

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

*SISTEMA DE DETECCION E IDENTIFICACION DE PERSONAS CON  
HISTORIAL DE HURTOS EN SUPERMERCADOS UTILIZANDO REDES  
NEURONALES PROFUNDAS*

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**LICENCIATURA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN**

Presentado por:

XAVIER ADRIÁN AGUIRRE PIEDRA

JUAN CARLOS ALCÍVAR GARCÍA

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2019

## **AGRADECIMIENTOS**

Le agradezco a Dios por ser mi guía espiritual y mi fortaleza en los momentos más difíciles de afrontar en mi carrera.

A mis padres por el sacrificio incondicional a lo largo de los años para llegar a esta meta, pilares fundamentales para lograrlo, esto logro es por todo su esfuerzo, gracias de corazón.

A mis hermanos por siempre creer en que lograría esta meta y por ser ese soporte emocional en muchas decisiones a lo largo de mi vida.

A mi esposa, mi compañera para toda la vida, por ser ese pilar fundamental que, a pesar de cualquier obstáculo, nunca me dejo decaer emocionalmente y por ser partícipe de los días más felices de mi vida.

A mi hijo, por ser la fuente de inspiración a lo largo de mi carrera profesional.

***Xavier***

## **AGRADECIMIENTOS**

Mis más sinceros agradecimientos a Dios por una oportunidad de vida que me dio para poder hacer realidad este sueño anhelado. A la ESPOL por darme la posibilidad de estudiar y ser un profesional, a los docentes que durante toda mi carrera me brindaron sus conocimientos, su experiencia y motivación para así ir formando en mí el profesional que soy. A mis padres, por sus palabras de aliento que me reanimaban cada día. A mi amigo y compañero de tesis Xavier, gracias a su amistad, apoyo y que somos equipo de trabajo.

***Juan Carlos***

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente Proyecto primeramente a Dios, por ser el guía espiritual que me ha dado fuerza y seguridad en cada paso de mi vida.

A mis Padres, por brindarme todo su esfuerzo y dedicación para poder terminar mi formación profesional.

A mi Esposa, por ser mi compañía a lo largo de mis años de estudio y por brindarme la felicidad más grande en esta vida, mi hijo.

A mi Hijo, por ser mi inspiración en cada esfuerzo que he podido dar a lo largo de la vida, no he podido lograr nada sin pensar en ti.

***Xavier***

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto lo dedico a mi Dios quien, con su infinito amor, supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para superar cada una de las adversidades que se presentan y así poder seguir adelante sin desmayar. A mis padres por a su apoyo incondicional, consejos diarios, comprensión y ayuda, por haberme inculcado buenos valores, principios, perseverancia y el coraje para conseguir mis objetivos.

A mis Esposa por estar siempre presente acompañándome para poder realizar uno de mis sueños. Especialmente a mis hijos quien han sido y serán mi mayor motivación, inspiración y felicidad y que son el motivo de levantarme cada día a seguir adelante para poder darles un mejor futuro.

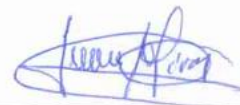
***Juan Carlos***

## DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, nos corresponde exclusivamente; y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



Xavier Adrián Aguirre  
Piedra



Juan Carlos Alcívar  
García

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, nos corresponde exclusivamente; y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

---

Xavier Adrián Aguirre  
Piedra

---

Juan Carlos Alcívar  
García

## EVALUADORES



**MSIG. Patricia Suárez Riofrio**  
PROFESOR DE LA MATERIA



**MSIG. Ronny Santana E.**  
PROFESOR TUTOR



## **EVALUADORES**

**MSIG. Patricia Suarez Riofrio**

PROFESOR DE LA MATERIA

**MSIG. Ronny Santana Estrella**

PROFESOR TUTOR

## **RESUMEN**

El reconocimiento facial representa un importante campo de estudio en la actualidad debido a la variedad de aplicaciones para las que puede ser empleado, que van desde la mejora de la seguridad o aplicaciones industriales hasta utilidades en dispositivos personales. Por otro lado, las redes neuronales han experimentado en los últimos años un incremento de su uso en todo tipo de sectores gracias a su adaptación a diferentes problemas. En este proyecto se pretende hacer uso de la librería Tensorflow, Keras y Python que usan los sistemas de reconocimiento facial, y posteriormente, implementar un sistema que aúne esta área con la de las redes neuronales, donde estas sean de utilidad en algunas fases que componen todo el proceso, así como realizar una evaluación de los resultados.

## ***ABSTRACT***

Facial recognition is currently an important field of study due to the variety its applications. They can be applied to security systems, industrial purposes or even in mobile applications. On the other hand, the use of neural networks has increased in several areas in the last years thanks to their adjustment capacity to different issues.

This project intends to make use of the Tensorflow, Keras and Python library that use facial recognition systems and, in addition, to implement a system that combines some methods from this area with some neural networks and evaluate the results

## ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES.....	9
RESUMEN.....	I
<i>ABSTRACT</i> .....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS .....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS .....	VII
CAPÍTULO 1 .....	8
1. Introducción .....	8
1.1 Descripción del problema .....	9
1.2 Objetivos.....	10
1.2.1 Objetivo general .....	10
1.2.2 Objetivos específicos .....	10
1.3 Marco teórico .....	11
1.3.1 Antecedentes investigativos .....	11
CAPÍTULO 2 .....	17
2. solución propuesta.....	17
2.1 Metodología.....	17
2.1.1 ¿Qué es la metodología Scrum?.....	17
2.1.2 Roles en SCRUM.....	17
2.1.3 Procesos en Scrum.....	18
2.1.3.1 Inicio de Ciclo .....	19
2.1.3.2 Sprint .....	19
2.1.3.3 Daily Standup .....	19
2.1.3.4 Entregables.....	19

2.1.3.5 Lista priorizada .....	20
2.2 Historia de usuario con criterios de aceptación .....	20
2.2.1 Historia de usuario 1 – Registro de usuario .....	20
2.2.2 Historia de usuario 2 - Inicio de sesión .....	21
2.2.3 Historia de usuario 3 – Registro de imágenes de personas.....	21
2.2.4 Historia de usuario 4 – Configuración de alertas.....	22
2.2.5 Historia de usuario 5 – Proceso. ....	23
2.3 BlackBoard SCRUM .....	23
2.4 Desarrollo del sistema (Diseño, Base de Datos, Herramientas) .....	24
2.5 Pantallas .....	25
CAPÍTULO 3.....	30
3. Análisis de resultados. ....	30
3.1 Módulo de Adquisición.....	30
3.2 Módulo de carga de datos y procesamiento .....	31
3.3 Módulo de Verificación.....	35
3.4 Módulo de reportes y notificaciones.....	36
3.5 Resultados.....	38
3.5.1 Análisis de efectividad de Reconocimiento y Detección de Personas con historial de hurtos .....	39
3.5.2 Resultados y Análisis.....	41
CAPÍTULO 4.....	42
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	42
Conclusiones .....	42
Recomendaciones .....	42
BIBLIOGRAFÍA.....	44

## **ABREVIATURAS**

TIA	Tiendas Industriales Asociadas S.A.
S.A.	Sociedad Anónima
CNN	Convolutional Neural Network
KNN	K-Nearest Neighbors
Web	Red Mundial
API	Interfaz de Programación de Aplicaciones
MER	Modelo Entidad Relación

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.3.1 Esquema de una neurona – [neurona artificial] .....	9
Figura 2.1.3 Procesos en Scrum – [neurona artificial] .....	16
Figura 2.3. BlackBoard Scrum .....	21
Figura 2.4 Modelo entidad relación .....	23
Figura 2.5.1 Pantalla de Inicio de sesión .....	23
Figura 2.5.2 Pantalla de registro de personas y carga de imágenes .....	24
Figura 2.5.3 Pantalla de registro de eventos .....	24
Figura 2.5.4 Pantalla de consulta de eventos .....	25
Figura 2.5.5 Pantalla de reportes de novedades .....	25
Figura 2.5.6 Pantalla de administración .....	26
Figura 2.5.7 Pantalla de actualización de administración .....	26
Figura 2.5.8 Pantalla de detección e identificación .....	27
Figura 2.5.9 Mensajes de Alertas de identificación .....	27
Figura 3.1 Cámara utilizada para detección y reconocimiento.....	28
Figura 3.2.1 Estructura de la red neuronal convolucional CNN [tomado de un blog].	29
Figura 3.2.2 Grafico Train vs Validación [tomado de TensorBoard] .....	31
Figura 3.2.3 Grafico loss function – [tomado de TensorBoard] .....	31
Figura 3.2.4 Captura de pantalla del entramiento de la red neuronal artificial .....	32
Figura 3.3 Grafica de verificación .....	34
Figura 3.4.1 Visualizar reporte de eventos .....	35
Figura 3.4.2 Proceso de detección .....	35
Figura 3.4.3 Notificación recibida por correo electrónico de evento .....	36
Figura 3.5 Imagen captada para el análisis - [tomado desde cámara web usb].....	37

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1.3.5. Lista Priorizada .....	pag 18
Tabla 2.2.1- Configuración de usuarios .....	pag 18
Tabla 2.2.2 inicio de sección .....	pag 19
Tabla 2.2.3 Registro de imágenes personas .....	pag 19
Tabla 2.2.4 Configuración de alertas .....	pag 20
Tabla 2.2.5 Procesos de detección .....	pag 20
Tabla 2.4 Herramientas utilizadas .....	pag 22



# **CAPÍTULO 1**

## **1. INTRODUCCIÓN**

En la actualidad las cadenas de supermercados a nivel nacional experimentan un incremento de por lo menos un 32% con respecto a los últimos 3 años de la cantidad de hurtos reportados a las autoridades policiales. Las pérdidas económicas son aproximadamente un 8% del inventario disponible para la venta de todas las cadenas de supermercado, producidas por esta problemática, ha llevado a que los propietarios de los establecimientos definan planes de acción que permitan reducir este porcentaje de pérdidas. Para lo cual se está proponiendo una solución que permita detectar e identificar persona que han tenido un registro previo de hurto en los diferentes establecimientos a nivel país.

Esta problemática presente en los supermercados se ve causada generalmente al alto índice de delincuencia, drogadicción y desempleo que es un fenómeno representativo de nuestra sociedad actual.

Por la cual se espera reducir el nivel de hurto a nivel nacional implementado nuevos procedimientos de control y seguridad.

## **1.1 Descripción del problema**

Las cadenas de supermercados ofrecen a su distinguida clientela, gran variedad en sus productos, a lo largo de sus 200 Sucursales a nivel nacional. Con la inseguridad en la que actualmente vive el país, en ocasiones hay hechos delictivos (hurtos) perpetrados por personas no deseadas. Estos hechos influyen directamente en el inventario de productos contemplada en cada Sucursal en toda la Compañía.

Cuando este acto ocurre y es detectado, la administración de la sucursal, detienen a las personas involucradas en el hurto, se proceden a tomarle foto, la cual queda archivada como evidencia de lo ocurrido y en futuro estar alerta en actos repetitivos de estas personas, esto como medida de seguridad.

Las fotos de las personas detectadas en estos hechos permanecen en las sucursales en donde ocurrieron, y no son respaldadas de ninguna forma, por lo tanto, las administraciones de otras sucursales, no tiene forma de saber que una o varias personas que ingresen en sus respectivos locales hayan cometido hurtos en otros locales.

