

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA DE SOFTWARE  
TRABAJO DE UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO  
DE INGENIERO DE SOFTWARE**

**TEMA: “SISTEMA DE RE-IDENTIFICACIÓN DE PERSONAS A TRAVÉS DE LAS  
CARACTERÍSTICAS FACIALES Y SOFT-BIOMÉTRICAS LA SILUETA CORPORAL,  
UTILIZANDO ALGORITMOS DE VISIÓN POR COMPUTADORA Y MACHINE LEARNING”**

**AUTORES:**

**VELASTEGUI ASTO, ALISON KARINA  
PÉREZ VILLAGÓMEZ, DAVID ALEJANDRO**

**TUTORA:**

**ING. JACHO GUANOLUISA, NANCY DEL PILAR, (MCL)**

**LATACUNGA**

**MARZO, 2023**



# Contenido



**Introducción**

**Objetivos**

**Metodología y arquitectura utilizadas**

**Análisis de resultados experimentales**

**Conclusiones y recomendaciones**



# Contenido



**Introducción**

**Objetivos**

**Metodología y arquitectura utilizadas**

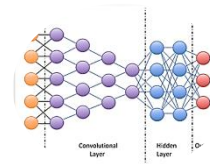
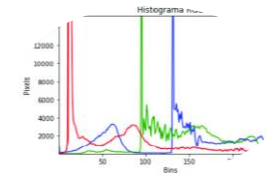
**Análisis de resultados experimentales**

**Conclusiones y recomendaciones**



# Introducción

- La Re-identificación de personas (Re-ID)
  - Rasgo biométrico (facial)
  - Rasgo soft-biométrico (silueta corporal)
- Etapas para el desarrollo de Re-ID
  - Detección y segmentación
  - Extracción de características
  - Identificación
- Sistema propuesto



# Contenido



**Introducción**

**Objetivos**

**Metodología y arquitectura utilizadas**

**Análisis de resultados experimentales**

**Conclusiones y recomendaciones**



# OBJETIVOS

## Objetivo General

Crear un sistema de Re-Identificación de personas a través de las características faciales y softbiométricas de la silueta corporal, utilizando algoritmos de Visión por Computadora y Machine Learning.

## Objetivos Específicos

- Conocer el estado del arte sobre métodos y técnicas para la re-identificación de personas a través de características faciales y softbiométricas de la silueta corporal.
- Implementar un sistema de re-identificación de personas a través de las características softbiométricas faciales y la silueta corporal, utilizando algoritmos de Visión por Computadora y/o Machine Learning.
- Validar los resultados, analizar errores y ajustar los modelos del sistema de videovigilancia.
- Documentar la tesina de grado para evidenciar el proceso realizado en el sistema de Re-Identificación de personas.



# Contenido



**Introducción**

**Objetivos**

**Metodología y arquitectura utilizadas**

**Análisis de resultados experimentales**

**Conclusiones y recomendaciones**



# Metodología y arquitectura utilizadas

## Características Biométricas

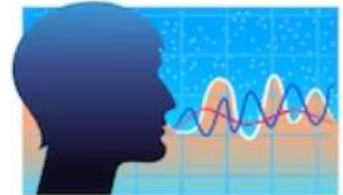
Es una ciencia que permite identificar a los seres vivos a través de sus propiedades físicas y de comportamiento

Se encarga de realizar mediciones referenciales y análisis estadísticos de todas las personas

### Características biométricas

Deben ser: únicas, inmutables, permanentes, universales, privadas

Los datos biométricos son: rostro, tono de voz, iris, el árbol de venas, firma, mano, huella dactilar, etc.





