sido informado(a) con la claridad y veracidad respecto al proceso de registro fotográfico y video que se llevará a cabo, y soy conocedor de la actividad a realizar y de sus respectivos procedimientos, los cuales han sido orientados de manera clara y especifica por parte del profesional orientador de dicha actividad, donde incluye recomendaciones que son de mi conocimiento y total responsabilidad para la participación de las pruebas o ejercicios a realizar.

Doy certeza de que actúo de manera consciente y racional, y de manera consecuente y voluntaria en el proceso que se efectuará, dado que en ningún momento se van a presentar riesgos o amenazas que vayan a afectar mi parte física, psicológica o emocional.

Nombre del participante	Juan Andres Lopera
Firma del participante	JUAN ALZOPA
Documento de identidad	1234567 98

Nombre del Docente responsable	Dcy Hernando Ortiz Gomez
Firma del Docente responsable	Dcy H Ortiz G
Documento de identidad	9867602

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Institución Universitaria Pascual Bravo

Fecha 18/05/26 Hora 5:00 PM

Yo Katty Alexandra Acevedo Tabón, con documento de identidad C.C.____ T.I. ____ Otro cual ____ No. 1234 98765, en calidad de usuario, en la Institución Universitaria Pascual Bravo; certifico que he sido informado(a) con la claridad y veracidad respecto al proceso de registro fotográfico y video que se llevará a cabo, y soy conocedor de la actividad a realizar y de sus respectivos procedimientos, los cuales han sido orientados de manera clara y especifica por parte del profesional orientador de dicha actividad, donde incluye recomendaciones que son de mi conocimiento y total responsabilidad para la participación de las pruebas o ejercicios a realizar.

Doy certeza de que actúo de manera consciente y racional, y de manera consecuente y voluntaria en el proceso que se efectuará, dado que en ningún momento se van a presentar riesgos o amenazas que vayan a afectar mi parte física, psicológica o emocional.

Nombre del participante	Katty Alexandra Acevedo T.
Firma del participante	Katty Acevedo T.
Documento de identidad	1234 98765

Nombre del Docente responsable	Dry Hernando Orozco Gomez
Firma del Docente responsable	Dry H Orozco G
Documento de identidad	98672603

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Institución Universitaria Pascual Bravo

Fecha 18/05/26 Hora 5:00 PM

Yo Luisa Julieth David Gonzalez con documento de identidad C.C. X T.I. ____ Otro cual ____ No. 987651234, en calidad de usuario, en la Institución Universitaria Pascual Bravo; certifico que he sido informado(a) con la claridad y veracidad respecto al proceso de registro fotográfico y video que se llevará a cabo, y soy conocedor de la actividad a realizar y de sus respectivos procedimientos, los cuales han sido orientados de manera clara y especifica por parte del profesional orientador de dicha actividad, donde incluye recomendaciones que son de mi conocimiento y total responsabilidad para la participación de las pruebas o ejercicios a realizar.

Doy certeza de que actúo de manera consciente y racional, y de manera consecuente y voluntaria en el proceso que se efectuará, dado que en ningún momento se van a presentar riesgos o amenazas que vayan a afectar mi parte física, psicológica o emocional.

Nombre del participante	Luisa Julieth David Gonzalez
Firma del participante	Luisa David.
Documento de identidad	987651234

Nombre del Docente responsable	Dirg Hernando Ortiz Gomez
Firma del Docente responsable	Dirg H Ortiz C
Documento de identidad	9867602

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Institución Universitaria Pascual Bravo

Fecha 18/05/26 Hora 5:00PM

Yo Marcela Alzate, con documento de identidad C.C. X T.I. ____ Otro cual ____ No. 1928374 65, en calidad de usuario, en la Institución Universitaria Pascual Bravo; certifico que he sido informado(a) con la claridad y veracidad respecto al proceso de registro fotográfico y video que se llevará a cabo, y soy conocedor de la actividad a realizar y de sus respectivos procedimientos, los cuales han sido orientados de manera clara y especifica por parte del profesional orientador de dicha actividad, donde incluye recomendaciones que son de mi conocimiento y total responsabilidad para la participación de las pruebas o ejercicios a realizar.

Doy certeza de que actúo de manera consciente y racional, y de manera consecuente y voluntaria en el proceso que se efectuará, dado que en ningún momento se van a presentar riesgos o amenazas que vayan a afectar mi parte física, psicológica o emocional.

Nombre del participante	Marcela Alzate
Firma del participante	Marcela Alzate
Documento de identidad	1928374 65

Nombre del Docente responsable	Dry Hernando Orozco Gomez
Firma del Docente responsable	Dry H Orozco C
Documento de identidad	9867602

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Institución Universitaria Pascual Bravo

Fecha 18/05/22 Hora 5:00 PM

Yo Mary Sol Castañeda Benjumea, con documento de identidad C.C. X T.I. ____ Otro cual ____ No. 43508029, en calidad de usuario, en la Institución Universitaria Pascual Bravo; certifico que he sido informado(a) con la claridad y veracidad respecto al proceso de registro fotográfico y video que se llevará a cabo, y soy conocedor de la actividad a realizar y de sus respectivos procedimientos, los cuales han sido orientados de manera clara y especifica por parte del profesional orientador de dicha actividad, donde incluye recomendaciones que son de mi conocimiento y total responsabilidad para la participación de las pruebas o ejercicios a realizar.

Doy certeza de que actúo de manera consciente y racional, y de manera consecuente y voluntaria en el proceso que se efectuará, dado que en ningún momento se van a presentar riesgos o amenazas que vayan a afectar mi parte física, psicológica o emocional.

Nombre del participante	Mary Sol Castañeda Benjumea
Firma del participante	MarySol Castañeda
Documento de identidad	43508029

Nombre del Docente responsable	Dcp Hernando Orozco Gomez
Firma del Docente responsable	Dcp H Orozco C
Documento de identidad	98672602

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Institución Universitaria Pascual Bravo

Fecha 18/05/26 Hora 5:00 PM

Yo Mary stella Tobon Herrera, con documento de identidad C.C. X T.I. ____ Otro cual ____ No. 1357 92468, en calidad de usuario, en la Institución Universitaria Pascual Bravo; certifico que he sido informado(a) con la claridad y veracidad respecto al proceso de registro fotográfico y video que se llevará a cabo, y soy conocedor de la actividad a realizar y de sus respectivos procedimientos, los cuales han sido orientados de manera clara y especifica por parte del profesional orientador de dicha actividad, donde incluye recomendaciones que son de mi conocimiento y total responsabilidad para la participación de las pruebas o ejercicios a realizar.

Doy certeza de que actúo de manera consciente y racional, y de manera consecuente y voluntaria en el proceso que se efectuará, dado que en ningún momento se van a presentar riesgos o amenazas que vayan a afectar mi parte física, psicológica o emocional.

Nombre del participante	Mary stella Tobon Herrera
Firma del participante	Mary Tobón.
Documento de identidad	1357 92468

Nombre del Docente responsable	Dry Hernando Orozco Gomez
Firma del Docente responsable	Dry H Oroz C
Documento de identidad	9867602

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Institución Universitaria Pascual Bravo

Fecha 18/05/26 Hora 5:00 PM

Yo Vanessa Hernao Tobón, con documento de identidad C.C. X T.I. ____ Otro cual ____ No. 975318642, en calidad de usuario, en la Institución Universitaria Pascual Bravo; certifico que he sido informado(a) con la claridad y veracidad respecto al proceso de registro fotográfico y video que se llevará a cabo, y soy conocedor de la actividad a realizar y de sus respectivos procedimientos, los cuales han sido orientados de manera clara y especifica por parte del profesional orientador de dicha actividad, donde incluye recomendaciones que son de mi conocimiento y total responsabilidad para la participación de las pruebas o ejercicios a realizar.

Doy certeza de que actúo de manera consciente y racional, y de manera consecuente y voluntaria en el proceso que se efectuará, dado que en ningún momento se van a presentar riesgos o amenazas que vayan a afectar mi parte física, psicológica o emocional.

Nombre del participante	Vanessa Hernao Tobón
Firma del participante	Vanessa Hernao.
Documento de identidad	975318642

Nombre del Docente responsable	Dr. Hernando Ortiz Gomez
Firma del Docente responsable	Dr H Ortiz G
Documento de identidad	9867602