Con el tiempo y la rotación de personal, las fotos se pierden fácilmente.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general**

Reducir el índice de hurtos y protección de los inventarios de manera rápida y efectiva, estableciendo nuevos procedimientos de control y aplicando una solución tecnológica que permita detectar personas no deseadas en los supermercados, utilizando reconocimiento facial con redes neuronales profundas

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Reducir los índices de hurtos, desarrollando la infraestructura necesaria que permita la detección de personas no deseadas.
- Protección de los inventarios sujetos a la disminución por las mermas.
- Identificar a la persona en el momento preciso que ingresa al establecimiento.
- Mejorar los procedimientos y políticas establecidas en las cadenas de supermercados para disminuir el efecto negativo de las mermas.
- Aplicar controles y procedimientos necesario en las tiendas que son más frecuentadas por personas no deseadas.

## 1.3 Marco teórico

### 1.3.1 Antecedentes investigativos

Dentro de la bibliografía revisada se ha encontrado varios documentos referentes a los diferentes mecanismos de identificación existentes en la actualidad, además de tesis de grado con ciertas similitudes las cuales sirvieron de guía para el desarrollo del presente proyecto de investigación.

#### Redes Neuronales.

**La neurona artificial.** Las neuronas artificiales son modelos que tratan de simular el comportamiento de las neuronas biológicas. Cada neurona se representa como una unidad de proceso que forma parte de una entidad mayor, la red neuronal (Figura) Esquema de una neurona artificial Imagen extraída de ibiblio.org

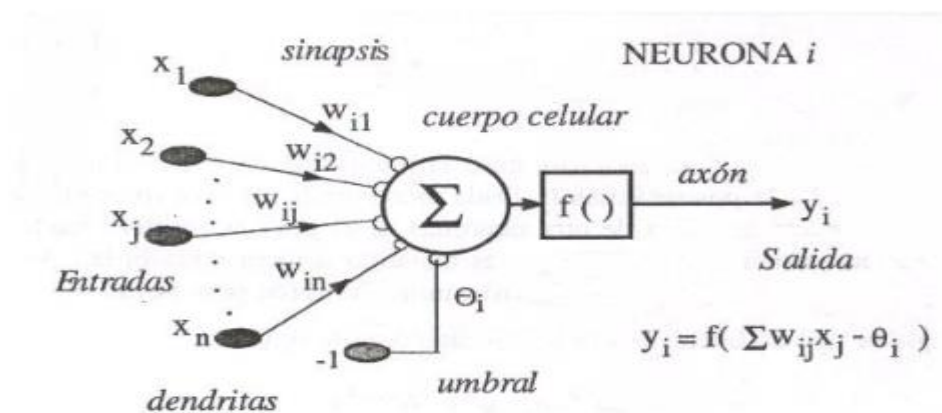


Figura 1.3.1 Esquema de una neurona – [neurona artificial]

En la investigación realizada por Adrián Sáez, analiza que Deep learning y Machine learning son temas que en estos tiempos son muy presente en varios campos, como por ejemplo en la medicina, en el marketing, en el marketing para segmentar grupos en redes sociales. En la investigación realizada, trata de reconocimiento faciales en imágenes. Las grandes empresas multinacionales aplican estos conceptos, con el fin de adaptarse a las necesidades que se requieren y con esto

ofrecer mejores diagnósticos, y en el proyecto realizado para las empresas que se encargan a la conducción de automotores, para ofrecer mayor seguridad.

En este proyecto se utiliza arquitectura de redes neuronales profundas e inteligencia artificial, en que su objetivo es de crear técnicas.

Al inicio de la investigación se utiliza herramientas tecnológicas como Python, Dlib, Opencv , pero después en otra fase, se utiliza redes neuronales profundas, donde se utiliza Python con Keras. [1]

En la investigación realizada por Vadym Ivan Chuk trata de reconocimiento faciales mediante aprendizaje transferido y redes neuronales convolucionales, donde se presenta un sistema de reconocimiento faciales de expresiones usando redes neuronales convolucionales, para lo cual se observa algunas arquitecturas convolucionales ( Inception-Resnet-v2, Inception-V3, Resnet-50) además se pone en marcha un proyecto de análisis, técnicas y métodos de aumentos de datos, que va desde el enfoque de generación de representaciones de artículos y también del preprocesamiento de las imágenes con métodos de redes generativas antagónicas.. [2]

En la investigación desarrollada por Javier Martínez Llamas, presenta un proyecto utilizando red neuronal convolucional, que se utiliza en el campo marítimo, para reconocer e identificar especies de ballena jorobada, utilizando como datos, los patrones de las colas. Iniciando de varias imágenes que son tomadas de las colas de varias ballenas, en este proyecto además se explica la fase del procesamiento y del proceso del entranamiento neuronal

El proceso consiste desde el análisis y procesado de todas las imágenes a la elaboración de predicciones, en este proyecto se usa como herramienta de tecnología Tensorflow y la librería Keras.

Uno de los algoritmos utilizados es Adam o Adaptive Moment Estimation, algoritmo que permite cambiar el ritmo de aprendizaje a medida que se desarrolla el entrenamiento. [3]

En la investigación realizada por Mario Martín López en junio 2018 Madrid, trate de reconocimiento facial, elaborando un modelo funcional de un sistema de control de acceso, utilizando reconocimiento facial. Usando como herramienta tecnológica Python y las siguientes herramientas:

OpenCv, librería de visión artificial con soporte para C, que permite trabajar con los fotogramas de una fuente de video en tiempo real uno a uno, y de esta forma permitir que cada fotograma sea procesado por el sistema de detección, también proporciona una implementación del detector Haar Cascade de Viola y Jones.

Dlib, toolkit que contiene algoritmos de machine learning y herramientas que permiten manejar problemas de reconocimiento y detección compatible con Python. [4]

Algunos autores proponen sistemas de bloqueo, no solo para automóviles sino también para todo tipo de vehículos, que garanticen la seguridad, con la identificación del conductor, con esto se podrá determinar que la persona que se encuentra en el vehículo está autorizada, caso contrario se bloqueará el vehículo. [5]

Estudio realizado por parte de Juan José Toro Agudelo sobre las técnicas de biometría en patrones faciales del ser humano. Debido a este estudio se puede realizar la reconocimiento e identificación facial de personas, que permita su acceso a ciertos recursos, pero este estudio no se limita únicamente a controlar la identificación de personas, sino que adicional permita evolución en el campo de la video vigilancia, en este trabajo el cual se establece un estudio de varios métodos de reconocimiento facial existentes, principalmente en patrones faciales de las personas.

[6]

Estudio realizado por Carlos Quintero , Carlos Quintero , Fernando Merchán, Aydeé Cornejo y Javier Sánchez-Galán, realiza un proyecto donde el principal objetivo es desarrollar un sistema que permita reconocer dos familias de macroinvertebrados mediante imágenes. El proyecto se basa en algoritmos de redes neuronales profundas (DEEP Neural Networks), con el que se logra el aprendizaje de patrones partiendo de un conjunto de imágenes proveniente del internet y de biomonitores utilizando tensorflow y Keras.

Estas imágenes son de fotografías de especímenes Calopterygidae y Heptageniidae. En este proyecto se aplica 4 operaciones

- \* Extraer características de imágenes, capa convolucional
- \* Rectificador lineal de unidad,
- \* Pooling, reducción de dimensiones para disminuir los tiempos de procesamiento.
- \* Capa totalmente conectada. Clasificación basada en características extraídas por la capa de convolución y las reducidas por pooling

En este proceso se utiliza el algoritmo inception-v3, que se logra clasificar las familias de macroinvertebrados Calopterygidae y Heptageniida con una precisión al 90% [7]

El estudio realizado por Roger Gimeno y Josep Ramos sobre técnicas de reconocimiento de patrones, se muestra un sistema de detección de caracteres de objetos y faciales, que se aplican sobre imágenes sin hacer uso de modelos 3D, el cual los objetos están representados en diferentes vistas de este, el objetivo de los diferentes algoritmos es de clasificar las diferentes sub-caras de un objeto en un nuevo espacio, y esto es necesario para entrenar el sistema de detección [8]

El estudio realizado por Luis Blázquez Pérez sobre el reconocimiento facial, está proyectado al análisis de puntos característicos de entornos y la cara, en entornos no controlados, enfocado principalmente al desarrollo de un sistema de corrección y detección de puntos faciales, de esta manera se realiza análisis de

cada uno de los rasgos faciales con esto se desarrollaron experimentos en cada etapa, que se centra en observar el potencial del detector además de corrector de los puntos faciales dentro de su proyecto. [9]

El estudio realizado por Sebastián Bronte acerca de los sistemas de reconocimiento y detección facial de conductores, en este proyecto se desarrolla un sistemas de seguridad y reconocimiento de patrones faciales, el cual puede estar implementado en un vehículo, como además de forma de seguridad para robos, de esta manera se crea una base de datos para el registro de personal autorizado para la conducción, en el proyecto se utiliza el algoritmo 2DPCA, utilizado para el procesamiento de los caracteres faciales, datos obtenidas mediante la cámara, comprobando que la persona que vaya como conductor se encuentre dentro de la base de datos.[10]

Esta investigación hecha por Jorge Rafael Valvet, determina que, en la etapa de procesamiento de rostros, haciéndolos invariantes al tamaño y a los cambios de contraste, utilizando algoritmos de los momentos invariantes, usando HU y de Yan. Para el reconcomiendo y aprendizaje de los rostros, utilizan clasificadores no lineales de patrones, los cuales se calculan por métodos de simulación o algún método no matemático.

La aplicación del reconocimiento de rostros de personas en imágenes digitales es útil en entornos en los que difícil el monitoreo de personas, facilitando el proceso de detención de personas que se encuentran en la base de datos de personas sospechosas. La identificación es también un buen método biométrico, el cual se puede utilizar en controles de acceso en áreas restringidas. [11]

El estudio realizado por Pedro Pablo García, que trata sobre extracción de patrones en imágenes, en este proyecto se utiliza redes neuronales artificiales. La información del proyecto de la Red con los datos de las imágenes, se registran en una base de datos, para luego ser accesado en un servicio Web. Un Dispositivo móvil que permite manejar la información almacenada en el sitio web. Con el dispositivo Tablet o móvil se puede hacer capturas de imágenes con el dispositivo de imagen o cámara, este procesará la imagen y con manejo del sitio web, esta captura podrá ser identificada y saber de qué imagen se trata. En el



procesamiento de la imagen se utiliza librerías OpenCV, tanto en el servidor como en el teléfono móvil. [12]

La presente investigación por Reynaldo Antonio Aquino presenta un sistema de interpretación y reconocimiento del alfabeto dactilológico, utilizando red neuronal artificial, En este proyecto para el de desarrollo se utilizó TensorFlow, y OPenCv , siguiendo métodos de visión artificial. Para armar la red neuronal se hizo el entrenamiento de una red neuronal convolucional. Después del entrenamiento se optimizó el modelo para ser utilizado. Se realiza prueba en la aplicación móvil para evaluar la aplicación de reconcomiendo y asi determinar su fiabilidad y seguridad, del cual, como resultado, se obtuvieron datos satisfactorios [13]

La presente investigación hecha por Rubén Cárdenes Almeida, presenta pruebas que aplica redes neuronales artificiales, en esta investigación trata de temas relacionado con la rama de la biología, comportamiento de manera similar a las neuronas, que se comporta de forma similar a la de un cerebro humano, la características de una red RNA permite aprender de la experiencia, generalizar de ejemplos anteriores a ejemplos nuevos, abstracción de la secuencia de las entradas [14]

De acuerdo con el estudio realizado Eva Cristina Andrade Tepán, se puede decir, que en un futuro las redes neuronales artificiales no superarán la funcionalidad del cerebro humano, ni tan siquiera lo igualarán por la complejidad que éstos presentan. [15]

# CAPÍTULO 2

## 2. SOLUCIÓN PROPUESTA.

Desarrollo de una aplicación para el reconocimiento facial mediante redes neuronales profundas que nos permita detectar e identificar personas recurrentes en actos de hurto. Para el desarrollo de esta aplicación se tomará como marco de referencia la adopción de una metodología de trabajo que apunte el éxito del proyecto.