# Metodología y arquitectura utilizadas

## Características Soft-Biométricas

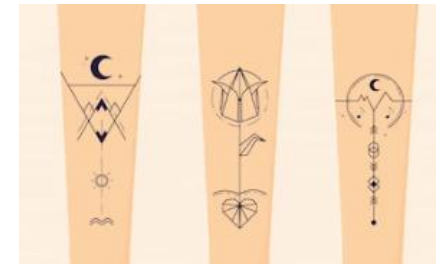
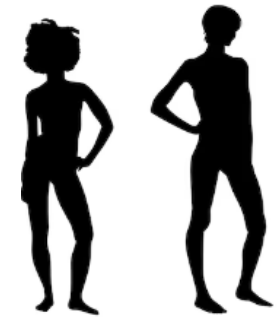
Son características físicas de las personas que pueden ser de comportamiento o de adherencia, clasificadas en categorías predefinidas del cumplimiento humano.

Aunque tienen un nivel discriminatorio bajo, son útiles para identificar a una persona cuando se combinan con otras características.

### Características Soft-Biométricas

Las propiedades que deben cumplir son: subjetividad, flexibilidad, complejidad, descriptividad, bajo nivel de discriminación.

Los más comunes son: color de ojos, silueta corporal, cabello, piel, forma y tamaño de la cabeza, altura y peso, marcas de nacimiento, tatuajes y cicatrices indelebles.



# Técnicas y/o modelos de Visión por Computadora y algoritmos de Machine Learning



Viola Jones

El algoritmo de Viola-Jones es un método utilizado para detectar los rostros humanos, consta de tres componentes principales: extracción de características Haar, creación de un clasificador y la utilización de un cascada.



# Técnicas y/o modelos de Visión por Computadora y algoritmos de Machine Learning

LBPH - SVM

LBPH es una técnica de procesamiento de imágenes utilizada para detectar características locales, mientras que SVM es un algoritmo de clasificación que se utiliza para la clasificación de datos. Ambas técnicas pueden utilizarse en conjunto para la detección de siluetas en imágenes.



# Metodología y arquitectura utilizadas

## Metodología Utilizada: SCRUM

### Roles de SCRUM

---

N°	Rol Scrum	Integrante	Descripción
01	Scrum Master	Ing. Nancy del Pilar Jacho Guanoluisa	Líder del equipo de Scrum
02	Product Owner	Dr. José Luis Carrillo Medina	Representa a las partes interesadas
03	Team Development	Alison Karina Velasteguí Asto, David Alejandro Pérez Villagómez	Desarrollo y diseño de la aplicación

---



# Metodología y arquitectura utilizadas

## Metodología Utilizada: SCRUM



# Metodología y arquitectura utilizadas

## Historias de Usuario

Nombre	Rol	Característica / Funcionalidad	Razón / Resultado
HU. 1	Como cliente	Solicito tener conjunto de imágenes de rostros.	Para entrenar un modelo de reconocimiento de rostros.
HU. 2	Como cliente	Solicito un sistema que permita identificar personas a través de sus rostros con el uso de tecnologías de Visión por Computadora.	Para reconocer a las personas por medio del rostro.
HU. 3	Como cliente	Solicito tener conjunto de imágenes de la silueta.	Para entrenar un modelo de reconocimiento de silueta.
HU. 4	Como cliente	Solicito un modelo de entrenamiento en base del descriptor de silueta.	Para obtener un modelo entrenado de identificación de silueta.
HU. 5	Como cliente	Quiero un sistema que permita identificar personas a través de sus siluetas con el uso de tecnologías de Machine Learning y Visión por Computadora.	Para reconocer a las personas por medio de la silueta cuando no se pueda reconocer por el rostro.
HU. 6	Como cliente	Solicito un sistema que realice la Re-Identificación de personas por medio del rostro y silueta.	Para que el reconocimiento de personas sea más preciso.



# Metodología y arquitectura utilizadas

## Metodología Utilizada: SCRUM



# Metodología y arquitectura utilizadas

## Sprint Backlog

---

Nombre	Estimación (días)	Fecha de inicio	Fecha de fin	N° de Sprint
HU. 1	7	24/10/2022	01/11/2022	01
HU. 2	13	02/11/2022	18/11/2022	01
HU. 3	6	21/11/2022	28/11/2022	02
HU. 4	2	29/11/2022	30/11/2022	02
HU. 5	12	01/12/2022	16/12/2022	02
HU. 6	15	19/01/2022	05/01/2023	03

---





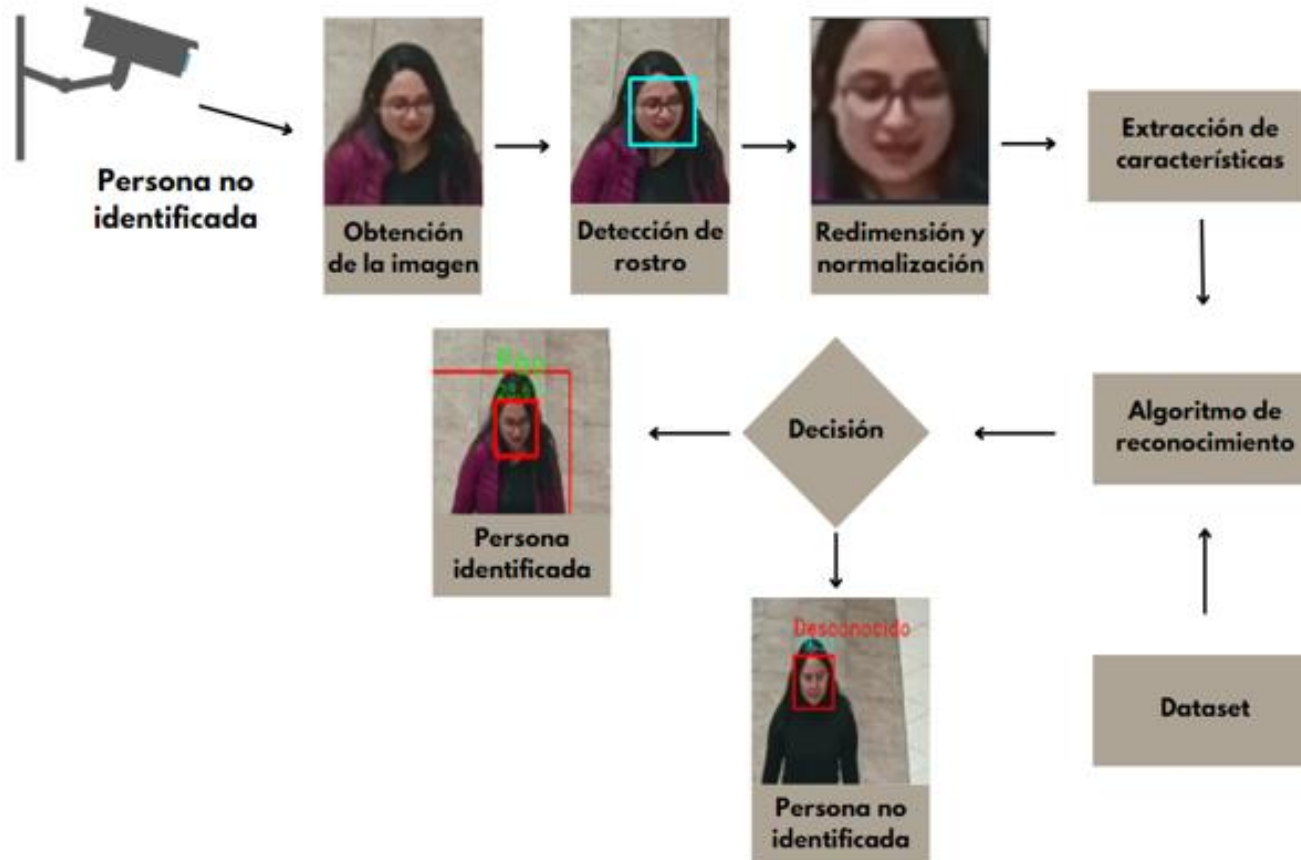
# Metodología y arquitectura utilizadas

## Metodología Utilizada: SCRUM



# Arquitectura y métodos utilizados

- *Sprint 01*



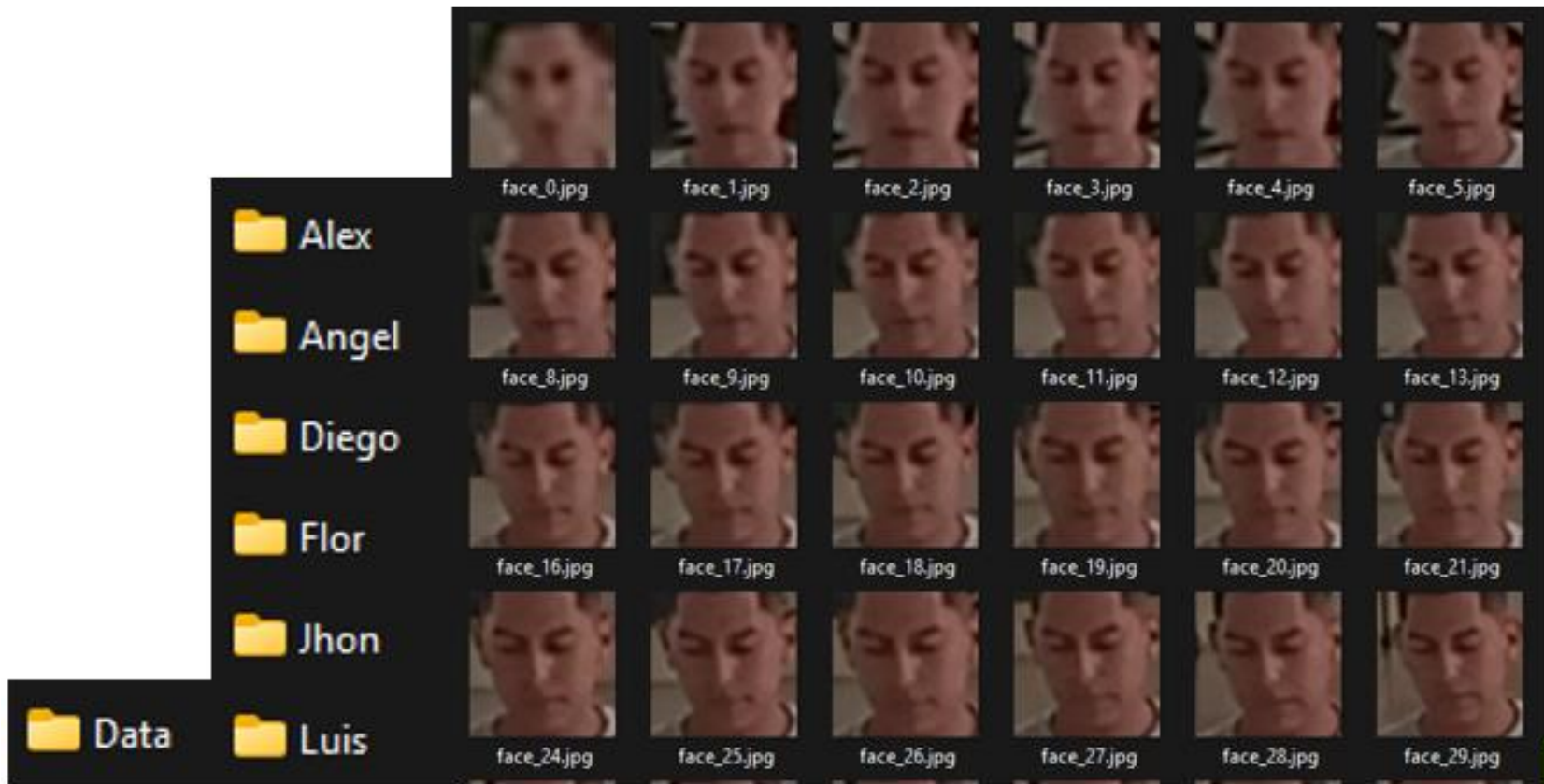
# Arquitectura y métodos utilizados

- *Pruebas Sprint 01*



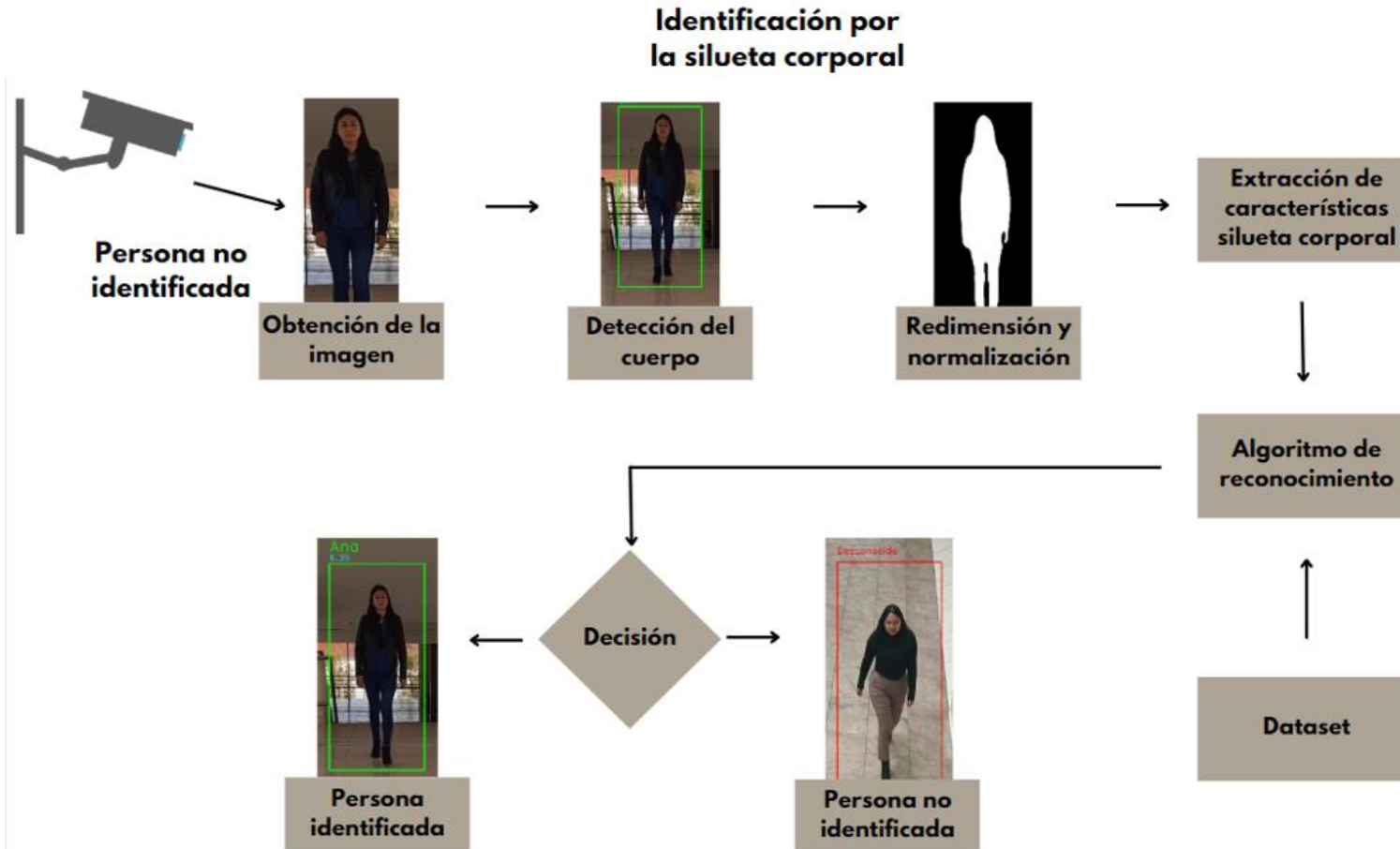
# Arquitectura y métodos utilizados

- Resultados del Sprint



# Arquitectura y métodos utilizados

- Sprint 02



# Arquitectura y métodos utilizados

- Pruebas Sprint 02



# Arquitectura y métodos utilizados

- Resultados del Sprint



# Arquitectura y métodos utilizados

- Sprint 03

```
def runInParallel(*fns):  
    proc = []  
    for fn in fns:  
        p = Process(target=fn)  
        p.start()  
        proc.append(p)  
    for p in proc:  
        p.join()  
  
if __name__ == '__main__':  
    runInParallel(facial, silueta)
```