### 2.1 Metodología.

Con el objetivo de obtener resultados eficientes y a corto plazo se ha utilizado la metodología Scrum para el desarrollo de la solución propuesta, la cual se detalla a continuación.

#### 2.1.1 ¿Qué es la metodología Scrum?

Scrum es una metodología flexible y ágil para gestionar el desarrollo de software, su principal objetivo es maximizar el retorno de la inversión para su empresa.

Ser ágil en desarrollo de proyectos es optimizar el uso de recursos y buscar la mejor manera de llevar a cabo un proyecto aprovechando experiencias propias y la de los colaboradores.

#### 2.1.2 Roles en SCRUM

Los Roles de Scrum tenemos dos categorías:

##### 2.1.2.1 Roles centrales

Roles centrales son aquellos que su participación es indispensable para la realización del proyecto, están comprometidos con el proyecto y son responsables del éxito de cada sprint en general. Estos son:

- Product owner
- Scrum master
- Equipo Scrum

### 2.1.2.2 Roles no centrales

Los no centrales son aquellos cuya participación en el proyecto es importante pero no depende de ellos el éxito o fracaso del proyecto, es importante siempre identificar los personajes de esta categoría y mantenerlos siempre presentes, en cualquier momento los roles pueden ser decisivo para el proyecto (por ejemplo, si es un *sponsor*). Estos son:

- Stakeholders
  - Cliente
  - Usuarios
  - Patrocinador (sponsor)
- Vendedores
- Scrum Guidance Body

### 2.1.3 Procesos en Scrum

Los procesos en Scrum están enmarcados en **cajas de tiempo** considerado como uno de los principios del marco de trabajo y es lo que nos permite llevar eficazmente la planeación y ejecución del proyecto.

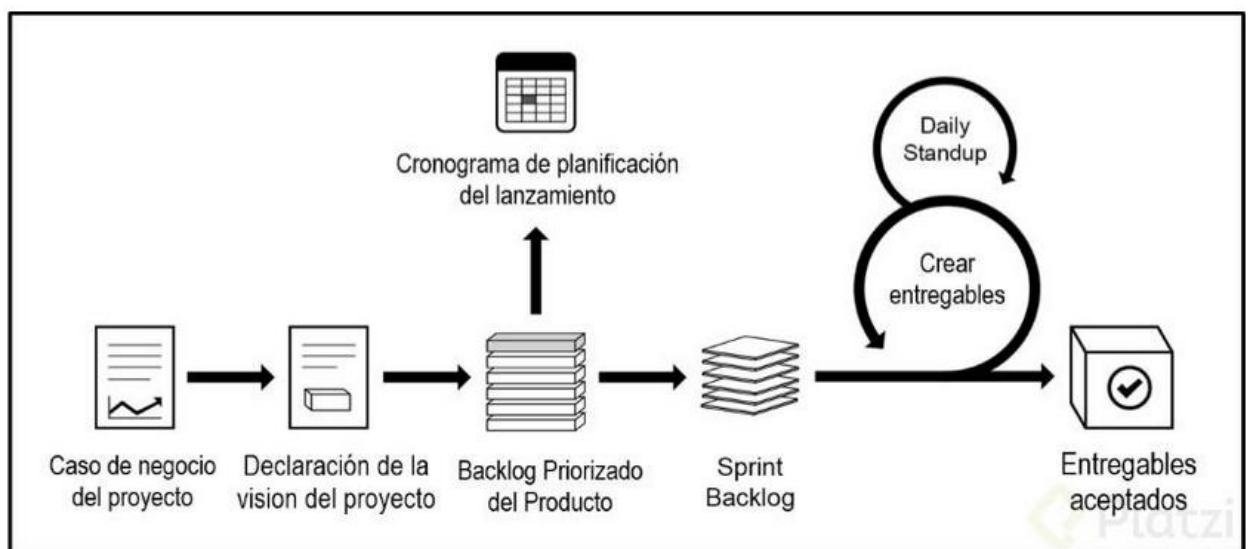


Figura 2.1.3 Procesos en Scrum – [neurona artificial]

### 2.1.3.1 Inicio de Ciclo

El ciclo inicia con la reunión de personajes interesados (*stakeholders*) en la que se crea la descripción de la visión del proyecto. Luego el **product owner** crea la lista de productos priorizada (*prioritized product backlog*) que contiene la lista de los requerimientos en orden de prioridad para la organización o negocio y el proyecto en forma de historias de usuario.

### 2.1.3.2 Sprint

Un **Sprint** es una de las cajas de tiempo de Scrum, tiene un tiempo estimado de duración de 1 a 6 semanas en las que el equipo de Scrum trabaja en la creación de los entregables, el sprint inicia con la reunión de planeación del sprint (*Sprint planning meeting*) la reunión tiene una duración de 8 horas para un sprint de 4 semanas, es en este tiempo en el que se analizan las historias de usuario y de acuerdo a la prioridad se incluyen en el *Sprint Backlog* que es el listado de tareas que se van a implementar durante el *sprint* que inicia.

### 2.1.3.3 Daily Standup

Durante el *sprint* se realizan reuniones diarias llamadas **Daily Standup**, máximo durante 15 minutos el equipo de Scrum se reúne para discutir el progreso diario y si hay impedimentos. Al final de cada sprint se realiza una reunión de revisión del *Sprint* (*Sprint Review Meeting*) en la cual se hace una demostración de los entregables desarrollados al *product owner* y a los *stakeholders* relevantes.

### 2.1.3.4 Entregables

Si los entregables cumplen con todos los criterios de aceptación definidos el *product owner* los acepta y reinicia el ciclo, una de las ventajas de usar Scrum es que siempre se está pensando en mejoras por eso es importante siempre al final de cada *sprint* realizar una reunión de retrospectiva del sprint en la que se analizan los problemas presentados y las lecciones aprendidas.

### 2.1.3.5 Lista priorizada

Para el proyecto de control y seguridad que ofrecen las cadenas de supermercados a nivel nacional, se elabora una lista priorizada que consta de 5 sprints.

En cada sprint se define la actividad y su orden de ejecución tal como se muestra en la tabla 2.1.3.5. Lista Priorizada

Id	Requerimiento		Usuario	Descripción	Prioridad	Sprint
1	Inicio de sesión	Crear diseño de la pantalla Desarrollo	Administrador de sucursal	Para que los usuarios hagan uso de la aplicación	4	2
2	Registro de usuario.	Crear diseño de la pantalla Desarrollo	Administrador de sucursal	Pantalla para registro de usuarios por parte del administrador	3	3
3	Registro imágenes de personas	Crear diseño de la pantalla Desarrollo	Administrador de sucursal	Pantalla para el registro de personas con historial de hurto	2	4
4	Ver alertas	Crear diseño de la pantalla Desarrollo	Administrador Guardias		1	5
5	Registro de Evento	Crear diseño de la pantalla Para registro de eventos	Administrador de sucursal	Pantalla para el registro de eventos de personas con historial de hurto	5	5

**Tabla 2.1.3.5. Lista Priorizada**

## 2.2 Historia de usuario con criterios de aceptación

A continuación, se detallan los lineamientos obtenidos de los usuarios que utilizan la aplicación.

### 2.2.1 Historia de usuario 1 – Registro de usuario

Muestra un formulario en el cual el usuario ingresa sus datos personales básicos, con el cual se autentica su acceso a la aplicación.

Ver Tabla 2.2.1

Numero:1	Usuario: Configuración de usuario
Nombre de la Historia:	Registro de usuario
Descripción:	"Como usuario quiere registrarme en la aplicación para poder utilizar las funcionalidades que esta brinda"
Criterios de aceptación:	Considerar tipo de usuario administrador. Se debe cumplir que el usuario llene todos los campos del formulario, para lograr el registro con éxito.

**Tabla 2.2.1- Configuración de usuarios**

### **2.2.2 Historia de usuario 2 - Inicio de sesión**

Para hacer uso del aplicativo se requiere que el usuario inicie la sesión, mediante un usuario y contraseña, se valida el acceso del usuario. Ver Tabla 2.2.2

Numero:2	Usuario: Inicio de sesión de Usuario
Nombre de la Historia:	Iniciar Sesión
Descripción:	"Como usuario quiero iniciar sesión en la aplicación web que sirva para poder utilizar la funcionalidad específica para el usuario registrado"
Criterios de aceptación:	Se debe cumplir que si el usuario ingrese su nombre de usuario y su respectiva contraseña para acceder a la aplicación.

**Tabla 2.2.2 inicio de sección**

### **2.2.3 Historia de usuario 3 – Registro de imágenes de personas.**

Permite registrar las diferentes imágenes de personas con historial de hurto, como se muestra en la Tabla 2.2.3

Numero:3	Usuario: Usuario autorizado
Nombre de la Historia:	Registro de imágenes
Descripción:	Como usuario quiero registrar en la aplicación, las diferentes imágenes del rostro de las personas con historial de hurto.
Criterios de aceptación:	Se debe cumplir que el usuario ingrese datos de imagen y nombre de la persona en la siguiente pantalla.

**Tabla 2.2.3 Registro de imágenes personas**

#### **2.2.4 Historia de usuario 4 – Configuración de alertas.**

Permite registrar los usuarios que recibirán los mensajes de alertas en la detección de personas Tabla 2.2.4

Numero:4	Usuario: Alertas de detección
Nombre de la Historia:	Configuración de alertas
Descripción:	Como usuario quiero registrar como parámetros a que usuarios y en que formato o modalidad se envían los mensajes de avisos de alertas por detección de personas con historial de hurto.
Criterios de aceptación:	Se debe cumplir que el usuario ingrese los destinatarios y modalidad de envío de alertas.

**Tabla 2.2.4 Configuración de alertas**

### 2.2.5 Historia de usuario 5 – Proceso.

Permite realizar el proceso de detección, identificar Tabla 2.2.5

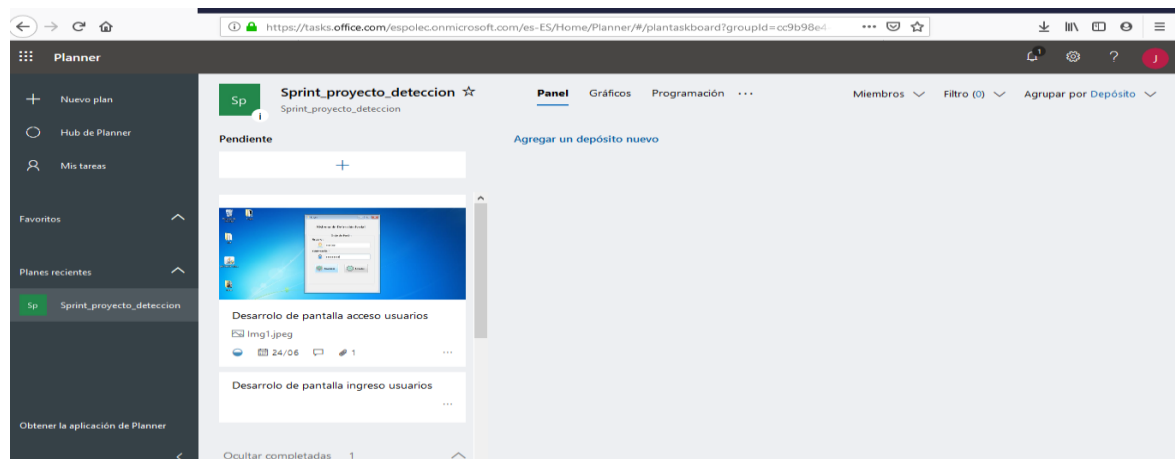
Numero:5	Usuario: Proceso de detección
Nombre de la Historia:	Detección e identificación
Descripción:	Como usuario se requiere que el sistema realice el proceso de detección e identificación de personas no deseadas, enviando las alertas correspondientes.
Criterios de aceptación:	El sistema debe estar correctamente configurado.

**Tabla 2.2.5 Procesos de detección**

## 2.3 BlackBoard SCRUM

Como herramienta colaborativa de desarrollo que permita llevar el control del equipo de trabajo, tareas y avances, se ha seleccionado el software Planner en versión gratuita que provee Microsoft.

Planner es una herramienta para organizar las tareas a realizar por los integrantes de los grupos de proyectos, es sumamente útil para equipos de trabajo que usan metodologías ágiles de desarrollos de software. Planner está compuesto por un panel donde se muestra el estado de actividades además cuenta con la opción gráficos la cual permite visualizar la estadística o la línea de tiempo en la que se deben llevar a cabo las actividades. Figura 2.3.





**Figura 2.3. BlackBoard Scrum**

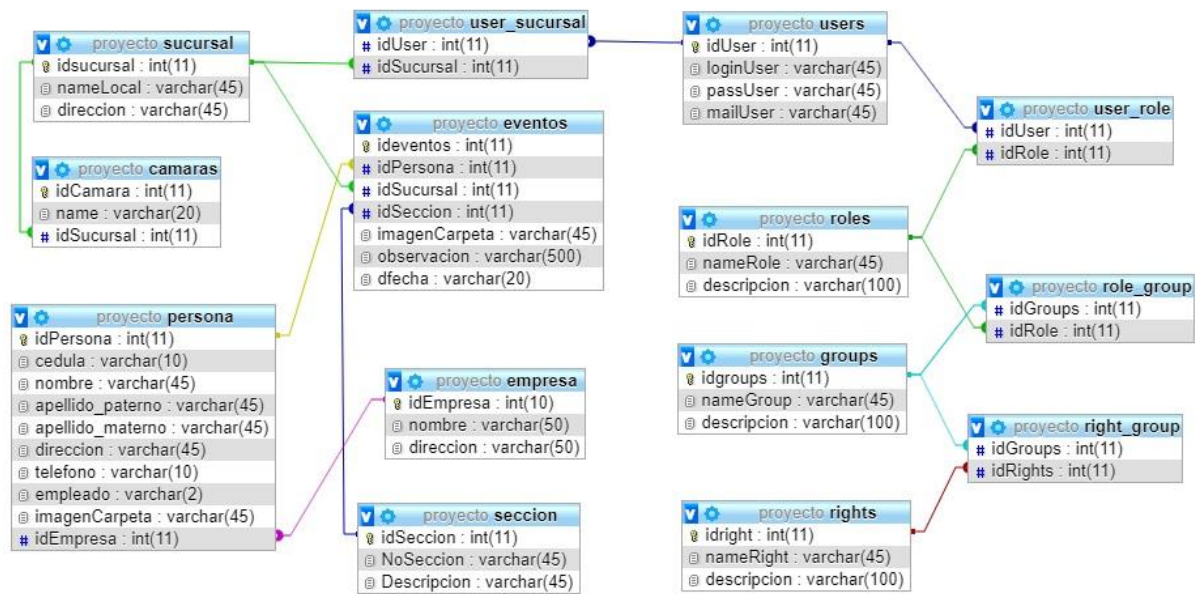
## 2.4 Desarrollo del sistema (Diseño, Base de Datos, Herramientas)

Para el desarrollo de la aplicación se utilizan las herramientas detalladas a continuación:

Logo	Aplicación	Características
	Mysql	MySQL es una base de datos de código abierto, popular del mercado. MySQL base de datos líder elegida para las aplicaciones basadas en web.
	Python	Python es un lenguaje de programación multiparadigma, que se ejecuta sin necesidad de ser procesado por el compilador
	OpenCV	OpenCV (Open Source Computer Vision) es una librería software open-source de visión artificial y machine learning. OpenCV provee una infraestructura para aplicaciones de visión artificial. Se usa en aplicaciones como la detección de intrusos en vídeos, monitorización de equipamientos, ayuda a navegación de robots, inspeccionar etiquetas en productos...
	Tensorflow	TensorFlow, biblioteca de código abierto para aprendizaje automático a través de un rango de tareas.
	Keras	Keras, es la API de alto nivel para construir y entrenar modelos de aprendizaje profundo, Se utiliza para crear prototipos basados en inteligencia artificial.

**Tabla 2.4 Herramientas utilizadas**

A continuación, se muestra la estructura de la base de datos.



**Figura 2.4 Modelo entidad relación**

## 2.5 Pantallas

De acuerdo con las historias de usuarios obtenidas, hemos desarrollado las siguientes funcionalidades de sistema para aplicar a la solución



**Figura 2.5.1 Pantalla de Inicio de sesión**

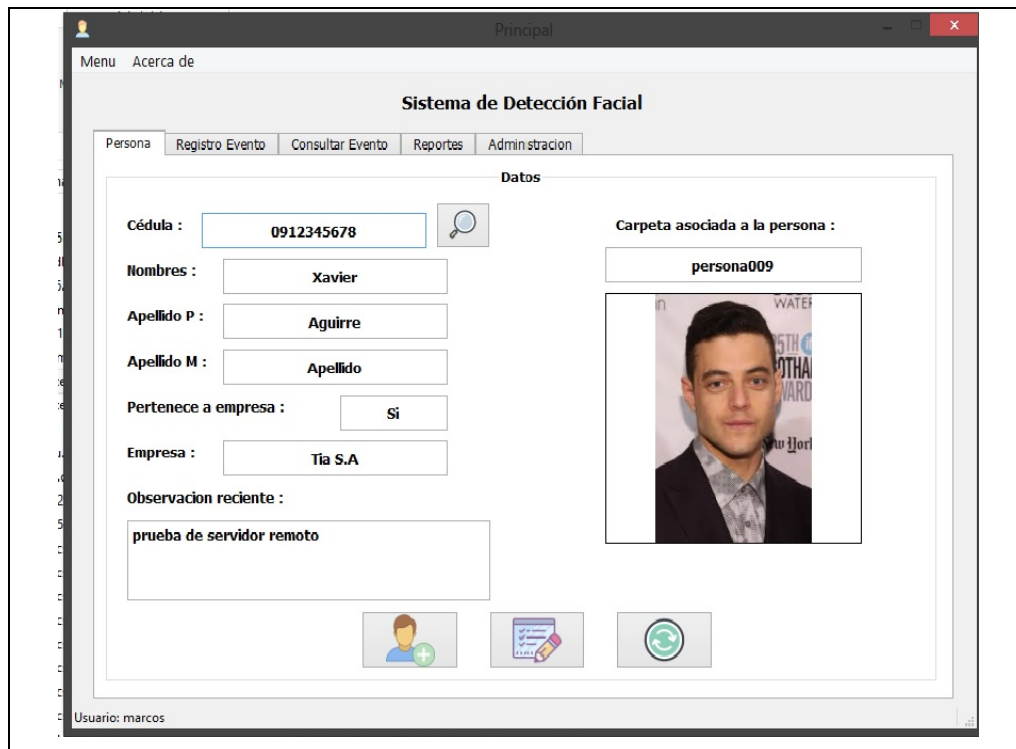


Figura 2.5.2 Pantalla de registro de personas y carga de imágenes

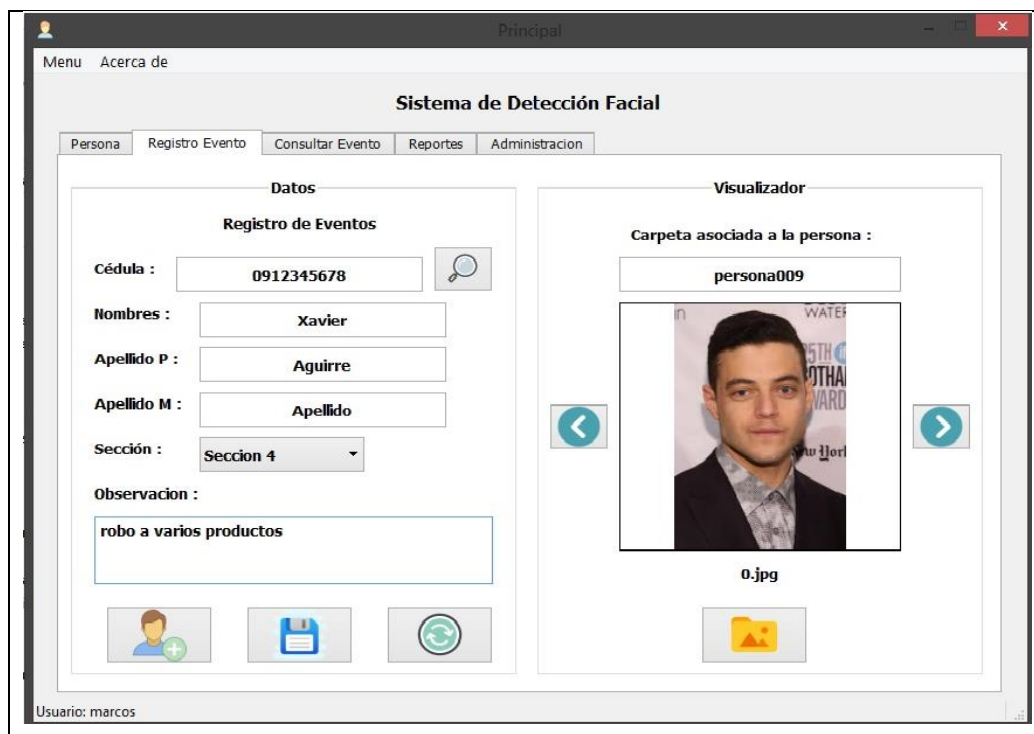


Figura 2.5.3 Pantalla de registro de eventos

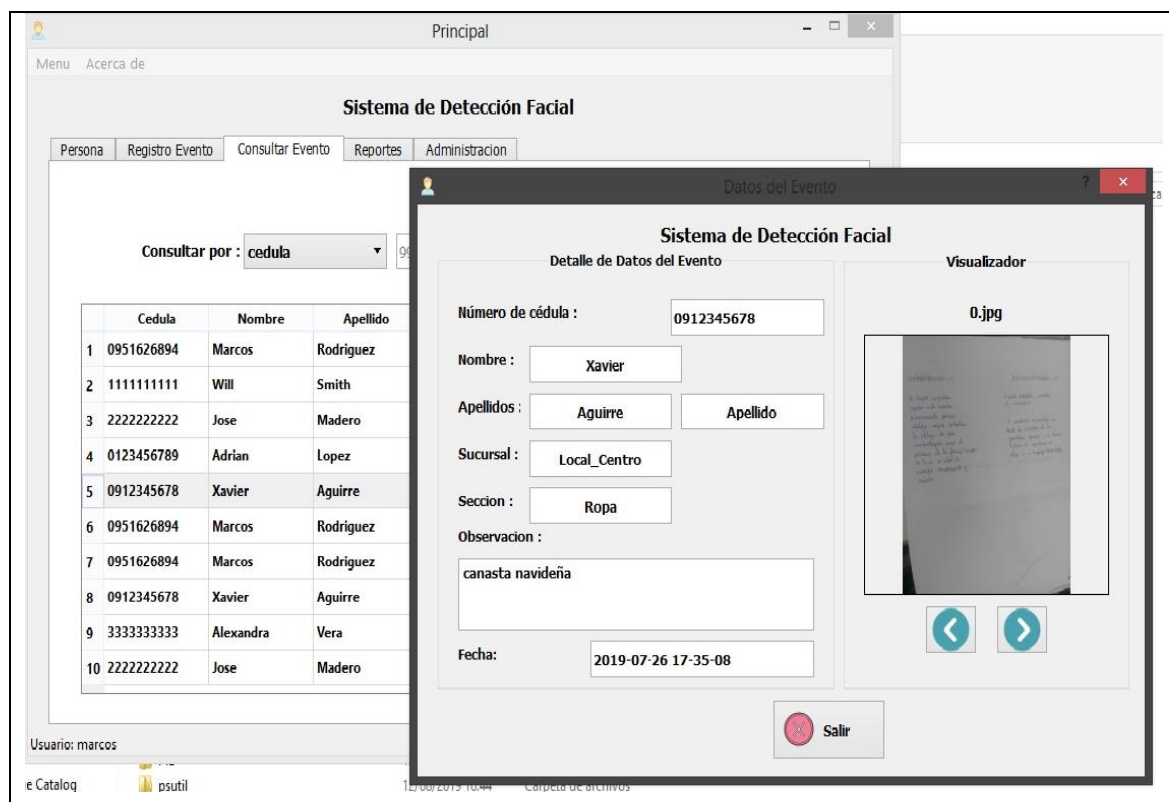


Figura 2.5.4 Pantalla de consulta de eventos

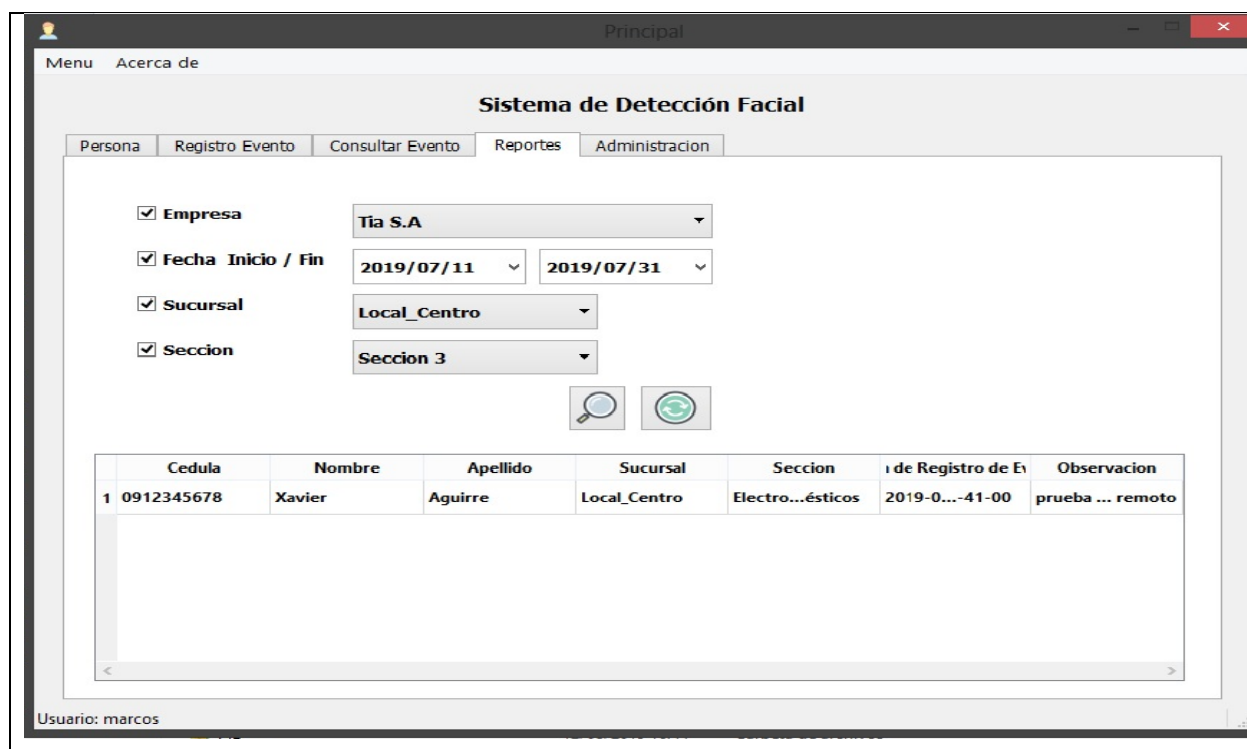


Figura 2.5.5 Pantalla de reportes de novedades

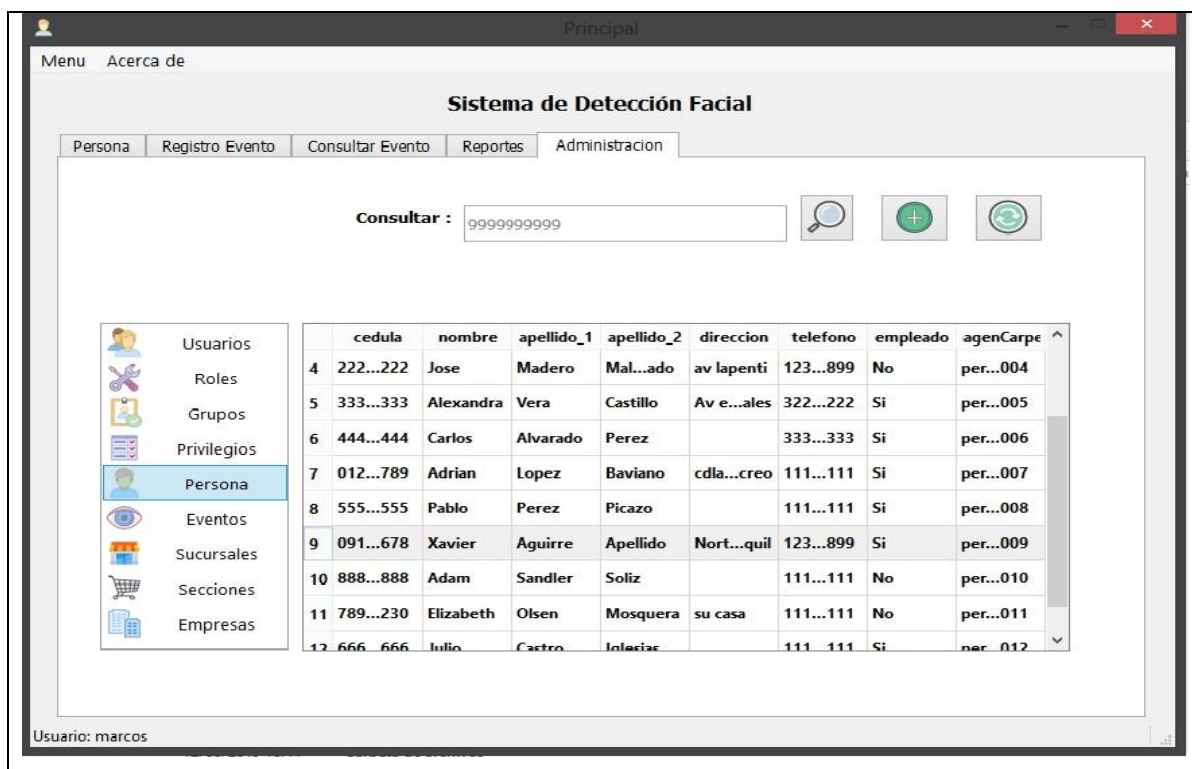


Figura 2.5.6 Pantalla de administración

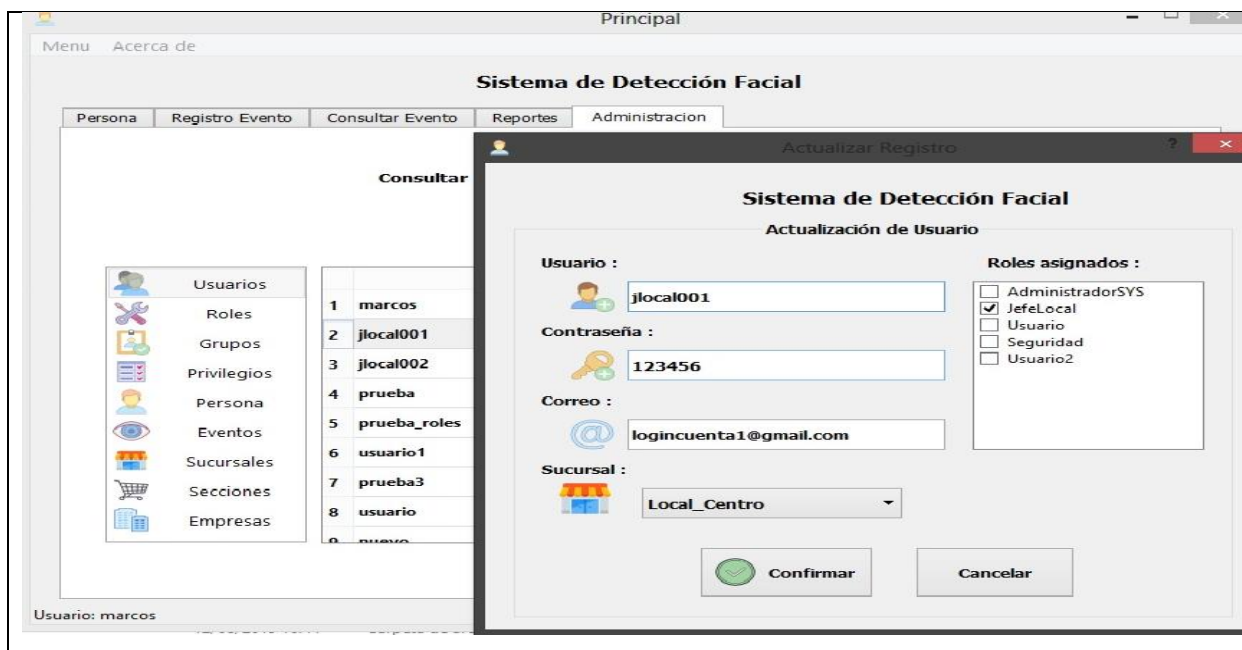
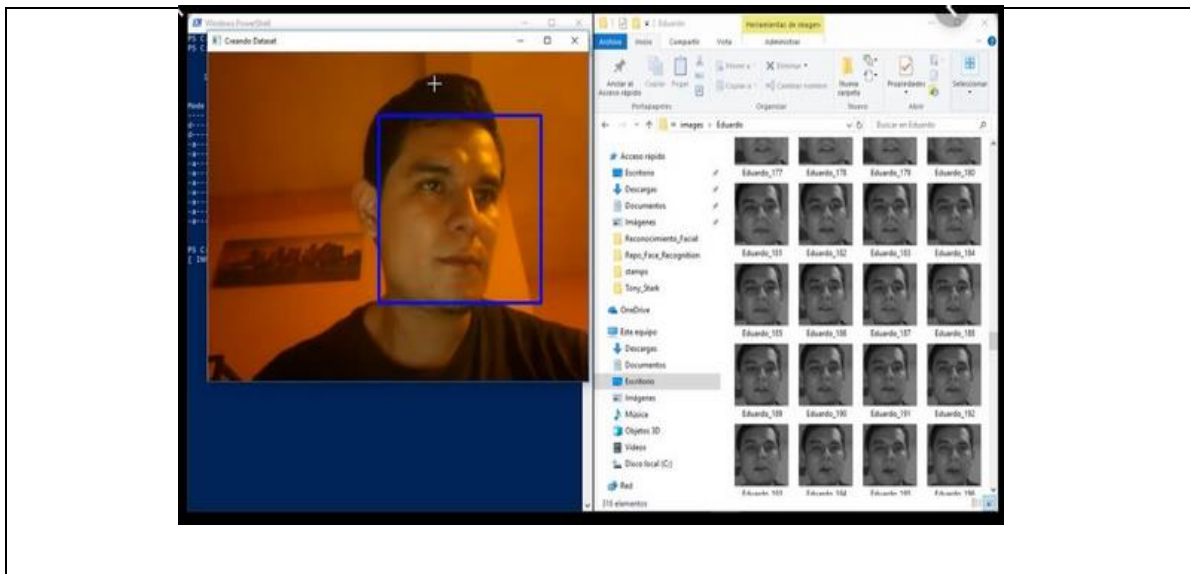
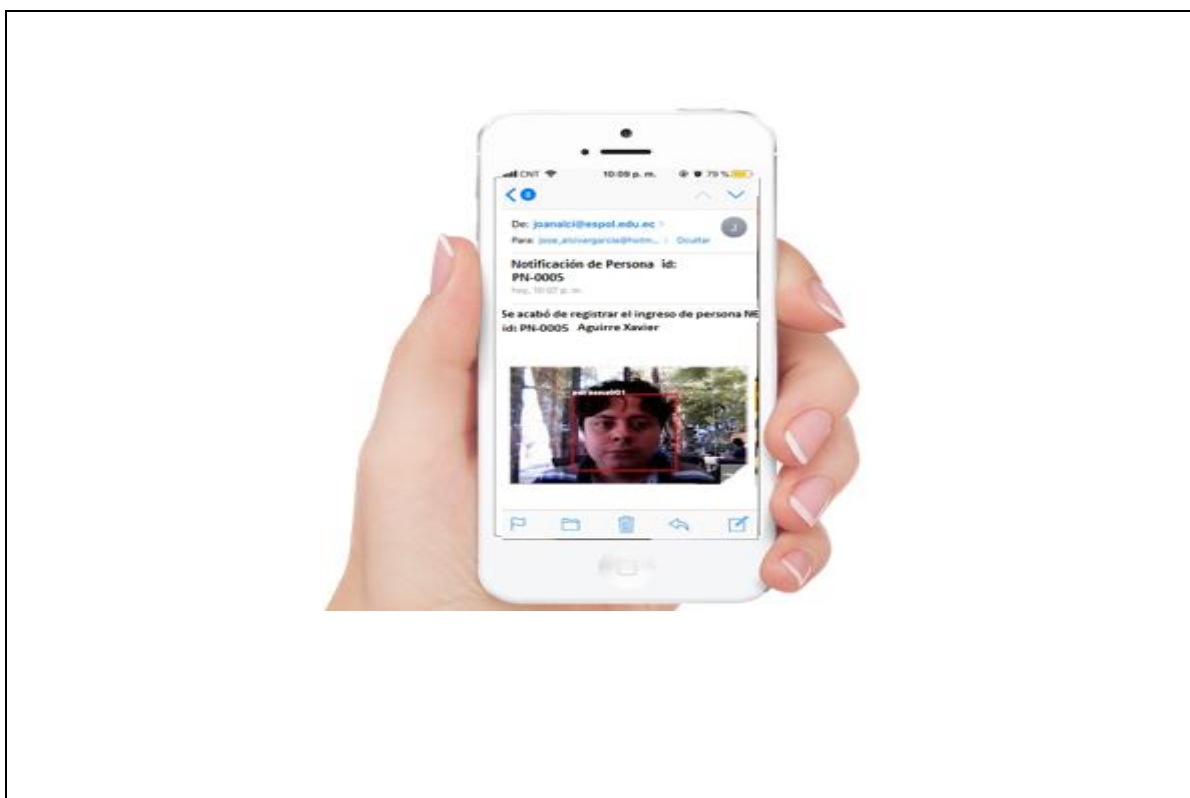


Figura 2.5.7 Pantalla de actualización de administración



**Figura 2.5.8 Pantalla de detección e identificación**



**Figura 2.5.9 Mensaje de alerta de identificación**

# CAPÍTULO 3

## 3. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

En el siguiente capítulo se presenta toda la estructura de la implementación del sistema de reconocimiento facial mediante el uso de redes neuronales convolucionales profundas. A partir de un proyecto de detección y reconocimiento facial, el cual se lo utiliza como base para acoplar las necesidades y objetivos del proyecto configurando los recursos del mismo; y a su vez, también se implementa la interfaz de usuario para el control y administración de los operadores.

### 3.1 Módulo de Adquisición.

Estas imágenes la utilizamos para el proceso de entrenamiento de la red. La cámara que se utiliza en el proyecto es una cámara Web usb Modelo FaceCam 1000x 720p HD.



**Figura 3.1** Cámara utilizada para detección y reconocimiento



### 3.2 Módulo de carga de datos y procesamiento

En este módulo se procede a cargar la base de datos y subir imágenes obtenidas del archivo de personas con historial de hurto, se procede a entrenar la red neuronal con las 60 imágenes obtenidas del archivo de personas con historial de antecedentes de hurto, estas imágenes se obtienen del local de Acacias, además para el entrenamiento se incluye fotos del personal que labora en la sucursal, con el fin de realizar pruebas de detección e identificación, el proceso de entrenamiento finaliza, con un promedio de 5 horas.

#### FaceNet

FaceNet es una arquitectura de aprendizaje profundo que contiene capas convolucionales, la cual devuelve una incrustación de vector de 128 dimensiones para cada cara. Posterior a ello, comienza el entrenamiento de pérdida triple para los diferentes tipos de caras y así poder establecer las similitudes y las diferencias entre ellas. La incrustación del vector de 128 dimensiones devuelta por el modelo del FaceNet se puede utilizar para agrupar las caras de manera efectiva.

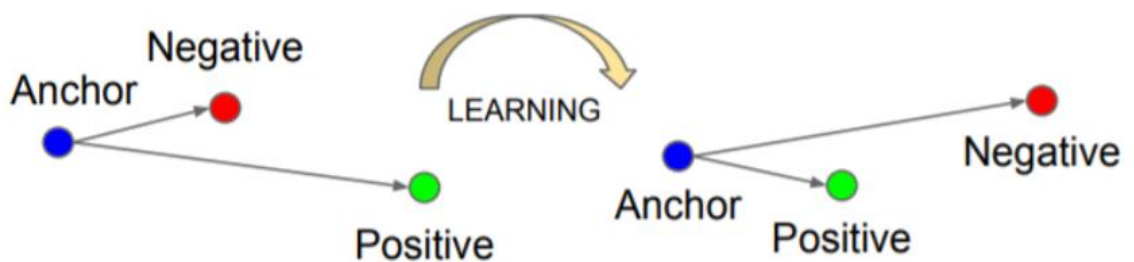
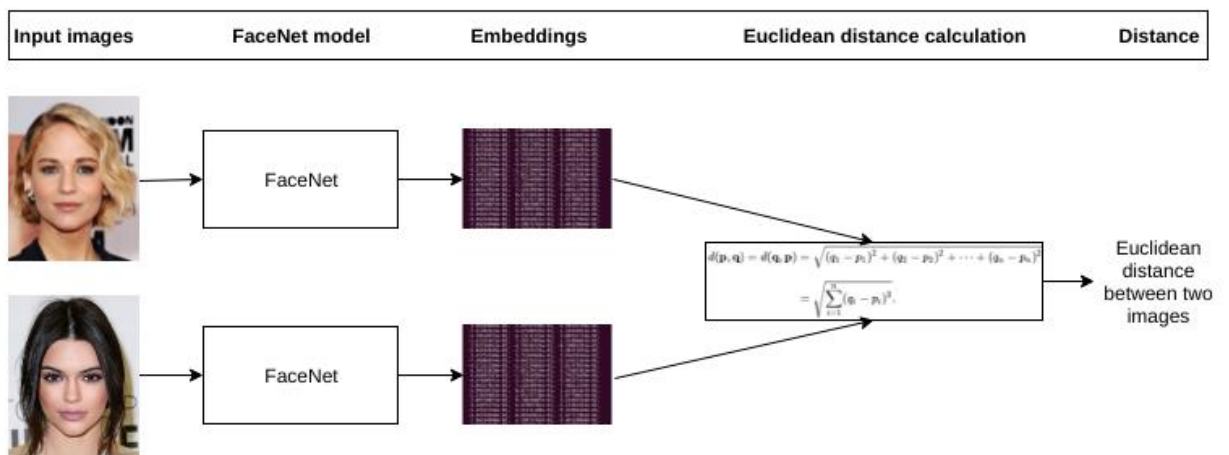


Figura 3.2.1 Entrenamiento de pérdida triple

#### Aprendizaje único (One-Shot Learning)

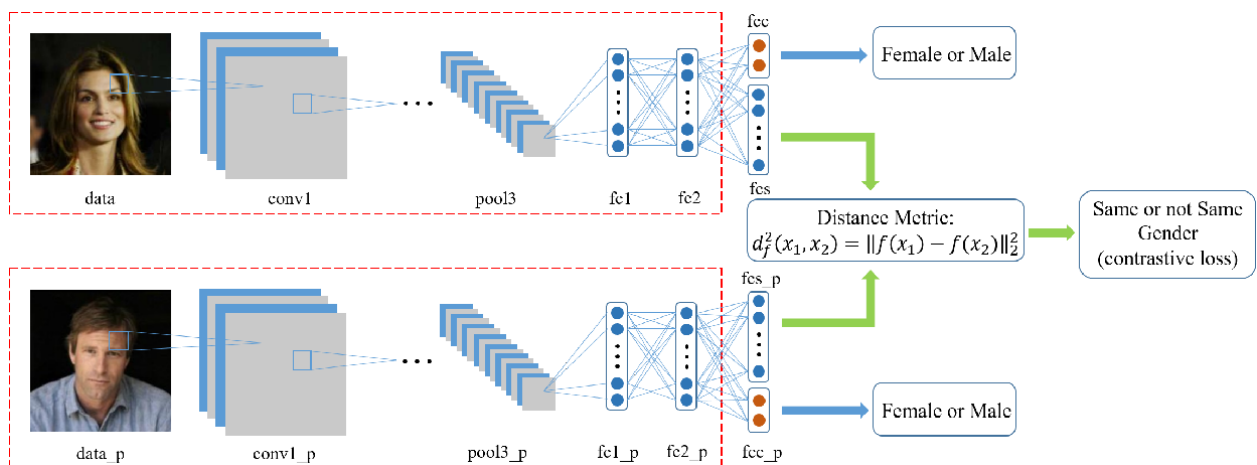
El aprendizaje único tiene como objetivo aprender sobre la categorización de objetos con una o con pocas imágenes de capacitación.





**Figura 3.2.2 Aprendizaje único utilizando FaceNet**

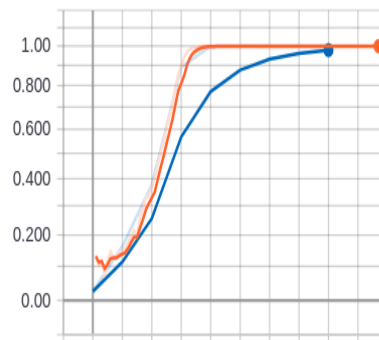
Puede implementarse con red siamesa. Esta red tiene 2 CNN totalmente conectadas con el mismo peso y acepta 2 imágenes de diferentes.



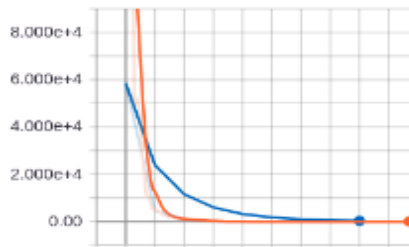
**Figura 3.2.3 Estructura de red siamesa**

Los datos de entrada en la red neuronal fueron distribuidos de la siguiente manera:

- 80% Imágenes para entrenamiento.
- 15% Imágenes para validación.
- 5 % Imágenes para pruebas.



**Figura 3.1.4 Gráfico Resultado de entrenamiento vs validación**



**Figura 3.2.5 Gráfico de la función de pérdida, de entrenamiento y testing**

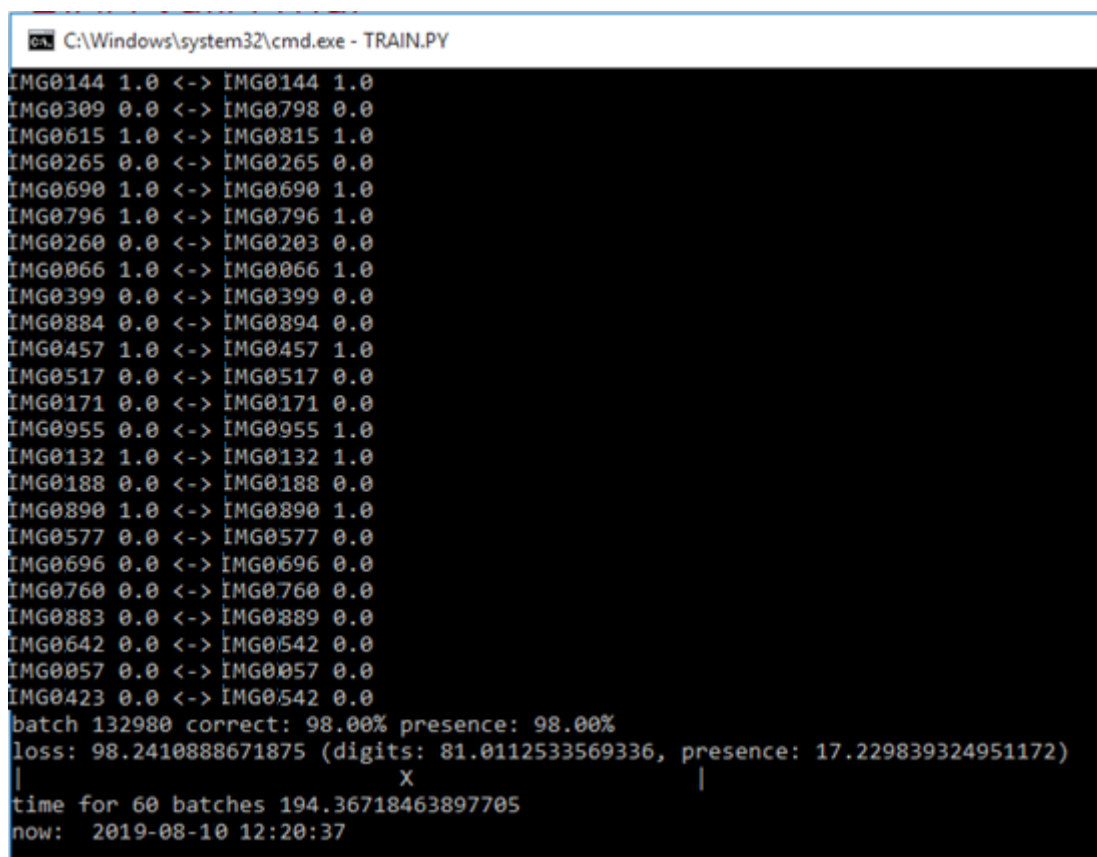
- Entrenamiento
- Validación

Para la visualización del comportamiento de la red neuronal, TensorBoard proporciona un conjunto de herramientas donde para este caso, se verifica que el modelo realice el entrenamiento respectivo de una manera eficiente, para ello, la red valida el modelo con datos de un conjunto de imágenes de validación, que servirá para ajustar los hiperparametros del modelo, y así pueda predecir los datos de forma correcta. Por cada 100 iteraciones se evalúa la precisión de los datos que han sido entrenados, como se muestra en la **Figura 3.1.4**

En el grafico se observa, tanto el set de entrenamiento y set de validación. inicialmente los errores como se muestra en la **Figura 3.2.**, tiene una variación muy alta donde se sobre ajustaba a los datos de entrenamiento, y estos errores se generalizó para que los datos no sean visibles al momento de predecir los datos.

Luego de un tiempo de entrenamiento los valores resultaron siendo convergentes, por este proceso, se define que tuvo una posibilidad de predecir bien los datos.

El entrenamiento lo realiza con 30 imágenes por lote y reporta porcentualmente cuan correcto estuvo el análisis de ese lote y la presencia de caracteres en el mismo, el tiempo de igual manera es generado en cada lote.



```
C:\Windows\system32\cmd.exe - TRAIN.PY
IMG0144 1.0 <-> IMG0144 1.0
IMG0309 0.0 <-> IMG0798 0.0
IMG0615 1.0 <-> IMG0815 1.0
IMG0265 0.0 <-> IMG0265 0.0
IMG0690 1.0 <-> IMG0690 1.0
IMG0796 1.0 <-> IMG0796 1.0
IMG0260 0.0 <-> IMG0203 0.0
IMG0066 1.0 <-> IMG0066 1.0
IMG0399 0.0 <-> IMG0399 0.0
IMG0884 0.0 <-> IMG0894 0.0
IMG0457 1.0 <-> IMG0457 1.0
IMG0517 0.0 <-> IMG0517 0.0
IMG0171 0.0 <-> IMG0171 0.0
IMG0955 0.0 <-> IMG0955 1.0
IMG0132 1.0 <-> IMG0132 1.0
IMG0188 0.0 <-> IMG0188 0.0
IMG0890 1.0 <-> IMG0890 1.0
IMG0577 0.0 <-> IMG0577 0.0
IMG0696 0.0 <-> IMG0696 0.0
IMG0760 0.0 <-> IMG0760 0.0
IMG0883 0.0 <-> IMG0889 0.0
IMG0642 0.0 <-> IMG0542 0.0
IMG0057 0.0 <-> IMG0057 0.0
IMG0423 0.0 <-> IMG0542 0.0
batch 132980 correct: 98.00% presence: 98.00%
loss: 98.2410888671875 (digits: 81.0112533569336, presence: 17.229839324951172)
|
| X
time for 60 batches 194.36718463897705
now: 2019-08-10 12:20:37
```

**Figura 3.2.6 Captura de pantalla del entramiento de la red neuronal artificial**

Al final del entrenamiento, genera un archivo de extensión *npz* que es una matriz con los valores de verdad de las imágenes entrenadas, y que servirá para la detección y reconocimiento de las personas en el siguiente módulo.

Con los datos correspondientes a las personas, se los registra en la base de datos donde se almacena los ingresos de cada persona agregándoles la fecha, hora y captura de la imagen que fue analizada.

En el análisis de la imagen se planifica, por solicitud del cliente, que solo sean analizadas las personas que circulan por la entrada, porque las cámaras de video vigilancia están colocadas en esa dirección.

Para detectar y reconocer las personas que ingresa, se hace de una manera similar aplicando ventanas de 64x64 en varias posiciones y escalas como fue en el entrenamiento de la red neuronal convolucional.

Este proceso difiere del proceso de entrenamiento en que las dos últimas capas de la red son convolucionales y no totalmente conectadas, y que la imagen de entrada pueda tener cualquier tamaño que solo 128x64.

La idea es que toda la imagen en una particular escala pueda ser alimentada en esta red la cual produce una imagen con un valor de probabilidad de presencia de carácter en cada píxel. De este modo, todas las ventanas adyacentes compartirán algunas características convolucionales y, juntándolas dentro de la misma red, evita calcular las mismas características varias veces.

### 3.3 Módulo de Verificación

Si se llama  $H_0$  a la hipótesis en la que un individuo es clasificado como impostor,  $H_1$  a la hipótesis contraria (es clasificado como legítimo),  $D_0$  a la decisión del sistema cuando el individuo es clasificado como impostor, y  $D_1$  es la decisión contraria; se pueden definir las siguientes tasas para medir el rendimiento del sistema:

**Tasa de falsa aceptación** (FAR, por sus siglas en inglés): Es la probabilidad de que un individuo impostor sea clasificado como legítimo.

$$FAR=P(D1/H0)$$

**Tasa de falso rechazo** (FRR, por sus siglas en inglés): Es la probabilidad de que un individuo legítimo sea clasificado como impostor.

$$FRR=P(D0/H1)$$

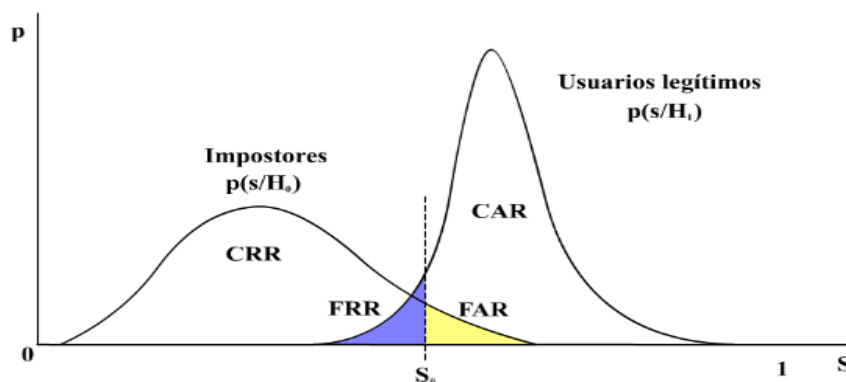
**Tasa de correcta aceptación (CAR, por sus siglas en inglés):** Es la probabilidad de que un individuo legítimo sea clasificado como tal.

$$CAR=P(D1/H1)$$

**Tasa de correcto rechazo (CRR, por sus siglas en inglés):** Es la probabilidad de que un impostor sea clasificado como tal.

$$CRR=P(D0/H0)$$

Dichas tasas pueden ser representadas de forma gráfica utilizando las funciones de densidad de probabilidad de individuos legítimos e impostores. Estas curvas se obtienen midiendo un patrón de entrada de cada individuo con su patrón correspondiente en la base de datos (función de densidad de individuos legítimos) y con los patrones almacenados de los otros individuos (función de densidad de impostores). Cada comparación producirá una similitud  $s$ , resultando unas curvas con una forma parecida a las de la Figura



**Figura 3.3.1 Grafica de verificación**

### **3.4 Módulo de reportes y notificaciones.**

Para este módulo se logra chequear el registro de personas que ingresan al establecimiento mediante la aplicación y fueron detectada e identificada. Para

acceder a los datos se debe autenticarse con su usuario y contraseña para acceder a la información registrada por el sistema como se muestra en la figura.

Principal

Menu Acerca de

### Sistema de Detección Facial



Persona Registro Evento Consultar Evento Reportes Administración

☒ Empresa Tía S.A.

☒ Fecha Inicio / Fin 2019/07/11 2019/07/31

☒ Sucursal Local\_Centro

☒ Seccion Seccion 3

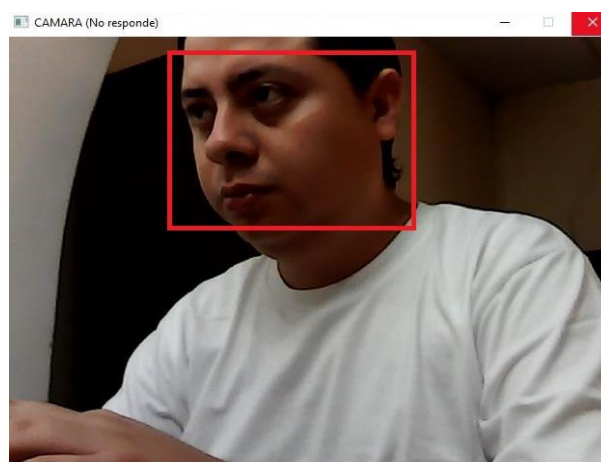
 

	Cedula	Nombre	Apellido	Sucursal	Seccion	i de Registro de E	Observacion
1	0912345678	Xavier	Aguirre	Local_Centro	Electro...ésticos	2019-0...-41-00	prueba ... remoto

Usuario: marcos

**Figura 3.4.1 Visualizar reporte de eventos**

Las notificaciones de la identificación de personas, llega al correo del administrador que es previamente configurado, en la sucursal que ocurre el evento.



**Figura 3.4.2 Proceso de detección**



**Figura 3.4.3 Notificación recibida por correo electrónico de evento de identificación**

### **3.5 Resultados**

Los resultados que se obtiene en el presente desarrollo del proyecto, se lo realizan en base a videos que fueron grabados en la entrada principal del establecimiento de la sucursal Acacias, con la cámara (Cámara Web USB Modelo FaceCam 1000x 720p HD), ubicada en un ángulo directo que enfoque los rostros de las personas, realizando un acercamiento para tener una mejor visualización.

Se obtienen 4 videos, 2 de ellos de 10 minutos de duración y otros dos alrededor de 12 minutos. Para la grabación de estos videos se tiene en consideración realizar la grabación en una hora determinada 10:30 am local de Acacias en fin de semana sábado, donde el flujo de personas en este horario es un poco más fluido, de este modo poder tener una muestra considerable para el respectivo análisis.

Se contabiliza en la reproducción de los videos una muestra de 120 personas, ya que, por estudios hechos por la administración, ingresan alrededor de 200 personas al establecimiento, se escoge una muestra cercana al 60% de la muestra de 120 personas.



**Figura 3.5 Imagen captada del ciertas Tiendas para el análisis de efectividad**

### **3.5.1 Análisis de efectividad de Reconocimiento y Detección de Personas con historial de hurtos**

Tomando como base una muestra de 120 personas, se procede analizar la efectividad del reconocimiento y la detección facial utilizada por el Sistema.

#### **Reconocimiento de personas**

De dichas 120 personas, el número de aciertos fue de 112 personas reconocidas por el modelo ya fue entrenado previamente, lo cual nos representa que el 93.33% del total de Personas de la muestra, fueron correctamente reconocidas por el Sistema, tal y como muestra el siguiente cálculo.

**N:** Muestra de 120.

$$\% \text{ Aciertos de personas Reconocidas} = \frac{\text{Aciertos}}{N} \times 100[\%]$$

$$\% \text{ Aciertos de personas Reconocidas} = \frac{112}{120} \times 100[\%]$$

$$\% \text{ Aciertos de personas Reconocidas} = 93.33 [\%]$$



## Detección de personas

De dichas 120 personas, 85 son Personas con historial de hurtos, de los cuales 80 fueron identificados por el Sistema, lo cual nos representa un 94.12% de las 85 Personas con historial de hurtos, demostrando una efectividad alta para con dichas Personas, tal y como se muestra en el siguiente cálculo:

**N:** Muestra de 85.

$$\% \text{ Aciertos de personas Identificados} = \frac{\text{Aciertos}}{N} \times 100[\%]$$

$$\% \text{ Aciertos de personas Identificados} = \frac{80}{85} \times 100[\%]$$

$$\% \text{ Aciertos de personas Identificados} = 94.12 [\%]$$

De dichas 120 personas, 35 son empleados de la Empresa, de los cuales 32 fueron identificados por el Sistema, lo cual nos representa un 91.43% de las 35 empleados fueron exitosamente identificados por el Sistema, tal y como se muestra en el siguiente cálculo:

**N:** Muestra de 35

$$\% \text{ Aciertos de Detección de personas} = \frac{\text{Aciertos}}{N} \times 100[\%]$$

$$\% \text{ Aciertos de Detección de personas} = \frac{32}{35} \times 100[\%]$$

$$\% \text{ Aciertos de Detección de personas} = 91.43 [\%]$$

### **3.5.2 Resultados y Análisis**

Cada vez que se pone a prueba la red neuronal de clasificación, el usuario puede indicarle al programa si su tarea de clasificación fue exitosa o no. En el caso de que el sistema se haya equivocado, el usuario debe indicar la verdadera identidad del individuo. Consecuentemente, las imágenes con la que se puso a prueba el sistema de clasificación, es almacenada en un historial de clasificación y es etiquetada con la identificación de cada Persona.

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

Se puede analizar el flujo de personas con los datos estadísticos que el sistema nos puede proveer, para que los administradores puedan realizar toma de decisiones en cuanto al flujo de personas en días determinados.

En las pruebas que se realizaron en la detección de personas, se pudo encontrar que existe aciertos de efectividad superiores a 90% en comparación a los procesos manuales que se llevan actualmente, obteniendo mejores resultados.

Existen factores externos que no permiten un óptimo funcionamiento del sistema como, por ejemplo, personas que ingresen con gafas, el ángulo de cámara cuando ingresan las personas, posea o no historial de hurtos.

En el proceso de análisis, se pudo observar que existió un buen rendimiento, mediante el uso de redes neuronales; a pesar de que existe limitantes, por perdida de datos en la muestra, por detección de movimiento, por lo cual esto sería un detalle por considerar para una posible mejora.

### Recomendaciones

La red neuronal convolucional del sistema fue entrenada con imágenes de personas que ingresan a las cadenas de supermercados, se recomienda entrenar la red neuronal con nuevas imágenes obtenidas cada periodo y hacerlo por mucho más tiempo, un aproximado de 24 horas o más, y así tener una mejor precisión de detección.

Se recomienda la instalación de cámaras en dos ángulos de entrada, esto mejoraría el rendimiento en el proceso de detección y reconocimiento de personas

El proceso de detección consume muchos recursos del CPU, por lo cual se recomienda mejores recursos computacionales tales como tarjetas gráficas NVidia, procesadores Core i7 y memoria RAM mayor a 6gb, para así tener mejor resultados en la matriz de pesos del entrenamiento de la red.

Para el proceso de notificación, se recomienda usar dos cámaras, para que, al momento de detectar una persona en lista negra, otra cámara capture una imagen completa de la persona, y sea enviado al usuario administrador al correo.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Deep learning para el reconocimiento facial de emociones  
Saez De La Pascua, Adrian, Enero 2019  
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/129220/memoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [2] Desarrollo de modelo de reconocimiento facial, usando aprendizaje transferido y redes neuronales convolucionales, Ivanchuk, Vadym, 11 Julio 2018  
<http://oa.upm.es/51635/>
- [3] Reconocimiento de imágenes mediante redes neuronales convolucionales  
Martínez Llamas, Javier (2018)  
<http://oa.upm.es/53050/>
- [4] Roca S., Chaparro I., 16 de octubre, 2008, "Sistema de bloqueo para automóviles y otros vehículos", Número de publicación WO2008122676 A1.
- [5] Oliveras A., Roca S., Chaparro I, febrero 2012, "Dispositivo de identificación y seguridad por biometría ocular a corta distancia", Número de publicación WO2012013849 A1.
- [6] J. Toro, Técnicas de Biometría Basadas en Patrones Faciales del ser Humano, Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, 2012.  
Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/2738>
- [7] Uso de Redes Neuronales Convolucionales para el Reconocimiento Automático de Imágenes de macroinvertebrados para el biomonitorio participativo, disponible en:  
<https://knepublishing.com/index.php/KnE-Engineering/article/view/1462/3528>
- [8] J. Ramón, Estudio de Técnicas de Reconocimiento De Patrones, Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya, 2010. Disponible en:  
<https://upcommons.upc.edu/pfc/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Hern%C3%A1ndez+Chiva%2C+Emilio>
- [9] Reconocimiento Facial. Puntos Característicos de la Cara de personas, B. Pérez Universidad Autónoma de Madrid, 2013. Disponible en:  
[http://audias.ii.uam.es/seminars/PFC\\_Luis\\_Blazquez.pdf](http://audias.ii.uam.es/seminars/PFC_Luis_Blazquez.pdf)
- [10] S. B. Palacios, Sistema de Detección y Reconocimiento Facial de Conductores Mediante Sistemas de Visión Computacional, Alcalá: universidad de Alcalá, 2008. Disponible en:

[http://www.robSAFE.com/personal/sebastian.bronte/pub/S\\_Bronte\\_TFC08.pdf](http://www.robSAFE.com/personal/sebastian.bronte/pub/S_Bronte_TFC08.pdf)

[11] J. R. Valvert Gamboa, "Métodos y Técnicas de Reconocimiento de rostros en imágenes digitales bidimensionales". Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala, Año 2012, pp. 13-18. Disponible en:

[http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0310\\_CS.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0310_CS.pdf)

[12] Reconocimiento de imágenes utilizando redes neuronales artificiales.

Pedro Pablo García. Disponible en:

<https://eprints.ucm.es/23444/1/ProyectoFinMasterPedroPablo.pdf>

[13] Reconocimiento e interpretación del alfabeto dactilológico de la lengua de señas mediante tecnología Móvil y redes neuronales artificiales.

Universidad mayor de San Andrés, Facultad de Ciencias Puras y Naturales Carrera Informática. Disponible en:

<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/17474/T-3406.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

[14] Rubén Cárdenas Almeida Practica de inteligencia artificial, Redes neuronales. Disponible en:

[https://www2.ulpgc.es/hege/almacen/download/38/38584/practica\\_ia\\_2.pdf](https://www2.ulpgc.es/hege/almacen/download/38/38584/practica_ia_2.pdf)

[15] Eva Cristina Andrade

Estudio de los principales tipos de redes neuronales y las herramientas para su aplicación. Disponible en:

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4098/1/UPS-CT002584.pdf>