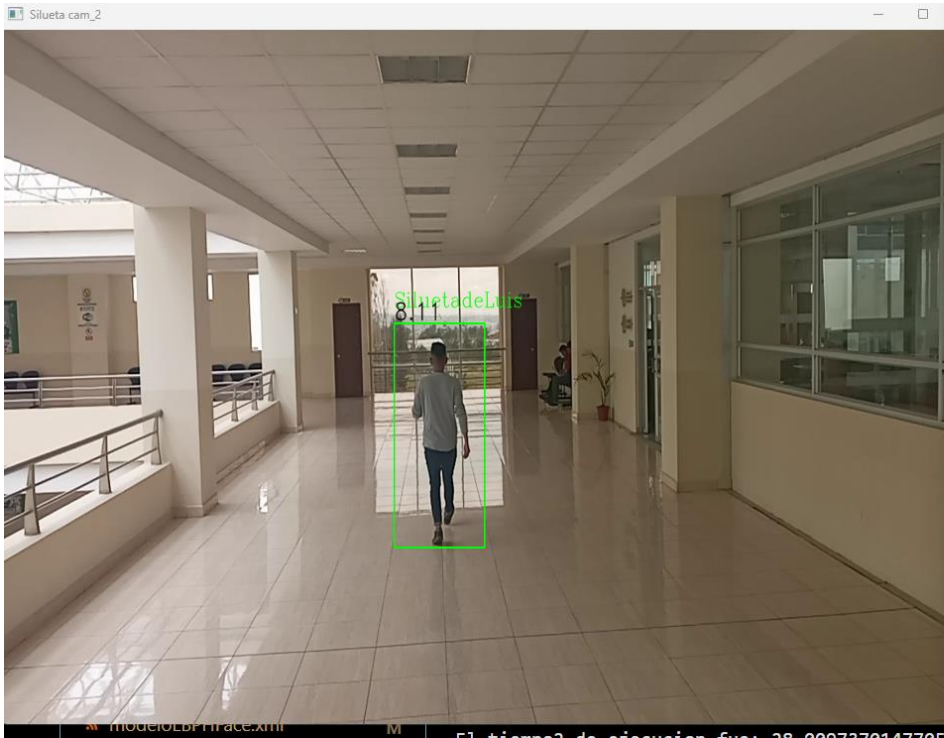




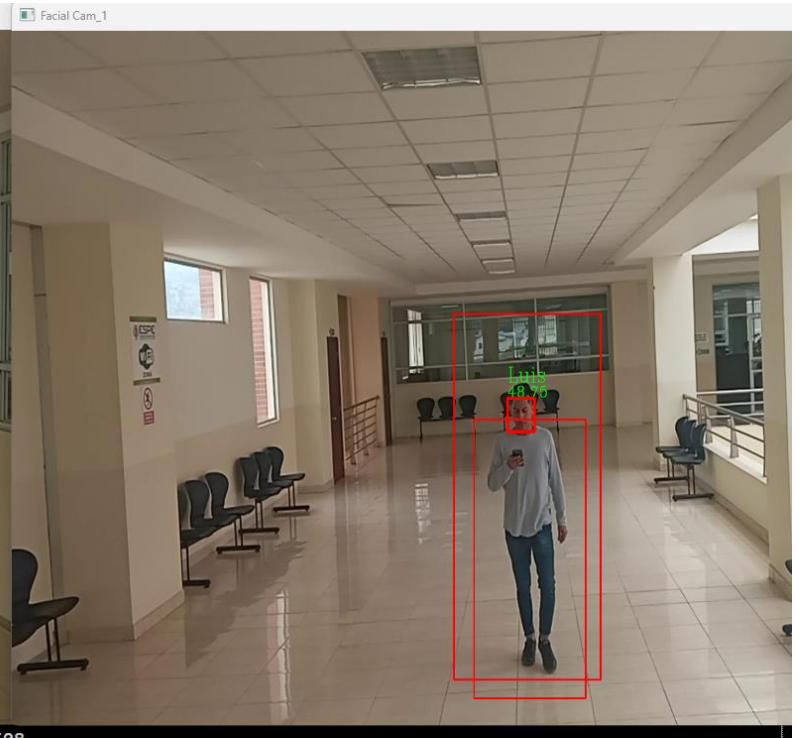
# Arquitectura y métodos utilizados

- Pruebas y Resultado Sprint 3

*Silueta*



*Facial*



# Arquitectura y métodos utilizados

- Resultados del Sprint



# Contenido



**Introducción**

**Objetivos**

**Metodología y arquitectura utilizadas**

**Análisis de resultados experimentales**

**Conclusiones y recomendaciones**



# Análisis de resultados experimentales

## Métrica de evaluación

Matriz de confusión

VALORES PREDICCIÓN	Verdaderos Positivos	Falsos Positivos
	Falsos Negativos	Verdaderos Negativos
	VALORES REALES	

- **Exactitud (Accuracy):** es igual a la proporción de predicciones que el modelo clasifica correctamente.

$$Accuracy = \frac{\# \text{ of correct predictions}}{\text{total \# of predictions}}$$

$$= \frac{VP + VN}{VP + VN + FP + FN}$$

- **Sensibilidad (Recall):** es una fracción del número total de casos relevantes realmente obtenidos.

$$Recall = \frac{VP}{VP + FN}$$

- **Precisión:** también conocida como valor predictivo positivo, es la relación entre los eventos asociados y los eventos recuperados.

$$Precision = \frac{VP}{VP + FP}$$



# Análisis de resultados experimentales

- **Verdaderos Positivos (VP):** Es el valor real positivo y el modelo predijo que también era positivo, es decir la persona es “Juan” y el modelo así lo predijo.
- **Verdaderos Negativos (VN):** Es el valor real negativo y el modelo predijo que también era negativo, es decir la persona no es “Juan” y el modelo predijo que sí.
- **Falsos Positivos (FP):** Es el valor real negativo y el modelo predijo que era positivo, es decir la persona no es “Juan” y el modelo predijo que sí era “Juan”
- **Falsos Negativos (FN):** Es el valor real positivo y el modelo predijo que era negativo, es decir la persona es “Juan” y el modelo predijo que no era “Juan”.



# Análisis de resultados experimentales

## Métrica de evaluación

### Matriz de confusión

VALORES PREDICCIÓN	Verdaderos Positivos	Falsos Positivos
	Falsos Negativos	Verdaderos Negativos
	VALORES REALES	

- **Exactitud (Accuracy):** es igual a la proporción de predicciones que el modelo clasifica correctamente.

$$Accuracy = \frac{\# \text{ of correct predictions}}{\text{total \# of predictions}}$$

$$= \frac{VP + VN}{VP + VN + FP + FN}$$

- **Sensibilidad (Recall):** es una fracción del número total de casos relevantes realmente obtenidos.

$$Recall = \frac{VP}{VP + FN}$$

- **Precisión:** también conocida como valor predictivo positivo, es la relación entre los eventos asociados y los eventos recuperados.

$$Precision = \frac{VP}{VP + FP}$$



# Análisis de resultados experimentales

## Facial

Persona	Trayecto	Clasificador	Accuracy	Precisión	Recall
	1		1	1	1
Jhon	2	Haar Cascade	0.8319	1	0.6947
	3		0.7852	1	0.0351
	1		0.9833	1	0.9793
Flor	2	Haar Cascade	0.8046	1	0.7815
	3		0.7862	0.9679	0.7844
	1		0.9758	1	0.9257
Angel	2	Haar Cascade	0.8180	1	0.2946
	3		0.6712	1	0.3721
	1		1	1	1
Alex	2	Haar Cascade	1	1	1
	3		0.7892	1	0.4267
	1		0.9633	0.9931	0.9695
Diego	2	Haar Cascade	0.3772	0.6423	0.4018
	3		0.9160	1	0.8658



**ISPE**

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# Análisis de resultados experimentales

## Silueta

Persona	Trayecto	Clasificador	Accuracy	Precisión	Recall
Jhon	1		0.4942	0.9675	0.4964
	2	SVM	0.5176	0.9938	0.5193
	3		0.4954	0.9814	0.4944
Flor	1		0.4235	0.9111	0.4212
	2	SVM	0.4989	0.8555	0.5294
	3		0.5	0.9234	0.5216
Ángel	1		0.8866	0.9485	0.9076
	2	SVM	0.9577	0.9902	0.9668
	3		0.7786	0.9952	0.7191
Alex	1		0.9889	0.9887	1
	2	SVM	0.7624	0.9945	0.7510
	3		0.8959	0.9925	0.9020
Diego	1		0.8589	0.9349	0.8914
	2	SVM	0.9354	0.9515	0.9812
	3		0.5269	0.8118	0.5774





# Análisis de resultados experimentales

- El porcentaje de predicción para el reconocimiento facial es de 87.62% y para la silueta corporal un porcentaje de 87.34% que se encuentra dentro de los valores mínimos y máximos que fueron investigados en la literatura científica y que para el reconocimiento facial se encuentra entre el 67 y 90 %.
- El porcentaje de predicción para el reconocimiento por la silueta es de 87.34% que se encuentra dentro de los valores mínimos y máximos que fueron investigados en la literatura científica y que para el reconocimiento por la silueta se encuentra entre el 69 y 92 %.



# Contenido



**Introducción**

**Objetivos**

**Metodología y arquitectura utilizadas**

**Análisis de resultados experimentales**

**Conclusiones y recomendaciones**



# Conclusiones

- El estado del arte sobre re-identificación de personas, ha permitido determinar que los avances en tecnologías de Visión por Computadora y Machine Learning se deben al aumento de la capacidad de procesamiento de datos y computadoras más potentes, permitiendo la creación de algoritmos y sistemas más precisos y eficientes para la Re-identificación de personas, como son las técnicas de VC como: Viola-Jones, LPBH y algoritmos de ML como: Support Vector Machines (SVM).
- Las técnicas de Visión por Computadora y Machine Learning deben enfrentar desafíos importantes en el proceso de Re-Identificación de personas con alta precisión, estas incluyen la variabilidad en la postura de la persona y la expresión facial, la resolución de la imagen, la calidad de la iluminación y la obtención de datos etiquetados de alta calidad.



# Conclusiones

- El uso de la metodología SCRUM resultó muy beneficioso para el proyecto de Re-Identificación facial y de silueta. Al implementar este método, el equipo logró trabajar de manera más eficiente y productiva, enfocándose en la entrega de valor y en la mejora continua del proceso. Además, permitió una mayor flexibilidad y adaptabilidad ante los cambios en los requisitos del proyecto, lo que resulta en un producto final más alineado con las necesidades del cliente.
- Para la implementación del sistema de Re-Identificación de personas en un sistema controlado dentro de la Universidad de las Fuerzas Armadas Sede Latacunga, se aplicó varios algoritmos, entre ellos, SVM por su eficacia en la clasificación, robustez ante datos típicos, capacidad para manejar gran cantidad de datos; LBPH por su robustez a la iluminación, facilidad de implementación, invarianza a la rotación para la detección por la silueta corporal; y Viola-Jones para la detección facial. Estos algoritmos permitieron capturar y procesar información de manera eficiente, con el fin de identificar a las personas de manera precisa y segura.



# Conclusiones

- Obteniendo como resultado los porcentajes de precisión de Re-Identificación facial con un promedio del 87.62% y una desviación estándar de  $\pm 7.9998$ ; y de silueta con un promedio del 87.34% y una desviación estándar del  $\pm 4.9035$ , mostrando así que la Re-Id facial y la silueta son características prometedoras en el campo de la videovigilancia.



*Gracias*



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA