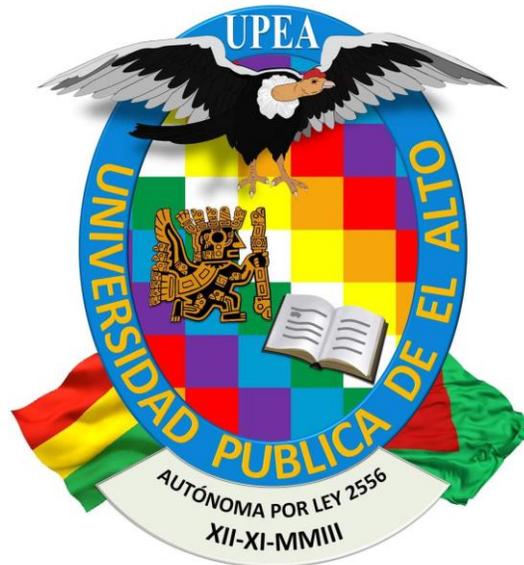


# **UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO**

## **CARRERA INGENIERÍA DE SISTEMAS**



### **PROYECTO DE GRADO**

**“DESARROLLO DE UN SISTEMA DOMOTICO CON  
RECONOCIMIENTO FACIAL”**

**CASO: TECHSBOL**

**Para Optar al Título de Licenciatura en Ingeniería de Sistemas**

**MENCIÓN: INFORMÁTICA Y COMUNICACIONES**

**Postulante: Veronica Mollocuaquira Puña**

**Tutor Metodológico: Ing. Enrique Flores Baltazar**

**Tutor Revisor: Ing. Elías Carlos Hidalgo Mamani**

**Tutor Especialista: Ing. Roberto David Mayta Aliaga**

**EL ALTO – BOLIVIA**

**2020**

## **DEDICATORIA**

A amada madre María la mujer que más admiro en esta vida, por brindarme su amor, fortaleza, ejemplo de superación ante la adversidad, por enseñarme a luchar en las dificultades.

A mi padre Joel por su amor y sacrificio en mi formación y por haber esperado pacientemente la conclusión de este trabajo.

### **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco principalmente a nuestro creador y padre, Dios. Con todo mi corazón por darme la vida, por darme motivo y razón de existir. Gracias por darme sabiduría y fortaleza de seguir siempre adelante.

Agradezco a la carrera de Ingeniería de Sistemas por haberme acogido en sus aulas brindándome educación y guiarme en el camino profesional a través de mi profesión.

## RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se realiza un estudio de las tecnologías de reconocimiento facial ya que el avance de la tecnología va en aumento día a día y la constante investigación nos permite dar soluciones tecnológicas a los problemas de la sociedad, una de ellas es que cada vez afrontan problemas y desafíos relacionados con la seguridad. Lo más importante para cualquier ser humano es la seguridad de su hogar, a si también sucede en una institución donde se tiene objetos de valor.

Durante el desarrollo del proyecto de grado se realizó una serie de recopilación de información, análisis de requerimientos, tanto de un control acceso como los dispositivos que se utilizaron, y por último la implementación del control de acceso en la institución y los aspectos a tener en cuenta para el funcionamiento ideal y sus respectivas pruebas de funcionamiento.

### **Palabras claves:**

- Reconocimiento Facial.
- Detección de rostros
- Inteligencia Artificial.
- Raspberry Pi.

## **ABSTRACT**

In this research work, the study of facial recognition technologies is carried out and that the advancement of technology is increasing day by day and constant research allows us to provide technological solutions to problems in society, one of them is that increasingly face problems and challenges related to security. The most important thing for any human being is the security of your home, even if it also happens in an institution where you have valuables.

During the development of the degree project, a series of information gathering, analysis of requirements, both of an access control and the devices that were used, and finally the implementation of access control in the institution and the aspects to be taken into account were carried out. account for the ideal operation and their respective functional tests.

Keywords:

- Facial recognition.
- Face detection
- Artificial intelligence.
- Raspberry Pi.

## CONTENIDO

1	MARCO PRELIMINAR.....	1
1.1	Introducción.....	1
1.2	Antecedentes .....	2
1.2.1	Institucionales.....	2
1.2.2	Internacional .....	3
1.2.3	Nacional.....	4
1.3	Planteamiento del problema.....	5
1.3.1	Problema principal .....	5
1.3.2	Problemas secundarios .....	6
1.4	Objetivos .....	6
1.4.1	Objetivo General.....	6
1.4.2	Objetivos Específicos .....	7
1.5	Justificaciones.....	7
1.5.1	Justificación Técnica.....	7
1.5.2	Justificación Económica.....	7
1.5.3	Justificación Social .....	8
1.6	Metodología.....	8
1.6.1	Metodología en cascada en V .....	8
1.7	Métrica de Calidad .....	9
1.7.1	ISO/IEC 19794-5 .....	9
1.8	Ingeniería de costos del software.....	10
1.8.1	COSMIC .....	10

1.9	Límites Y Alcances.....	11
1.9.1	Limites .....	11
1.9.2	Alcances .....	11
1.10	Aportes.....	12
1.11	Herramientas .....	12
1.11.1	Hardware.....	12
1.11.2	Software .....	14
2	MARCO TEÓRICO .....	18
2.1	Introducción.....	18
2.2	Sistemas .....	18
2.3	Domótica.....	21
2.3.1	Control Energético.....	22
2.3.2	Confort.....	23
2.3.3	Seguridad.....	23
2.3.4	Telecomunicaciones.....	24
2.4	Inteligencia artificial (IA).....	24
2.5	Redes Neuronales Artificiales (RNA) .....	25
2.5.1	Ventajas y Desventajas .....	25
2.5.2	Estructura de una red neuronal .....	26
2.5.3	Estructura de una red neuronal artificial .....	27
2.6	Reconocimiento Facial.....	27
2.6.1	¿Qué es el Reconocimiento facial? .....	28
2.6.2	Detección de Rostro.....	29

2.6.3	Cascada de clasificadores HAAR.....	29
2.7	Algoritmo LBPH.....	32
2.8	Tkinter.....	33
2.9	Metodología.....	34
2.9.1	Modelo en V.....	34
2.9.2	Niveles del Modelo en V.....	35
2.10	Métrica de Calidad.....	37
2.10.1	ISO/IEC 19794-5.....	37
2.10.2	Alcance.....	40
2.11	Ingeniería de Costos del Software.....	40
2.11.1	COSMIC.....	40
2.12	Seguridad.....	43
2.12.1	Normas ISO/IEC 27000.....	43
2.12.2	Gestión de los Controles de Acceso según ISO 27001.....	44
2.13	Herramientas.....	46
2.13.1	Hardware.....	46
2.13.2	Software.....	49
3	MARCO APLICATIVO.....	56
3.1	Introducción.....	56
3.2	Esquema Del Sistema.....	56
3.3	Aplicando La Metodología Cascada En V.....	57
3.3.1	Fases.....	57
3.4	Fase I Definición De Especificaciones (Requisitos Del Sistema A Desarrollar)	57

3.4.1	Requerimientos.....	57
3.4.2	Casos de uso.....	59
3.4.3	Diagrama De Casos de Uso .....	64
3.4.4	Diagrama de Secuencia .....	68
3.4.5	Diagrama de Flujo .....	70
3.4.6	Análisis Del Componente Físico .....	71
3.4.7	Análisis de software .....	72
3.5	Fase II Diseño Global.....	74
3.6	Fase III Diseño En Detalle.....	75
3.6.1	Software en Python, OpenCv .....	76
3.6.2	Raspberry PI.....	81
3.7	Fase IV Implementación.....	82
3.7.1	Conexiones.....	82
3.7.2	Codificación .....	83
3.8	Fase V Test Unitario.....	87
3.8.1	Hardware .....	87
3.8.2	Software.....	89
3.9	Fase VI Integración .....	90
3.10	Fase VII Test Operacional Del Sistema .....	91
3.10.1	Prueba de Detección de Rostros.....	91
3.10.2	Prueba de Reconocimiento Facial.....	92
4	PRUEBAS DE EVALUACION Y RESULTADOS .....	93
4.1	Metrica De Calidad.....	93

4.2	Estimacion De Costos .....	95
4.2.1	Análisis De Costos Por El Método COSMIC.....	95
4.2.2	Estrategia y estimación.....	95
4.2.3	Mapeo.....	96
4.2.4	Medición .....	101
4.3	Seguridad.....	102
4.3.1	Seguridad Física.....	102
4.3.2	Seguridad Lógica:.....	102
5	Conclusiones y recomendaciones .....	104
5.1	Conclusiones.....	104
5.2	Recomendaciones.....	105
	BIBLIOGRAFIA .....	106
	Anexos .....	110

## INDICE DE FIGURAS

Fig. 1. 1	Programa Hola Mundo en C++.....	14
Fig. 1. 2	Programa Hola Mundo en Python .....	15
Fig. 2. 1	Funciones Básicas en la Instalación Domótica.....	22
Fig. 2. 2	Componentes de un Neurona.....	26
Fig. 2. 3	Diagrama de una Neurona Artificial.....	27
Fig. 2. 4	Etapas de Reconocimiento Facial .....	28
Fig. 2. 5	Detectar Bordes Según la Orientación .....	30
Fig. 2. 6	Detectar Líneas Según Orientación.....	31
Fig. 2. 7	Detectar Líneas Diagonales .....	31

Fig. 2. 8 Detectar líneas según su orientación borde diagonal: 45° y 135° .....	31
Fig. 2. 9 Detectar centro-contornos .....	31
Fig. 2. 10 Transformación de pixeles a histograma .....	32
Fig. 2. 11 Obtención de los parámetros LBP .....	33
Fig. 2. 12 Ejemplo básico de la aplicación.....	34
Fig. 2. 13 Modelo en V ciclo de vida.....	36
Fig. 2. 14 Tipos de Sub-procesos los 4 Tipos de Movimientos de Datos .....	42
Fig. 2. 15 Familia ISO 27000.....	44
Fig. 2. 16 Etapas del Tratamiento de imágenes .....	54
Fig. 3. 1 Esquema del Sistema.....	56
Fig. 3. 2 Actores .....	64
Fig. 3. 3 Módulos del Sistema .....	64
Fig. 3. 4 Sistema Domótico con Reconocimiento Facial.....	65
Fig. 3. 5 Diagrama de Caso de Uso N°1 Ingreso al Sistema .....	65
Fig. 3. 6 Diagrama de Caso de Uso N°2 .....	66
Fig. 3. 7 Diagrama de Caso de Uso N° 3 .....	66
Fig. 3. 8 Diagrama de Caso de Uso N° 4 .....	67
Fig. 3. 9 Diagrama de Caso de Uso N° 5 .....	67
Fig. 3. 10 Diagrama de Caso de Uso N° 6 .....	68
Fig. 3. 11 Diagrama de Secuencia Ingreso al sistema .....	68
Fig. 3. 12 Diagrama de Secuencia Reconocimiento Facial .....	69
Fig. 3. 13 Diagrama de Secuencia Notificación .....	69
Fig. 3. 14 Diagrama de Flujo .....	70
Fig. 3. 15 WebCam .....	72

Fig. 3. 16 Logo de OpenCv .....	74
Fig. 3. 17 Diseño Global .....	74
Fig. 3. 18 Diseño en Detalle .....	75
Fig. 3. 19 Captura de Imágenes .....	77
Fig. 3. 20 Entrenamiento I A.....	78
Fig. 3. 21 Detección de Rostro .....	79
Fig. 3. 22 Persona Reconocida .....	79
Fig. 3. 23 Persona No Reconocida.....	80
Fig. 3. 24 Recibo de Notificación.....	80
Fig. 3. 25 Puerta Automática .....	81
Fig. 3. 26 ON/OFF de Luces.....	82
Fig. 3. 27 Entradas y Salidas de Raspberry Pi .....	83
Fig. 3. 28 Interfaz .....	83
Fig. 3. 29 Interfaz Raspberry Pi y PC .....	87
Fig. 3. 30 Entorno de Raspbian.....	88
Fig. 3. 31 Prueba del sistema.....	89
Fig. 3. 32 Detección facial fallida.....	91
Fig. 3. 33 Detección Exitosa.....	92
Fig. 4. 1 Interfaz de Autenticación de Usuarios .....	103
Fig. 4. 2 Interfaz de Autenticación de Superusuario .....	103
INDICE DE TABLAS	
Tabla 1 Clasificación de los sistemas atendiendo a diferentes criterios de agrupación. .....	21
Tabla 2 Requerimientos Funcionales .....	58
Tabla 3 Requerimientos No funcionales.....	58

Tabla 4 Caso N°1 Ingreso al Sistema.....	60
Tabla 5 Caso N°2 Administración del Sistema .....	60
Tabla 6 Caso N° 3 Gestión de Usuario.....	61
Tabla 7 Caso N° 4 Gestión de Notificaciones.....	62
Tabla 8 Caso N° 5 Almacenamiento de Capturas Faciales .....	63
Tabla 9 Caso N° 6 Reconocimiento Facial .....	64
Tabla 10 Características Del Lenguaje De Programación Python.....	73
Tabla 11 Prueba 1 .....	88
Tabla 12 Prueba 2.....	88
Tabla 13 Prueba 3.....	89
Tabla 14 Prueba 4.....	90
Tabla 15 Detección con baja iluminación .....	91
Tabla 17 Parámetros para el Reconocimiento facial .....	94
Tabla 18 Ejemplos de cumplimiento ISO/IEC 19794-5.....	94



# MARCO PRELIMINAR

# 1 MARCO PRELIMINAR

## 1.1 INTRODUCCIÓN

La domótica es el conjunto de tecnologías aplicadas al control y la automatización inteligente de la vivienda, que permite una gestión eficiente del uso de la energía, que aporta seguridad y confort, además de comunicación entre el usuario y el Sistema. El reconocimiento facial está emergiendo y cada vez se hace presente en más aplicaciones cotidianas, es por esto que los métodos de reconocimiento facial son cada vez más comunes y deben ser implementadas en los sistemas domóticos de hoy en día para brindar nuevas tecnologías, posibilidades y las ventajas que esta tecnología nos puede ofrecer.

Los principales problemas que un sistema domótico tradicionalmente ha tratado de resolver tienen que ver con el acondicionamiento y mejora de la calidad de vida, partiendo de este punto se puede intuir porque la mayoría de estos sistemas están relacionados con el control de iluminación lo cual se refiere a la capacidad de poder tener total control sobre los aparatos de iluminación e incluso en algunos casos sobre la intensidad con que funcionan estos, otro de los puntos que es común encontrar en los sistemas de automatización es la calefacción la cual contrario al sistema tradicional se busca que siempre se tenga una temperatura adecuada de manera automática

Es por ello que se realizara el presente proyecto, con la finalidad de mostrar la utilidad y al mismo tiempo la característica que se tiene que realizar para poder diseñar y desarrollar un prototipo de reconocimiento facial que sea aplicado dentro de las principales instituciones y al mismo tiempo en forma empresarial, gubernamental y como en este caso dentro de las instituciones educativas.

Este proyecto se desarrolló con el ordenador de la Raspberry Pi, que es de tamaño reducido, fácil de adquirir y de menor costo, para el sistema se instaló el sistema operativo Rbian, las librerías de OpenCv (Open source Computer Vision Library), lenguaje Python.

## **1.2 ANTECEDENTES**

### **1.2.1 Institucionales.**

TECHSBOL es una empresa multiservicios con un lineamiento orientado a las TIC`s. Situado en Calle 22 Pedro Fernández 1514-1524, El Alto.

Inicia sus actividades a principios del año 2018, con la filosofía de ser una empresa de vanguardia en la tecnología y sus ramas, de esta manera optó por dar cursos aleatorios de programación, robótica, electrónica, diseño gráfico y otros. Siendo estos cursos de capacitación aún sin un certificado por curso ya que el mismo se encuentra en tramites con las instancias correspondientes.

La institución cuenta con un administrador o SEO, con cuatro encargados de área de desarrollo, marketing, servicios y área legal, Internacional.

Techsbol inicia con los siguientes objetivos:

- Incrementar la investigación de tecnologías de vanguardia de la electrónica e informática.
- Dar información y capacitación mediante cursos, seminarios y otros recursos.
- Ofrecer la venta de componentes electrónicos, materiales y herramientas de tecnologías.

### **Misión**

Promover e impulsar la investigación de docentes y estudiantes desarrollando la capacidad científica y tecnología en el área de las ciencias de la computación, para contribuir al desarrollo del país.

### **Visión**

Desarrollar un espacio que permita la investigación científica y tecnológica en un marco de excelencia académica, proponiendo líneas de investigación y desarrollo de proyectos en el área de ciencias de la computación y tecnología.

### 1.2.2 Internacional

- (Custodio Flores & Cajo Carmona, 2017) “SIMULACIÓN E INSTALACIÓN DOMOTICA EN CASAS PARA EL CONTROL DE SEGURIDAD E ILUMINACIÓN”. Esta investigación y su implementación libera a las residencias o condominios de invertir en empresas que se dedican a la seguridad y vigilancia. Así mismo con este sistema se brinda un servicio de calidad, beneficiándose ante otros condominios que no poseen este tipo de seguridad.

Con la investigación científica aplicada a la industria de la seguridad y el ahorro de energía, la investigación muestra el avance de la tecnología con estas características ya disponibles en el mercado. De este modo se muestra la finalidad de contar con un sistema de control sobre seguridad e iluminación aplicado a domicilios, por lo cual el desarrollo de un software de ingeniería utiliza las herramientas de AutoCAD y Loxone Config.

- (Castaño Saavedra & Alonso Sierra, 2018). “SISTEMA DE RECONOCIMIENTO FACIAL PARA EN CONTROL DE ACCESO A VIVIENDAS” Trabajo de grado que desarrolló un sistema de reconocimiento facial para el control de acceso de una vivienda. Debido a la alta inseguridad que se vive en la ciudad y los constantes robos en las viviendas, las cuales afectan el estado de confort y seguridad que aumentan los problemas de salud física o mental en los ciudadanos; por este hecho se vio la necesidad de crear una solución informática que disminuya estos los porcentajes de hurto y falta de seguridad, haciendo uso de un sistema de identificación biométrica facial.

La realización de este proyecto contiene cuatro etapas: en primer lugar, el sistema de reconocimiento facial de forma clara y concisa, en segundo lugar, de control de acceso, como tercera etapa, la selección de los aspectos y herramientas de hardware y software y por último se implementa el sistema teniendo en cuenta las pautas y requerimientos.

Para el desarrollo de este trabajo se realizó la recopilación de información,

análisis de requerimientos, selección de la técnica apropiada y la implementación del prototipo, se utilizaron dispositivos de desarrollo Raspberry Pi 3, una cámara full HD que se encuentran en el mercado y las herramientas de software son Open source como lenguajes de programación Python junto con OpenCV para la manipulación de imágenes.

### 1.2.3 Nacional

- (Gonzales Marin, 2016). “MODELO DE RECONOCIMIENTO FACIAL MEDIANTE REALIDAD AUMENTADA EN APLICACIONES MÓVILES PARA LA IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN DE PERSONAS”. Nos propone la utilización de reconocimiento de rostros con el cual se obtiene sus datos de registros, tanto como la ubicación y como su identificación. Utilizando la metodología de investigación científica, asimismo para el desarrollo de esta aplicación recurre a las herramientas disponibles de software con realidad aumentada y la activación de la misma a partir del reconocimiento de rostros.
- (Tantani Chipana, 2014). “SISTEMA DOMÓTICO PARA OBTENER INFRAESTRUCTURA INTELIGENTE MEDIANTE SISTEMAS MÓVILES”. Las necesidades tanto como viviendas, los espacios de trabajo, son los entornos donde se muestra la importancia de automatizar ciertas funciones y tareas simples, por ello el trabajo recurre a la electricidad y la informática como expertos en la materia relacionadas con la automatización. Esta investigación trata de automatizar el encendido y apagado de las luminarias, ventiladores mediante un dispositivo móvil con la que se puede controlar los sensores de iluminación y sensores de temperatura para el confort y ahorro de energía.

Metodología para la recolección y selección de requerimientos, tiene como primer paso la recopilación de los sistemas domóticos existentes; de manera que se estructura una lista con cada una de las funcionalidades, una vez establecida la lista se aplica el proceso de filtración, dando como resultado final aquellas que cumplan con el objetivo y con las que el

sistema cuenta.

### **1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la actualidad el problema más grande que se vive dentro de la sociedad es referido a la seguridad, siendo así que muchas veces en una institución, no se tiene un control adecuado del personal que desarrolla sus funciones. La seguridad de forma que no se pueda llegar a tener la seguridad de quien está ingresando a la institución, si bien la tecnología ha ido en aumento y se ha incluido el control biométrico vía digital, la tecnología nos ofrece mucho más que puede ser explotado y tomado en cuenta para mejorar y fortalecer la seguridad por medio del reconocimiento facial.

#### **1.3.1 Problema principal**

Muchas personas en busca de cubrir la necesidad de control que brindan estos sistemas tienen un costo muy elevado de implementación, instalación y mantenimiento tanto de hardware como de software que solo se puede ver en residencias lujosas, que es otro problema debido a la situación económica de la institución, lo cual ha llevado a las autoridades a considerar la implementación de nuevas medidas de seguridad para evitar pérdida de información, objetos de valor, es por ello que existe la necesidad de implementar sistemas alternativos de menor costo, para un control de seguridad de acceso.

En la observación realizada en la empresa Techsbol, se contempla que en ocasiones están personas desconocidas en los pasillos del área administrativa de la institución. El problema principal de la institución Techsbol específicamente en el área administrativa no posee un control de seguridad de acceso e identificación de personas en sus instalaciones que registre al personal administrativo.

La falta de control en el acceso a los ambientes de la empresa Techsbol, muestra aspectos inseguros, tales como el robo de equipos de computación, equipos de robótica entre otros, los que constituyen el capital de la empresa. Haciendo un recuento sobre el comportamiento respecto de la inseguridad, ella nos muestra el acceso de personas no autorizadas en espacios restringidos de la empresa se

convirtió en la principal preocupación para las autoridades de empresa.

Lo anterior conlleva a mejorar la inseguridad que se manifiesta al interior de la empresa para evitar, reducir, minimizar hasta eliminar cualquier riesgo que pueda ocasionar pérdidas económicas e informáticas ya que es un tema de gran importancia que corresponde al empresario como a los administrativos así de este modo se darán prevenciones.

### **1.3.2 Problemas secundarios**

- Inseguridad al acceso de ambientes restringidos para personas no autorizadas.
- No contar con el debido registro del personal administrativo y laboral, sufriendo una alta probabilidad de suplantación.
- Falta de alertas mediante notificaciones de personas no reconocidas provocando riesgos de control.
- El control en cuanto a los servicios de iluminación, es manual provocando el un consumo excesivo de energía.

### **Formulación del problema**

Con el análisis de las problemáticas se llega a la siguiente formulación del problema:

**¿Cómo el desarrollo de un prototipo de domótica con reconocimiento facial permite fortalecer la seguridad?**

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo General**

Desarrollar un Sistema Domótico con reconocimiento facial mediante el uso de la tecnología Raspberry Pi, para el control de acceso a la Institución Techsbol.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Analizar los requerimientos necesarios para el sistema domótico y reconocimiento facial.
- Diseñar una interfaz que permita el registro del personal administrativo y laboral.
- Generar alertas mediante notificaciones de personas no reconocidas.
- Informar mediante notificaciones de correo electrónico sobre personas no registradas, como administrativos ni laborales.
- Automatizar el encendido de la iluminación para un mejor consumo de energía.
- Construir el prototipo de domótica con reconocimiento facial a través del uso de la tecnología Raspberry Pi.
- Realizar las pruebas necesarias para la evaluación sobre el rendimiento del Sistema Domótico.

## **1.5 JUSTIFICACIONES**

### **1.5.1 Justificación Técnica**

La justificativa técnica sobre el desarrollo del sistema corresponde a la disponibilidad de materiales comerciales y tecnología de fácil adquisición; el desarrollo esta empleado el lenguaje de programación Python y la librería de OpenCv que provee una infraestructura para aplicaciones de visión artificial. Las herramientas que se utilizaran son: Computador, Raspberry Pi 3 b+, Cámara HD, lenguajes de programación, Internet.

### **1.5.2 Justificación Económica**

El desarrollo del sistema se justifica económicamente por ser de bajo y accesible costo que tiene el hardware en el mercado pues se busca minimizar costos en comparación de empresas que ofrecen estos servicios, tomando en cuenta las desventajas que se presentan en momentos de mantenimiento y comunicación con los proveedores.

El ahorro de energía y el tiempo son una de las razones para llevar a cabo el desarrollo de este sistema con software y hardware libre y sensores que son fáciles de adquirir en las tiendas electrónicas de nuestro medio, el cual nos permite elaborar diferentes circuitos y control de dispositivos.

### **1.5.3 Justificación Social**

El presente proyecto busca solucionar uno de los problemas que enfrenta la sociedad que es la inseguridad de bienes, porque el rápido avance de la tecnología ha permitido establecer técnicas de mayor seguridad y reducción del mal uso de energía en la institución.

Se considera viable realizar posteriormente a toda empresa que desee tener un mayor control y seguridad en sus dependencias, asimismo de forma indirecta porque a partir de su implementación beneficia a todas las empresas que estén interesadas en adquirir el producto final obtenido y poder aplicarlos dentro de sus dependencias, fortaleciendo de esta manera su seguridad.

## **1.6 METODOLOGÍA**

La metodología de desarrollo de software consiste en todos los pasos y técnicas que se aplican de forma ordenada y sistemática a la hora de la realizar un estudio. La función de la metodología es establecer la estructura, planificación y control del proceso de desarrollo de un sistema de información.

Al paso del tiempo en la historia de la computación has existido diversas metodologías, adaptadas a las posibilidades tecnológicas de cada momento. (Productora Digital, 2015)

### **1.6.1 Metodología en cascada en V**

Para el desarrollo de ingeniería de software y hardware será el Modelo de Cascada en V que hace más evidente parte de las iteraciones y repeticiones que en el modelo en cascada están ocultas puesto que es una evolución del mismo; define un procedimiento uniforme para el desarrollo de sistemas implementando un proceso interactivo entre las distintas fases que lo componen donde se puede

detallar la relación que existe entre las actividades de análisis, diseño y prueba del software.

En la parte izquierda de la V representa la corriente donde se definen las especificaciones del sistema.

En la parte derecha de la V representa la corriente donde se comprueba el sistema.

En la parte de abajo, donde se encuentra ambas partes, representa la corriente de desarrollo. (Zumba Gamboa & Zumba Gamboa, 2018)

## **1.7 MÉTRICA DE CALIDAD**

### **1.7.1 ISO/IEC 19794-5**

#### **Tecnología de la información - Formatos de intercambio de datos biométricos - Parte 5: Datos de imágenes faciales**

Fue elaborado por el comité Técnico Conjunto a la ISO/IEC JTC 1, Tecnología de la información, subcomité SC 37 Biometría, consta de las siguientes partes bajo el título general Tecnología de la información –Formato de intercambio de datos biométricos: Marco, datos minuciosos de los dedos, datos especiales del patrón de dedos, datos de la imagen de dado, datos de la imagen facial, datos de la imagen de iris, firma de datos se series de tiempo, datos esqueléticos de patrón de dedos, datos de imágenes vasculares, datos de silueta de geometría de la mano, datos de voz, datos de ADN.

Lo que nos interesa en la parte de datos de la imagen facial, esta parte de la ISO está destinada a proporcionar un formato de imagen facial para aplicaciones de reconocimiento facial que requieren el intercambio de datos de imágenes faciales.

Las aplicaciones típicas son:

- Examen humano de imágenes faciales con resolución suficiente para permitir que un examen humano determine pequeñas características como lunares y cicatrices que podrían usarse para verificar la identidad.
- Verificación humana de la identidad mediante comparación de personas

con imágenes faciales.

- Identificación biométrica facial automatizada por computadora (búsqueda de uno a muchos).
- Verificación biométrica facial automatizada por computadora (búsqueda de uno a uno).

La ISO / EIC 19794 especifica un formato de registro para almacenar, grabar, transmitir la información de una o más imágenes faciales o una secuencia de video cortos de imágenes faciales, especifica las limitaciones de la escena de las imágenes faciales, especifica las propiedades fotográficas de las imágenes faciales, determina los atributos de imagen digital de las imágenes faciales, proporciona las mejoras prácticas para la fotografía de rostros. (ISO, s.f.)

## **1.8 INGENIERÍA DE COSTOS DEL SOFTWARE**

La ingeniería de software es una disciplina tecnológica y administrativa incluida en área de la informática que nos ofrece métodos y técnicas para desarrollar y mantener software de calidad en solución a todo tipo de problemas y en especial problemas de estimación de tamaño y esfuerzo; un problema de estimación de costos es el problema de predecir la cantidad de esfuerzo humano y material, así como el tiempo necesario para construir un sistema software.

Para la medición del desarrollo de software es necesario determinar el tiempo y esfuerzo que se tiene el proyecto de software. La estimación de costos de software es esencialmente pues cada proyecto es único en lo que se propone alcanzar y en la calidad de parámetros que son parte de su existencia.

### **1.8.1 COSMIC**

COSMIC es un método que a diferencia de los métodos tradiciones no solo mide la funcionalidad desde el punto de vista del usuario final, si no también que amplia desde diferentes puntos de vistas, de este modo toda la funcionalidad está cubierta. Esta estandarizado bajo la ISO 19761, puede aplicarse en diferentes tipos de software incluyendo aplicaciones de negocios, sistemas de información general, software en tiempo real, infraestructura e incluso software científico y de

ingeniería.

El modelo general de software COSMIC distingue cuatro tipos de movimientos de datos: entrada, salida, lectura y escritura, así mismo establece como principio de medición que el tamaño de funcional del software es directamente proporcional al número de movimientos de datos. Tiene la ventaja que no establece límites injustificados al tamaño funcional, por lo cual pueden medirse componentes de software independientemente de si son muy grandes o pequeños también el análisis para la medición está basado en el desglose funcional de los componentes del software por lo que está alineado con las prácticas de ingeniería de software. (Téllez, 2019)

## **1.9 LÍMITES Y ALCANCES**

### **1.9.1 Limites**

El presente proyecto desarrollado está limitado de la siguiente manera:

- El prototipo de reconocimiento facial no podrá reconocer más de un rostro a la vez.
- No se utilizará varias cámaras simultáneamente.
- No podrá realizar el reconocimiento facial a más de un metro y medio.
- El prototipo de domótica no podrá regular, ajustar o modificar dispositivos electrónicos de potencia que superen a los 2 amperios.

### **1.9.2 Alcances**

El proyecto está enfocado en el reconocimiento facial de las personas que acceden al área administrativa de la empresa Techsbol.

- El prototipo domótico con reconocimiento facial, instalada en una Raspberry PI, usando la librería Open Computer Vision (OpenCV), donde el usuario puede registrar a una persona a través de su rostro.
- Se diseñó la interface administrativa con login, manteniendo las restricciones necesarias.

- Envío de notificaciones a través de correo electrónico al personal designado en caso de un intruso.

### **1.10 APORTES**

- El prototipo de domótico con reconocimiento facial apoya el control de seguridad en cuanto al acceso de ingreso de personas a una institución.
- El prototipo de domótica con reconocimiento facial ayuda la gestión, la seguridad, comodidad y un eficiente consumo energético.
- El prototipo de domótica con reconocimiento facial fue diseñado y construido con software y hardware libre.

El estudio permite realizar una interfaz de pantalla amigable y de fácil manejo para ello se utiliza el desarrollo de menús de selección. Siendo la implementación del sistema propuesto, que se logra a partir de análisis, diseño, codificación y pruebas de calidad des mismo para finalmente lograr una herramienta capaz de manejar y brindar información precisa e integra.

### **1.11 HERRAMIENTAS**

De acuerdo a las técnicas empleadas se utilizarán las siguientes herramientas:

#### **1.11.1 Hardware**

##### **Raspberry Pi**

Raspberry Pi es una placa computadora u ordenador de placa reducida de tamaño similar a la de una tarjeta de crédito (en inglés: Single Board Vomputer o SBC), es un computador funcional con todos sus componentes. Solo es necesario conectar una memoria con un sistema operativo, un teclado, un mouse, un monitor y parlantes para poder disfrutar sus capacidades.

Fue desarrollado en Inglaterra por la fundación Raspberry Pi, sin fines de lucrar y con la intención de promover la enseñanza de la ciencia de la computación en las escuelas, idea que surgió en 2006 con el fin de desarrollar un equipo de bajo costo con capacitaciones de programación, así es que salió el primer modelo de Rasberry Pi en 2011.

En el software se puede instalar distintas versiones de sistemas operativos, pero el sistema operativo oficial es Raspbian, que es distribución GNU/Linux basado en Debian y optimizada para el hardware disponible, también se puede verificar si dentro de sus programas preinstalados se encuentre Python. Para la instalación directa de Raspbian en la tarjeta SD, debemos realizarlo mediante otro equipo, en el que se tenga ya descargado la imagen del sistema operativo y que tenga un lector de tarjeta SD.

Algunas de las ventajas que se tiene al utilizar una Raspberry Pi son:

- Trabaja con software libre,
- Bajo de consumo de energía y bajo costo,
- Diseño compacto con salidas digitales y analógicas para visualizar el su entorno gráfico.

Y algunas de sus limitaciones son las siguientes:

- No puede alimentar gran cantidad de periféricos en caso de una lata demanda de corriente.
- Es un poco lento al usarse en procesos que son de mayor procesamiento.

Una vez arrancada la Raspberry Pi se tiene que ingresar nombre de usuario y contraseña para iniciar la sesión. El usuario predeterminado en Raspbian es “pi” y la contraseña es “raspberrry”. (Maza Viera, 2017)

## **Cámara**

La cámara es un factor esencial en el proyecto, porque es el sensor visual que capturará las imágenes de los rostros que serán almacenadas en la base de datos para luego ser reconocidas, se debe usar una cámara de cualidades medianamente aceptables, de lo cual lo más importante es la resolución de imágenes que pueda brindar este dispositivo.

Para el desarrollo del reconocimiento facial se utilizará cámara web, que es de tipo digital que se conecta a un computador para registrar y transmitir mediante internet.

### 1.11.2 Software

#### PYTHON

Python fue creado por Guido van Rossum, programador holandés a finales de los 80 e inicio de los 90, primariamente se piensa para manejar excepciones y tener interfaces con Amoeba como sucesor del lenguaje ABC. El 26 de octubre se lanza Python 2.0 con nuevas características.

El 3 de diciembre del 2008 sale Python 3.0 una versión mayor e incompatible con las anteriores en muchos aspectos, que llega después de un largo periodo de pruebas, muchas de las características introducidas en la versión 3 han sido compatibilizadas en la versión 2.6 para hacer de forma más sencilla la transición entre estas.

Los desarrolladores de Python han creado una comunidad de desarrolladores, estos tienen sus propias formas o metodologías de escribir código. Según el sitio web oficial de Python existe una lista de principios de diseño que se deberían seguir cuando se escribe código en Python:

- Hermoso es mejor que feo
- Explícito es mejor que implícito
- Simple es mejor que complejo
- Plano es mejor que anidado.

La sintaxis de Python es muy sencilla, tanto que en algunas ocasiones parece pseudocódigo, es muy interesante observar las diferencias que existe entre el programa Hola Mundo de Python y el de otro lenguaje de alto nivel como C++:

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main ()
{
cout << "Hola Mundo" <<
endl;
return 0;
}
```

**Fig. 1. 1 Programa Hola Mundo en C++**

Fuente: (Challenger Perez, Dias Ricardo, & Becerra Garcia, 2015)

Y ahora se ve cómo lograr esta misma tarea en Python:

```
print "Hola Mundo"
```

**Fig. 1. 2 Programa Hola Mundo en Python**

Fuente: (Challenger Perez, Dias Ricardo, & Becerra Garcia, 2015)

Python cuenta con un intérprete con consola que permite probar ciertas capacidades del lenguaje, sin tener que crear un módulo de este, incluso en ocasiones se utiliza como una poderosa calculadora, con capacidades muy similares a las que ofrece el lenguaje Matlab para la realización de ciertas tareas. (Challenger Perez, Dias Ricardo, & Becerra Garcia, 2015)

## **OpenCv**

OpenCv (Open Source Computer Vision) comenzó como un proyecto de investigación en Intel, la primera versión de OpenCv, 1.0, se lanzó en 2006 y la comunidad de OpenCV ha crecido a pasos agigantados desde entonces. Willow Garage se encargó del soporte de OpenCv 2.3.1 ahora viene con una interface de programación para C, C++, Python y Andorid.

Actualmente, OpenCv contiene implementaciones de más de 2500 algoritmos. Además, está disponible de forma gratuita para fines académicos o como en productos comerciales.

OpenCv-Python es la API de Python para OpenCv. Además, es compatible con las plataformas más utilizadas, Windows, Mac OS y Linux.

Para la instalación de OpenCv en Python existen 2 formas:

- Desde archivos binarios y archivos fuente precompilados: para ello se debe consultar la documentación pertinente de cada sistema operativo (Por ejemplo Windows y Mac OS).
- Mediante paquetes para entornos de escritorio estándar (Windows, MacOS)

y casi cualquier distribución GNU/Linux):

- Si solo se necesita módulos principales se debe ejecutar *pip install opencv-python*
- Si se necesitan tanto módulos principales como adicionales (contrib) se debe ejecutar *pip install opencv-contrib-python*.

OpenCv ahora viene con la nueva clase FaceRecognizer para reconocimiento facial, para que pueda comenzar a experimentar con el reconocimiento facial de inmediato. Los algoritmos disponibles actualmente son:

- Caras propias (ver createEigenFaceRecognizer)
- Fisherfaces (ver createFisherFaceRecognizer)
- Histogramas de patrones binarios locales (consulte createLBPHFaceRecognizer). (OpenCv, 2017)

### Algoritmo LBPH

LBPH (Local Binary Pattern Histogram) se basa en la comparación directa de imágenes con dimensionalidad reducida también se basa en la extracción de características relevantes de cada imagen. Para cada píxel se obtiene un histograma local, los píxeles de alrededor se traducen a 1 y 0 dependiendo de si tiene más intensidad o menos que el píxel central y se asigna ese valor al píxel central.

La imagen se divide en una cantidad de regiones y se extrae un histograma de cada una. Estos histogramas luego se concatenan. (Tesillo Gomez, 2016)

El histograma es representado como un gráfico en el cual se muestra distribuido los valores de intensidad de cada píxel de la imagen (niveles de gris), con el fin de dar a conocer información sobre el brillo, contraste, intensidad entre otros de la misma. Matemáticamente el histograma es representado por:  $n$  como el número de píxeles de la imagen con un nivel de gris determinado donde  $r_k$  es el  $k$ -ésimo nivel de gris dentro del rango  $[0, L-1]$ , se define que  $n_k$  corresponde a los valores del histograma, de allí se puede determinar la probabilidad de ocurrencia de cada

nivel de gris  $p(r_k) = \frac{n_k}{n}$ . (Galindo Gomez & Gamboa Sanchez, 2016)

### **Cascada de clasificadores Haar.**

Es un método de detección de objetos en una imagen, desarrollado por los investigadores Paul Viola y Michael Jones en el año 2001, es una versión del algoritmo "Adaboost" basado en una cascada de clasificadores fuertes para cada parte del rostro, cada etapa pertenece a un clasificador fuertes y esta entrada con todos los ejemplos que cada etapa anterior no ha clasificado correctamente más algunos nuevos. Por lo tanto, en la etapa de entrenamiento, cada etapa se entrena con un conjunto óptimo de características capaces de detectar ejemplos más complicados, es decir que en las primeras etapas se encargan de descartar sub-imágenes que son muy diferentes de una cara, mientras que las últimas etapas pueden rechazar ejemplos mucho más complejos como ser globos, pelotas, dibujos, entre otros. (Cajas Idrovo & Viri Avila, 2017)

OpenCV nos ofrece clasificadores pre entrenados no solo para rostros de personas, sino también de ojos, sonrisa, cara de gatito, entre otros; que se los puede encontrar en el repositorio de OpenCV en github. Para aplicar la detección de rostros con Haar Cascade de OpenCV se necesita el módulo detectMultiScale que ayuda a detectar los objetos de acuerdo al clasificador que se utilice, con este nos permite obtener un rectángulo delimitador en donde se encuentra el objeto que se desea encontrar dentro de una imagen. (Solano, 2020)



# MARCO TEORICO

## 2 MARCO TEÓRICO

### 2.1 INTRODUCCIÓN.

En este capítulo se va a introducir previamente a una serie de conceptos generales sobre el desarrollo domótica y el reconocimiento facial, posteriormente se realizará una descripción de las técnicas existentes para la detección y reconocimiento facial en imágenes. También se explican algunos conceptos básicos sobre la inteligencia artificial ya que serán utilizadas en la fase de reconocimiento.

### 2.2 SISTEMAS

Desde tiempos muy antiguos el ser humano tuvo que organizarse para relacionarse con la naturaleza, fue necesario distribuir funciones y tareas, establecer jerarquías y estructuras entre otras actividades administrativas.

La teoría de sistemas viene proponiendo elementos para el análisis sistémico de las organizaciones desde el siglo pasado. Para la década de los 50 Von Bertalanffy expuso los fundamentos de una teoría general de los sistemas al comprobar muchos principios y conclusiones para otras ciencias estableciendo la importancia de los estudios de sistemas para diversos campos de la ciencia, gracias a sus ideas se llegó a comprender que el estudio de un problema del mundo real requería de la perspectiva teórica de varias disciplinas.

Aunque esta teoría surgió en el campo de la biología inspiró a desarrollar en distintas disciplinas, de esta manera se amplió el campo de la sistémica o de las ciencias de los sistemas, con especialidades como:

**Cibernética:** ciencia interdisciplinaria que relaciona los sistemas de comunicación y control a través de la regulación de la retroalimentación en los organismos vivos, máquinas y las organizaciones.

**Teoría de la Información,** se ocupa de la medición de la información y su representación y de la capacidad de los sistemas de comunicación para transmitir y procesar información.

**Teoría de Juegos**, análisis matemático de cualquier situación en la que aparezca un conflicto de intereses, pretende encontrar las opciones óptimas para las circunstancias dadas.

**Teoría de Caos**, teoría matemática de sistemas dinámicos no lineales que describe bifurcaciones, extrañas atracciones y movimientos caóticos.

**Teoría de las Catástrofes**, que intenta desarrollar un sistema matemático capaz de representar fenómenos naturales discontinuos que no son descritos satisfactoriamente por el cálculo diferencial.

Los diccionarios brindan una primera base para la formación de este marco teórico, que se encuentra en el diccionario ilustrado que dice que “Sistema es un conjunto ordenado de cosas que contribuyen a un fin”.

De las definiciones se pueden extraer los aislados que constituyen el sistema:

- La existencia de elementos diversos e interconectados.
- El carácter de unidad global del conjunto.
- La integración del conjunto en un entorno.

La teoría de sistemas se fundamenta en tres premisas básicas.

1. Los sistemas dentro de sistemas: cada sistema existe dentro de otro más grande.
2. Los sistemas son abiertos: es consecuencia del anterior. Cada sistema que se examina, generalmente en los contiguos. Los sistemas abiertos se caracterizan por un proceso de cambio infinito con su entorno que son los otros sistemas.
3. Las funciones de un sistema dependen de su estructura.

La clasificación de los sistemas en categoría o grupos es de gran utilidad al identificar de forma sintética las características de los elementos que se estudien a partir de la teoría de sistemas.

CLASIFICACION	TIPO DE SISTEMA	CARACTERISTICAS PRINCIPALES
POR SU RELACIÓN CON EL MEDIO AMBIENTE	Cerrado	Aislado totalmente de medio
	Abierto	Se consideran todas las relaciones con el medio ambiente
	Semicerrado o semiabierto	Se consideran solo una relación de sus relaciones con el medio ambiente
POR SU ESTRUCTURA	Simple	Se compone de un número pequeño de partes, cuyas interrelaciones y propiedades tienen un comportamiento más bien elemental.
	Compuesta	Se compone de otros subsistemas que a su vez pueden ser descompuestas en otros niveles inferiores de análisis. Sus grupos de elementos y subsistemas presentan grandes propiedades que forman una red.
POR SU GRADO DE PREDICCIÓN	Determinista	Sus salidas pueden ser establecidas indudablemente a partir de la cantidad y calidad de sus entradas.
	Probabilística	Es afectado por factores inesperados, que impiden establecer sin dudas sus salidas como una función de sus entradas.
POR SU DINAMISMO	Estático	Se considera que no varía en el tiempo o que sus variaciones son insignificantes a los efectos del estudio que va a realizar.
	Dinámico	Se considera, a los efectos del estudio todos o

CLASIFICACION	algunas de sus variaciones en el tiempo.	
	TIPO DE SISTEMA	CARACTERISTICAS PRINCIPALES
POR SU ESTABILIDAD	Estable	Tiene una capacidad media de resistencia a los factores de perturbación.
	Inestable	Tiene la capacidad baja de resistencia a los factores de perturbación.
	Ultra estable	Tiene una capacidad extraordinaria de resistencia a los factores de perturbación.
POR SU ORIGEN	Natural	Surge en la naturaleza.
	Artificial	Es creación del hombre.
POR SUS COMPONENTES	Físico	Formado por elementos materiales.
	Social	Formado por personas.
	De procedimiento	Formado por reglas, normas o instrucciones.
	Conceptual	Formado por ideas o razonamientos.

*Tabla 1 Clasificación de los sistemas atendiendo a diferentes criterios de agrupación.*

Fuente: (Estévez Torrez, 2016)

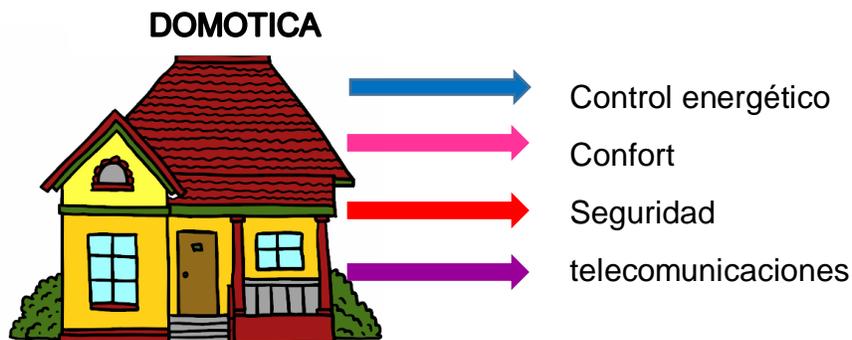
### 2.3 DOMÓTICA

Etimológicamente la palabra domótica fue inventada en Francia y está formada por la contracción de “domus” (vivienda) más automática, esta disciplina no es únicamente para viviendas sino también para cualquier tipo de edificación. Además, la domótica va más allá de la automatización de un edificio integrando su control con el uso que se hace en él.

Se distinguen tres distintos sectores dependiendo del alcance de la aplicación de esta tecnología:

- Domótica para el sector doméstico.
- Inmótica para el sector industrial (residencias, hoteles, zonas comunitarias, entre otros).
- Urbótica para las ciudades (control de iluminación pública, gestión de semáforos, telecomunicaciones, medios de pago, y otros).

El conjunto de servicios que nos ofrece la domótica dentro del hogar están dirigidos a la gestión de cuatro funciones básicas, al realizar la instalación la proporción de la inversión realizada en cada uno de los apartados dependerá de cual sea la finalidad del edificio o residencia.



**Fig. 2. 1 Funciones Básicas en la Instalación Domótica**

Fuente: (Alvarino L, Marchena B., Castellar H, Jiménez B, & Quintero P, 2015)

### **2.3.1 Control Energético.**

Es con la finalidad de satisfacer las necesidades del hogar al mínimo costo con tres aspectos diferentes:

1. Regulación: para obtener la evolución del consumo de energía de la vivienda o edificio.
2. Programación: programar distintos parámetros como temperatura, según horarios, días de la semana, mes.
3. Optimización: el aprovechamiento de la energía y reducción de su consumo, que es lo más importante en la instalación de un sistema domótico pues revierte a medio y largo plazo en su amortización, además que está muy ligada

al concepto de confort.

### **2.3.2 Confort.**

Va dirigido principalmente a la instalación de climatización, ventilación, y calefacción; también se incluyen en este campo todos los sistemas que contribuyan al bienestar, entre estos sistemas destinados al confort están:

- Control de infrarrojos de distintos automatismos.
- Automatización de riego de jardines.
- Apertura automática de puertas.
- Centralización y supervisión de todos los sistemas de la vivienda.
- Información de presencia de correo en el buzón.
- Programación de estilo de vida.
- Encendido y apagado remoto de electrodomésticos.

### **2.3.3 Seguridad.**

Esta función es la más desarrollada y puede integrar múltiples aplicaciones. Se puede dividir en seguridad en personas y seguridad de bienes.

En la seguridad de personas se incluyen las siguientes tareas:

- Alumbramiento automático en zonas de riesgo por detección de presencia.
- Desactivación de enchufes de corrientes para evitar contactos.
- Manipulación a distintas de interruptores de zonas húmedas.
- Detectores de fugas de gas o de agua que cierren las válvulas de paso a la vivienda en el caso de producirse escapes.

En la seguridad e bienes se refiere, a funciones principales que son:

- Avisos de intrusos. Incluyen la instalación de diversos sensores: sensores de volumétricos para detección de presencia, sensores de hiperfrecuencia para cristales rotos, sensores magnéticos para apertura de puertas y ventanas.
- Avisos a distancia, en ausencia del usuario se emiten avisos con caso de alarma sea acústico o telefónicos.

- Alarmas técnicas: detección de incendios, detección de fugas de agua y gas, ausencia de energía eléctrica.

#### **2.3.4 Telecomunicaciones.**

Se destacan los siguientes:

- Sistemas de comunicaciones en el interior.
- Megafonía, difusión de audio/video, intercomunicadores.
- Red de área local domestica (LAN).
- Teleducación, teletrabajo, telecompra.
- Mensajes de alarma como fugas de gas, agua, entre otros.

La domótica es un área de retos en los cuales se pretende tener el control de la vivienda por medio de algún tipo de acceso remoto, en los principales temas de debate en este campo es la necesidad como la del encendido y apagado de la iluminación mediante sensores de movimientos hasta llegar al punto de disponer de dispositivos que midan la cantidad de iluminación. A la fecha se tiene como tendencia el ahorro y sensibilidad de la ambientación, pues es capaz de tener adaptabilidad al constante crecimiento de la tecnología y los cambios del mundo moderno. (Alvarino L, Marchena B., Castellar H, Jiménez B, & Quintero P, 2015)

#### **2.4 INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA)**

La inteligencia artificial tiene por objeto que un computador pueda realizar las mismas cosas que la inteligencia humana.

La IA es un sistema remoto del manejo de computador con beneficio propio y social facilitando el funcionamiento de sistemas de seguridad como también puede realizar muchas otras tareas con la misma similitud de información en el computador.

La IA se encuentra en todo nuestro entorno como se puede ver en hospitales, vehículos, bancos, oficinas, el hogar. Los satélites que orbitan fuera de nosotros en el espacio exterior también forman parte de una IA muy avanzada con una función de grandes rasgos característicos en la sociedad.

Los dos objetivos principales de la IA son: Tecnológico, se refiere a usar el computador para cosas útiles, en ocasiones se realiza cosas diferentes a la mente humana para sacarle más preeminencia a dicha IA tecnológica. El otro es científico: que refiere al uso de la IA en humanos o animales para darle uso en mejoramiento de rasgos físicos y biológicos. Vale mencionar que la IA es utilizada en la ciencia creando vida artificial. (Boden, 2017)

## **2.5 REDES NEURONALES ARTIFICIALES (RNA)**

Las redes neuronales artificiales son parte de la inteligencia artificial que al igual que a neuronas humanas estas necesitan ser entrenadas. En este caso se debe entrenar las RNA dando a reconocer rostros y rasgos faciales mientras más veces se reconozca un rostro más inteligencia obtendrá dicha RNA para así convertirse en una inteligencia artificial avanzada. Las RNA son técnicas de inteligencia artificial con el fin de procesar información de un sistema nervioso humano y tratando de realizar el mismo trabajo y comportamiento del cerebro.

Una de las características principales de las RNA es que estas son como un cuadro informático que se adapta a cualquier tipo de sistema nervioso humano.

### **2.5.1 Ventajas y Desventajas**

Ventajas:

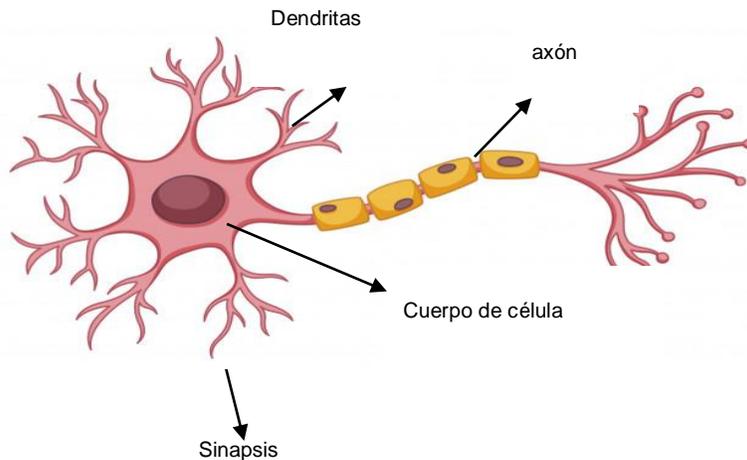
- Aprendizaje que se adapta a realizar todo tipo de tareas a base de datos recepcionados.
- Pueden realizar su propia representación de toda la información que se reciba.
- A pesar de que la RNA se encuentre con algún daño parcial esta no se destruye por completo y esto ocasiona que la información recepcionada no se pierda al igual que un cerebro humano.
- Cualquier operación de la RNA se puede llevar en el mismo instante y en tiempo real mediante algún dispositivo de hardware.

Desventajas:

- Estas neuronas artificiales tienen una complejidad limitada para poder procesar tareas grandes.
- El tiempo de aprendizaje de estas neuronas artificiales dependerá según la cantidad de modelos a reconocer.
- No tiene la misma capacidad del ser humano de interpretar los resultados obtenidos de algún aprendizaje por lo que es necesario interpretarlos mediante un dispositivo y una aplicación.
- Dependen de una aplicación que requiere una enorme cantidad de ejemplos para poder entrenar la RNA.

### 2.5.2 Estructura de una red neuronal

Esta neurona está conformada por el axón lo cual significa la salida, este se entrelaza con la entrada mediante sinapsis y esta cambia mediante el proceso que se ocupe para el aprendizaje.

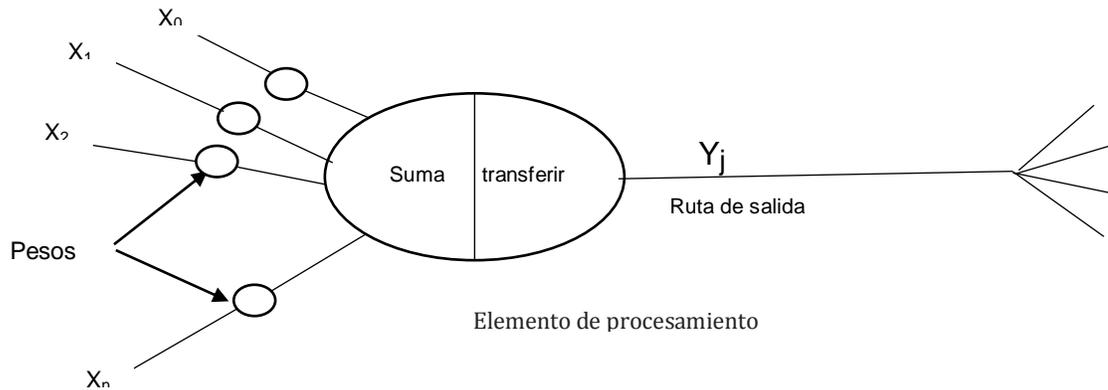


**Fig. 2. 2 Componentes de un Neurona**

Fuente: (Rivas Asanza & Monzon Olivo, 2018)

### 2.5.3 Estructura de una red neuronal artificial

Un elemento procesador es igual a una neurona básica y estas unidades de proceso pueden tener varias entradas y también pueden combinarse.



**Fig. 2. 3 Diagrama de una Neurona Artificial**

Fuente: (Rivas Asanza & Monzon Olivo, 2018)

## 2.6 RECONOCIMIENTO FACIAL

El reconocimiento facial es también llamado “reconocimiento de rostros o de caras”, que están preparados para desempeñar un papel importante donde podrían escanear tu rostro en aeropuertos o conciertos con o sin tu consentimiento, pues el reconocimiento facial tiene mucho potencial y gracias a la tecnología podría ayudar a que los dispositivos en hogares inteligentes se vuelvan aún más inteligentes, enviando notificaciones basadas en a quien están viendo y te brinden un acceso más conveniente a amigos y familiares.

El significado de la palabra reconocimiento indica a la acción de reconocer, el verbo reconocer habla en un sentido preciso de; examinar a una persona u objeto con detenimiento para comprobar su estado o sus características.

Entonces la definición al reconocimiento facial sería: reconocer a una persona por un rasgo físico específicamente su rostro.

Ahora veamos el significado de detección: acción de detectar, captar o localizar la presencia de una persona, una cosa o un fenómeno.

Entonces la definición de detección de rostros sería: descubrir la presencia de una persona y extraer una imagen del rostro.

### 2.6.1 ¿Qué es el Reconocimiento facial?

El reconocimiento facial es una forma de autenticación biométrica que utiliza medidas corporales para verificar tu identidad. El reconocimiento facial es un subconjunto de datos biométricos que identifica a las personas mediante la medición de la forma y estructura únicas de sus rostros. Los diferentes sistemas existentes utilizan técnicas distintas, pero en lo fundamental, el reconocimiento facial utiliza los mismos principios que otras técnicas de autenticación biométrica, como los escáneres de huellas digitales y el reconocimiento de voz. (Gebhart, 2019)

Para los sistemas de reconocimiento facial involucran sub-problemas a resolver como la detección, extracción y clasificación. Para el proceso de reconocimiento primero es necesario pasar por la etapa de detección facial y este primer paso es para la realización del reconocimiento fácil en una imagen o video.



**Fig. 2. 4 Etapas de Reconocimiento Facial**

Fuente: (De sousa & Mora, 2016)

Todo sistema de reconocimiento facial necesita de un flujo de datos como una imagen o un video para tomarlo como entrada y producir una salida que representa la identificación de una persona que aparecen en la entrada.

### **2.6.2 Detección de Rostro.**

La detección de rostros es una tecnología informática que se utiliza en una variedad de aplicaciones que identifica rostros humanos en imágenes digitales. La detección de rostros también se refiere al proceso psicológico mediante el cual los humanos localizan y atienden rostros en una escena visual.

La detección de rostros es un procedimiento analítico simple, que consiste en la captura de una imagen del rostro de cualquier persona, que aparezca en el ángulo de visión de la cámara asignada para ello.

La detección comprende el proceso de análisis de características de la imagen con el fin de identificar la ubicación de una cara o un conjunto de caras, que pueden llegar a ser complejas ya que se requiere de una serie de variables que no son fáciles de controlar, como la posición e intensidad de la luz, posición e inclinación de la cara, expresión facial, orientación de la imagen entre otros.

Los métodos de detección varían de acuerdo a su tipo. Pueden involucrar el uso del análisis de los componentes principales, la selección de características consiste en elegir un subconjunto de características de las obtenidas en el proceso de extracción y el método para la selección de características faciales es el clasificador HAAR, que involucra tanto el proceso de detección facial como el de selección de características, utilizando un enfoque de rendimiento y poda. (De Sousa & Mora, 2016)

### **2.6.3 Cascada de clasificadores HAAR.**

El clasificador de Haar es un método desarrollado por Pau Viola y Michael Jones en el año 2001, basado en una cascada de clasificadores fuertes para cada parte del rostro, por lo tanto, en la parte de entrenamiento, cada etapa se encuentra con un conjunto óptimo de características capaces de detectar cada vez ejemplos más complicados es decir que en las primeras etapas se encargan de descartar subimágenes que son diferentes a la cara mientras que en las últimas etapas pueden rechazar ejemplos muchos más complejos como ser globos, pelotas, dibujos entre otros. (Cajas Idrovo & Viri Avila, 2017)

Un clasificador (una cascada de clasificadores mejorados que trabajan con características similares a las de Haar) se entrena con algunos cientos de vistas de un objeto en particular (caras o un objeto), llamados ejemplos positivos, que se escalan al mismo tamaño y ejemplos negativos; imágenes arbitrarias del mismo tamaño.

Después de entrenar un clasificador, se puede aplicar una región de interés en una imagen de entrada. El clasificador genera un “1” si es probable que la región muestre el objeto y un “0” en caso contrario, el clasificador está diseñado para que se pueda redimensionar fácilmente para poder encontrar los objetos de tamaño; el clasificador es resultante de varios clasificadores (etapas).

### **Ejemplos De Clasificador Haar**

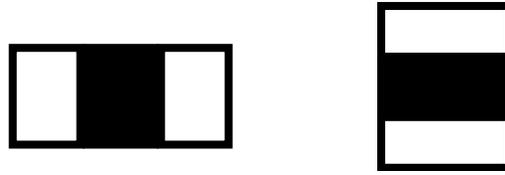
Una característica de este método es que está definida por parámetros de tamaño, orientación, distribución de las regiones positivas o negativas. A su vez estos parámetros van a depender de los rasgos del objeto a detectar y más en concreto de la distribución de intensidades de los pixeles que componen dicho rasgo.

La cascada utilizada por Viola Y Jones se compone por el número de regiones para un determinado uso que a la hora de construir una característica Haar se busca que su estructura se asemeje a la del rasgo a detectar tales como bordes, líneas o contornos.



***Fig. 2. 5 Detectar Bordes Según la Orientación***

Fuente: (Guamán, 2015)



Línea horizontal:  $0^\circ$       Línea vertical:  $90^\circ$

**Fig. 2. 6 Detectar Líneas Según Orientación**

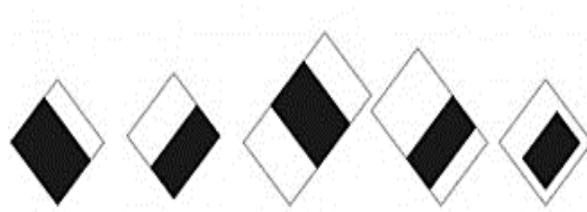
Fuente: (Guamán, 2015)



**Fig. 2. 7 Detectar Líneas Diagonales**

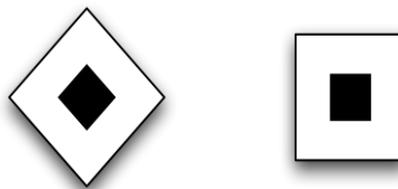
Fuente: (Guamán, 2015)

Idea para determinar características usando sumas y restas de los niveles de intensidad de la imagen y para mejorar la detección de objetos en las imágenes se añadieron Haar inclinadas así poder conseguir detectar bordes y líneas de  $45^\circ$ .



**Fig. 2. 8 Detectar líneas según su orientación borde diagonal:  $45^\circ$  y  $135^\circ$**

Fuente: (Guamán, 2015)



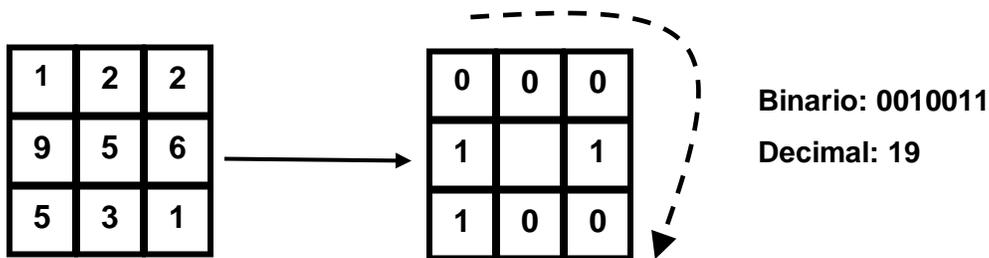
**Fig. 2. 9 Detectar centro-contornos**

Fuente: (Guamán, 2015)

Las características Haar son muy sencillas de calcular, pero aun así tiene un coste computacional ligeramente alto. Hay que pensar que en una detección cada característica Haar utilizada tiene que evaluar toda la imagen pixel por pixel y también para las diferentes escalas de la imagen. (Guamán, 2015)

## 2.7 ALGORITMO LBPH.

LBPH (Local Binary Pattern Histogram) describe las características locales de cada rostro, de manera que con las características extraídas tendrán una baja dimensionalidad. Se basa en tomar pixeles vecinos respecto de un pixel central, el cual establece un valor de umbral, si el valor del pixel central es menor, se etiqueta con un cero y si es mayor se etiqueta con un uno. (Guerrero Granda & Heredia Alvarez, 2018)



**Fig. 2. 10 Transformación de pixeles a histograma**

Fuente: (Galindo Gomez & Gamboa Sanchez, 2016)

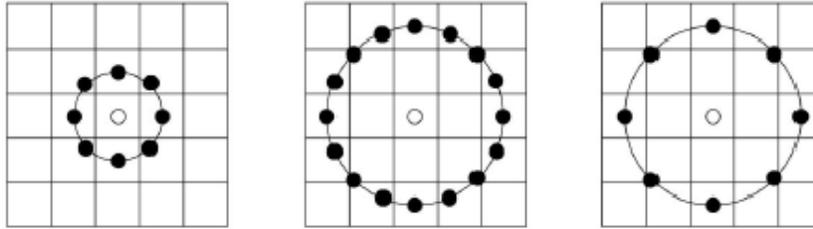
Matemáticamente hablando el histograma es representado por:  $n$  como el número de pixeles de la imagen con un nivel de gris determinado donde  $r_k$  es el  $k$ -ésimo nivel de gris dentro del rango  $[0, L - 1]$ , se define que  $n_k$  corresponde a los valores del histograma, de allí se puede determinar la probabilidad de ocurrencia de cada nivel de gris  $p(r_k) = \frac{n_k}{n}$ . (Galindo Gomez & Gamboa Sanchez, 2016)

El método de LBPH asigna etiquetas a cada uno de los pixeles de la imagen tomando en cuenta la distribución de los vecinos. Estos son pasos que le LBPH realiza para su respectivo reconocimiento de imágenes.

Una máscara de tamaño determinado (8x8), recorre la imagen de manera iterativa seleccionando cada vez un pixel y sus vecinos.

$$LBP = \sum_{p=0}^7 s(g_p - g_c) 2^p$$

$$s(x) = \begin{cases} 1, & \text{si } x \geq 0 \\ 0, & \text{otro valor.} \end{cases}$$



**Fig. 2. 11 Obtención de los parámetros LBP**

Fuente: ( Esparza Franco & Tarazona Ospina, 2015)

El número binario resultante se convierte en un número decimal que es contado en el histograma para formar la descripción. El histograma de las etiquetas de todos los píxeles es posteriormente utilizado como una descripción de la textura de la imagen.

$$H_i = \sum_{xy} I[LBP(x, y) = i], \quad i = 0, \dots, n - 1$$

$$I(x) \begin{cases} 1, & \text{si } x \text{ es verdadero} \\ 0, & \text{otro valor} \end{cases}$$

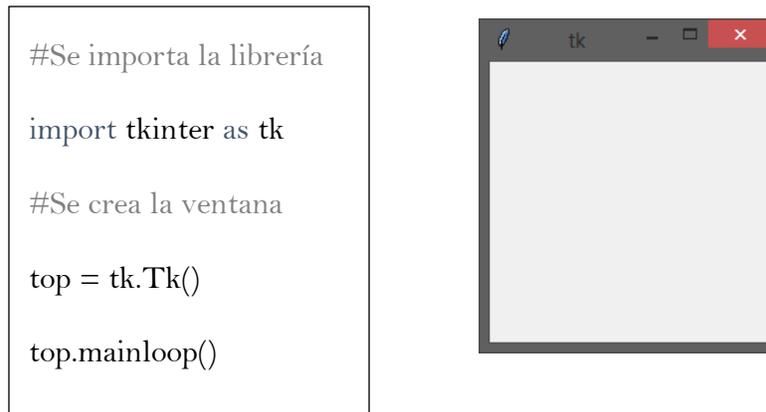
Esta implementación resultó ser tolerante a las variaciones de iluminación, es por ello que se utiliza principalmente en el reconocimiento facial, también se ha incluido en otros enfoques como reconocimiento del iris, huellas dactilares, clasificación de edad facial. (Esperanza Franco, Tarazona Ospina, Sanabria Cuevas, & Velazco Capacho, 2015)

## 2.8 TKINTER

Diseñada por el paquete Anaconda que instala Python, así como las librerías más comunes para su uso científico y el IDE Spyder. Para un ejemplo básico de una ventana en Tkinter lo primero es importar el módulo de la librería Tkinter

posteriormente se crea un objeto de ventana que corresponderá a la ventana principal.

Para que el código de aplicación funcione en forma cíclica es necesario colocar el método “mainloop” que permite tener en un ciclo infinito a la aplicación ejemplo:



**Fig. 2. 12 Ejemplo básico de la aplicación**

Fuente: (Diaz & Coto Fuentes, 2017)

## 2.9 METODOLOGÍA

La metodología de desarrollo de software consiste en todos los pasos y técnicas que se aplican de forma ordenada y sistemática a la hora de la realizar un estudio. La función de la metodología es establecer la estructura, planificación y control del proceso de desarrollo de un sistema de información.

Al paso del tiempo en la historia de la computación has existido diversas metodologías, adaptadas a las posibilidades tecnológicas de cada momento. (Productora Digital, 2015)

### 2.9.1 Modelo en V

El modelo en V es una variación del modelo en cascada que muestra cómo se relacionan las actividades de prueba con el análisis y el diseño, la codificación forma el vértice de la V donde el análisis y el diseño van a la izquierda y las pruebas y el mantenimiento a la derecha. La unión mediante líneas entre las fases

de la izquierda y las pruebas de la derecha representan una doble información que sirve para indicar en qué fase de desarrollo deben definir las pruebas correspondientes, también sirve para saber a qué fase de desarrollo hay que volver si se encuentra fallas en las pruebas correspondientes.

Las fases de modelo V son similares a la fase de cascada con una gran diferencia, en el modelo en V en vez de ir hacia debajo de forma lineal los pasos del proceso son doblados hacia arriba en la fase de codificación, para formar la típica forma de V.

El lado izquierdo de la V representa las necesidades y la creación de las especificaciones del sistema.

El lado derecho de la V significa la integración de todos los pasos y su verificación. Metodología que tiene ciertas características como la combinación de Software y Hardware de confiabilidad realizada, y dirigido a diversos campos de aplicación industrial donde priman las limitaciones de coste, tiempo y confiabilidad.

### **2.9.2 Niveles del Modelo en V**

#### **a) Nivel 1**

Está orientado al cliente, el inicio del proyecto y el fin del proyecto constituyen los dos extremos del ciclo, se compone del análisis de requisitos y especificaciones.

#### **b) Nivel 2**

Se dedica a las características funcionales del sistema propuesto, puede considerarse el sistema como caja negra y características únicamente con aquellas funciones que son directa o indirectamente visibles por el usuario final.

#### **c) Nivel 3**

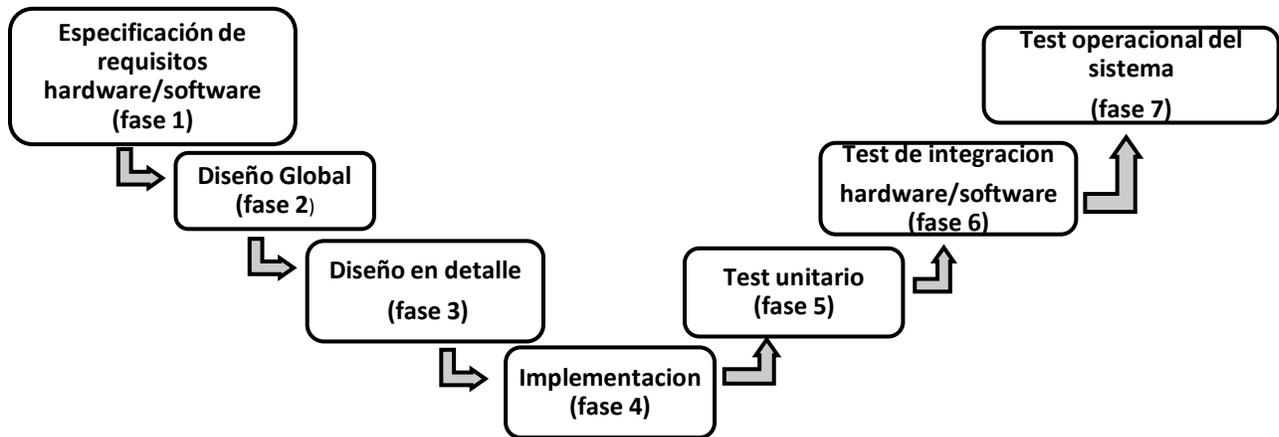
Define los componentes hardware y software del sistema final y cuyo conjunto se denomina arquitectura del sistema.

#### **d) Nivel 4**

Es la fase de implementación, en la que se desarrollan los elementos unitarios

o módulos del programa.

El modelo en V define las siguientes etapas de desarrollo:



**Fig. 2. 13 Modelo en V ciclo de vida**

Fuente: (Perez, Berreteaga, Ruiz de Olano, & Urkidi, 2019)

- **DEFINICIÓN DE ESPECIFICACIONES (Fase 1):** Se deben definir y documentar los diferentes requisitos del sistema a desarrollar, identificando los valores numéricos más concretos posibles. Entre ellos debe estar la especificación del nivel de integridad, o SIL, en caso de ser requerido.
- **DISEÑO GLOBAL (Fase 2):** También llamado diseño de alto nivel. Su objetivo es obtener un diseño y visión general del sistema.
- **DISEÑO EN DETALLE (Fase 3):** Consiste en detallar cada bloque de la fase anterior.
- **IMPLEMENTACIÓN (Fase 4):** Es la fase en la que se materializa el diseño en detalle.
- **TEST UNITARIO (Fase 5):** En esta fase se verifica cada módulo Hardware y Software de forma unitaria, comprobando su funcionamiento adecuado.
- **INTEGRACIÓN (Fase 6):** En esta fase se integran los distintos módulos que forman el sistema. Como en el caso anterior, ha de generarse un documento de pruebas. Por una parte, se debe comprobar en todo el sistema el funcionamiento correcto, y por otra, en caso de tratarse con un

sistema tolerante a fallos, debe verificarse que ante la presencia de un fallo persiste el funcionamiento correcto. Se comprueba el cumplimiento de los requisitos establecidos.

- **TEST OPERACIONAL DEL SISTEMA (Fase 7):** Se realizan las últimas pruebas, pero sobre un escenario real, en su ubicación final, anotando una vez más las pruebas realizadas y los resultados obtenidos.

Garantizar el mantenimiento del sistema, corrección de errores detectados en la fase de aplicación de los sistemas en nuevos entornos. (Perez, Berreteaga, Ruiz de Olano, & Urkidi, 2019)

## **2.10 MÉTRICA DE CALIDAD.**

### **2.10.1 ISO/IEC 19794-5**

#### **Tecnología de la información - Formatos de intercambio de datos biométricos - Parte 5: Datos de imágenes faciales**

ISO (Organización Internacional de Normalización) e IEC (Comisión Electrotécnica Internacional) forman el sistema especializado para la normalización mundial para tratar campos particulares de actividad técnica. En el campo de la tecnología de la información, ISO e IEC han establecido un comité técnico conjunto ISO / IEC JTC1.

La ISO / IEC 19794-5 fue creada por el comité técnico Conjunto ISO / IEC JTC 1, tecnología de la información, subcomité SC 37 Biometría; bajo el título general Tecnología de la Información – Formatos de intercambio de datos Biométricos.

Las imágenes de caras conocidas como retratos mostrados, se han utilizado durante muchas décadas para verificar la identidad de las personas. En los últimos años las imágenes faciales digitales se utilizan en muchas aplicaciones, incluido en exámenes humanos y el reconocimiento facial automatizado por computadora.

Esta parte de la ISO / IEC 19794 está destinada a proporcionar un formato de imágenes faciales para aplicaciones de reconocimiento facial que requieren en intercambio de datos de imágenes faciales aplicaciones como ser:

- Examen humano de imágenes faciales con resolución suficiente para permitir que un examinador humano determine pequeñas características como lunares y cicatrices que podrían usarse para verificar la identidad.
- Verificación humana de la identidad mediante la comparación de personas con imágenes faciales.
- identificación biométrica facial automatizada por computadora (búsqueda de uno a muchos).
- verificación biométrica facial automatizada por computadora (comparación uno a uno).

Para habilitar muchas aplicaciones en una variedad de dispositivos, incluidos los dispositivos que tienen recursos limitados disponibles para el almacenamiento de datos, y para mejorar la precisión del reconocimiento facial, esta parte de ISO / IEC 19794 especifica no solo un formato de datos, sino también restricciones de escena (iluminación, pose , expresión, etc.), propiedades fotográficas (posicionamiento, enfoque de la cámara, etc.) y atributos de la imagen digital (resolución de imagen, tamaño de imagen, etc.).

Se introducen varios tipos de imágenes faciales para definir categorías que satisfacen los requisitos de algunas aplicaciones:

- **Básico:** este es el tipo de imagen de rostro fundamental que especifica un formato de registro que incluye datos de encabezado y representación. Todos los tipos de imágenes faciales se adhieren a las propiedades de este tipo. No se especifican requisitos de escena, fotográficos y digitales obligatorias para este tipo de imagen.
- **Frontal:** un tipo de imagen facial básica que cumple con los requisitos adicionales apropiados para el reconocimiento facial frontal y / o el examen humano. En esta parte de ISO / IEC 19794 se definen dos tipos de tipos de imagen de cara frontal , frontal completa y frontal simbólico (o simplemente Token).
- **Frontal completo:** un tipo de imagen facial que especifica imágenes

frontales con resolución suficiente para el examen humano, así como reconocimiento facial por computadora confiable. Este tipo de tipo de imagen facial incluye la cabeza completa con todo el cabello en la mayoría de los casos, así como el cuello y los hombros. Este tipo de imagen es adecuado para el almacenamiento permanente de la información de la cara, y es aplicable a retratos para pasaporte, licencia de conducir e imágenes de “ficha policial”.

- **Token Frontal:** un tipo de imagen de rostro que especifica imágenes frontales con un tamaño geométrico específico y la posición de los ojos en función del ancho y alto de la imagen. Este tipo de imagen es adecuado para minimizar los requisitos de almacenamiento para tareas de reconocimiento facial por computadora, como la verificación, al mismo tiempo que ofrece independencia del proveedor y capacidades de verificación humana (frente al examen humano, que requiere más detalles).
- **Frontal pos procesado:** la aplicación de pos procesamiento digital a una imagen capturada puede modificar esta imagen de una manera que sea más adecuada para el reconocimiento facial automático. El tipo de imagen de cara frontal pos procesado se considera el formato de intercambio para este tipo de imágenes faciales.
- **3D básico:** el tipo de imagen 3D básico es el tipo de imagen básico de todos los tipos de imagen facial 3D. Todos los tipos de imágenes de caras en 3D cumplen los requisitos normativos de este tipo de imágenes.
- **Full Frontal 3D:** el tipo de imagen Full Frontal 3D combina una imagen Full Frontal 2D con información 3D adicional.
- **Token Frontal 3D:** el tipo de imagen Token Frontal 3D combina una imagen Token Frontal 2D con información 3D adicional.

### **2.10.2 Alcance.**

Esta parte de ISO / IEC 19794 especifica un formato de registro para almacenar, grabar y transmitir la información de una o más imágenes faciales o una secuencia de video corta de imágenes faciales, especifica las limitaciones de la escena de las imágenes faciales, especifica las propiedades fotográficas de las imágenes faciales, especifica los atributos de imagen digital de las imágenes faciales, proporciona las mejores prácticas para la fotografía de rostros. (ISO, s.f.)

## **2.11 INGENIERÍA DE COSTOS DEL SOFTWARE**

Para el desarrollo de software una de las partes es importante es el determinar el tiempo y esfuerzo que se tomara para el desarrollo del proyecto de software. La estimación de costos del software es esencial pues cada proyecto es único en cuanto a lo que se propone alcanzar y en la cantidad de parámetros que forman su existencia, la clave es entender la duración y el costo para la toma de decisiones.

La estimación de proyecto de software puede ser para varios fines: analizar la viabilidad económica de un, elaborar una propuesta de servicios, determinar con exactitud el presupuesto de un proyecto que ya está aprobado, determinar el precio de un software, entre otros. Existen varias técnicas de estimación de software, por medios de comparación con proyectos anteriores como también por medio de modelos de estimación de proyectos de software como COCOMO II, análisis de puntos de función y COSMIC.

Una estimación de software es la predicción de cuánto tiempo durara o costara su desarrollo y mantenimiento, en la estimación de tiempo, el esfuerzo se expresa en horas-personas u otra unidad, en cuanto a la estimación de costo se expresa en moneda de preferencia.

### **2.11.1 COSMIC**

Para estudiar y definir los principios de la medición del tamaño de funcional la ISO estableció un grupo de trabajo y se publicó un primer estándar, ISO 14143/1 que

ayudara a entender los principios no logrando resolver las oportunidades que se tenían los métodos de puntos funcional en ese momento. En el año 1998 se estableció un grupo de informal de expertos de Norte América, Europa y Australia que se dieron la tarea de desarrollar un método de análisis de puntos de función de segunda generación, grupo que se nombró a si mismo Common Software Measurement International Consortiom (COSMIC).

El método de medición consiste en un conjunto de modelos, principios, reglas, y procedimientos que se aplican para determinar el valor de la magnitud funcional en el software. Dicha magnitud de la funcional del software es expresada en puntos de función COSMIC, el proceso consiste en:

- Establecer la frontera entre el sistema y los actores con los que interactúa.
- Identificar los procesos funcionales que los actores reciben del sistema.
- Para cada proceso funcional, identificar los movimientos de datos que genera.

COSMIC fue diseñado para trabajar con requisitos funcionales en cualquier capa de la arquitectura del software y en cualquier grado de desglose de componentes, consta de tres fases que son las siguientes:

### **Fase 1: Estrategia De Medición**

En esta fase se define el propósito y alcance de la medición de software, que incluye cuales son los requerimientos funcionales de usuario que van a medir, quienes son los usuarios funcionales y otros parámetros.

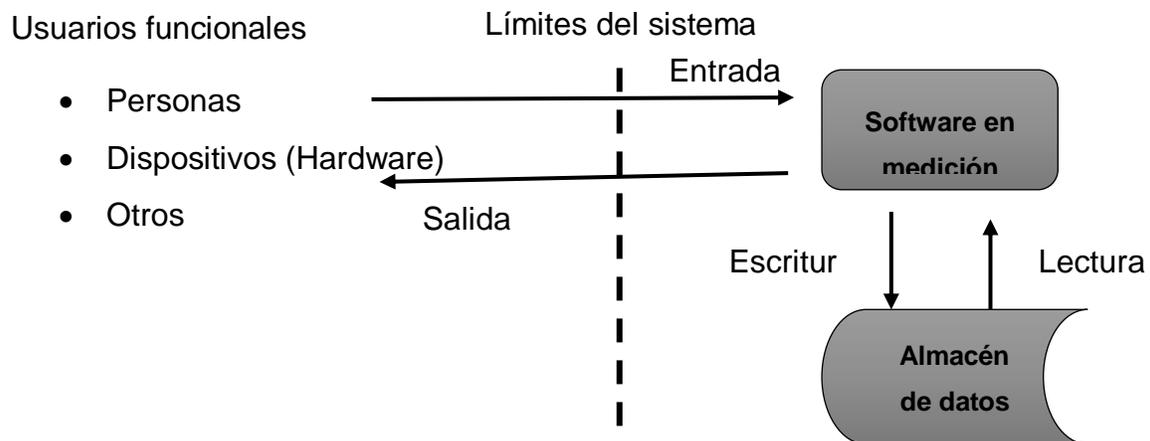
- Determinar qué es lo que se va a medir.
- Para la medición de software depende del punto de viste de lo que se define como usuarios funcionales, personas, dispositivos de hardware u otros sistemas que interactúan con el software.

### **Fase 2: Mapeo**

El mapeo se realiza para crear un modelo COSMIC de los requisitos funcionales de usuario, un esquema o especificaciones de requerimientos detallada modelos

de diseño como por ejemplo los casos de uso. El modelo de requerimientos de software COSMIC tiene 4 principios:

1. Cada proceso funcional es responder a un evento ocurrido fuera de la frontera de sistema.
2. Los procesos funcionales están compuestos por sub-procesos:
  - Cada sub-proceso puede mover datos o manipular datos.
  - Los sub-procesos de movimientos de datos que muevan datos de un usuario funcional a un proceso funcional se les llama “Entrada”.
  - Los sub-procesos que muevan datos desde un proceso funcional hacia el exterior se les llama salidas.
  - Los sub-procesos que mueven datos hacia un almacén de datos se les llama “Escrituras” mientras que a los que mueven datos desde dichos almacenes se les conoce como “lecturas”.
3. Cada movimiento de datos (Entrada, salida, lectura o escritura) moviliza solamente un grupo de datos cuyos atributos describen un solo objeto de interés.
4. Se asume que la manipulación de datos forma parte de las entradas, salidas, lecturas o escrituras; por lo tanto, estas no se miden por separado.



**Fig. 2. 14 Tipos de Sub-procesos los 4 Tipos de Movimientos de Datos**

Fuente: (Vázquez, 2018)

### **Fase 3: Medición.**

La medición es la pieza de software se realiza identificando todos los movimientos de datos es decir las entradas, salidas, lectura y escritura de cada proceso funcional. Todo proceso funcional debe tener al menos dos movimientos de datos (una de entrada y una salida o una escritura).

No existe un límite superior al tamaño de un proceso funcional. Para la medición sobre mejoras a piezas de software existentes, se identifica todos los movimientos de datos que se van a agregar, modificar o eliminar, sumándolos todos en cada uno de sus procesos funcionales. (Vázquez, 2018)

## **2.12 SEGURIDAD**

Seguridad de la información se estructura sobre tres dimensiones que son los pilares sobre los que aplicar las medidas de protección que son los siguientes:

- La disponibilidad de la información hace referencia a que la información este accesible cuando lo necesitemos.
- La integridad de la información hace referencia a que la información sea correcta y esté libre de modificaciones y errores.
- La confidencialidad implica que la información es accesible únicamente por el personal autorizado.

La información debe ser manejada y protegida adecuadamente de los riesgos o amenazas que enfrente.

### **2.12.1 Normas ISO/IEC 27000**

Las normas ISO/IEC 27000, son un marco de referencia de seguridad a nivel mundial desarrollado por la Organización Internacional de Normalización -ISO e International Comisión Electrotécnica - IEC, que establecen estándares de seguridad de la información en todo tipo de organización.

Estas normas especifican los requerimientos que deben cumplir las organizaciones para establecer, implementar, poner en funcionamiento, controlar y mejorar continuamente un Sistema de Gestión de Seguridad de la Información.

## Familia de normas ISO 27000

La familia de normas ISO 27000 son aplicables en organizaciones de todos los tamaños y en todos los sectores. A medida que la tecnología evoluciona continuamente, se desarrollan nuevos estándares para abordar los requisitos cambiantes de la seguridad de la información en diferentes industrias y entornos.



**Fig. 2. 15 Familia ISO 27000**

Fuente: (Moreno Caro & Otalora Neira, 2018)

### 2.12.2 Gestión de los Controles de Acceso según ISO 27001

Los usuarios solo deben tener acceso a la red y a los servidores para que los que les ha autorizado especialmente para usar. El acceso debe ser controlado por un procedimiento de inicio seguro y restringido de acuerdo con la política de control de acceso.

### **Políticas de control de acceso**

Establecer, documentar y revisar periódicamente una política de control de acceso, el control de acceso debe ser concedido de acuerdo con quien necesita saber, quien necesita usar y a cuanto acceso requieren. Los controles de acceso según la ISO 27001 pueden ser de naturaleza digital y física: por ejemplo, restricciones de permisos en las cuentas de usuarios, así como limitaciones sobre quien puede acceder a ciertas ubicaciones físicas.

### **Asignación de acceso de usuario**

Se debe implementar un proceso simple para asignar o revocar derechos de acceso para todos los tipos de usuarios, a todos los sistemas y servicios. El proceso de asignación y revocación debe incluir:

- Autorización del propietario del sistema o servicio de información para el uso de estos activos.
- Verificar que el acceso otorgado sea relevante para el rol que se está realizando.
- Proteger contra el aprovisionamiento antes de que se complete la autorización.

El acceso de los usuarios siempre debe estar dirigido por la organización y basado en los requisitos de la misma.

### **Gestión de derechos de acceso privilegiado**

Se trata de administrar niveles de acceso privilegiados, más altos y más estrictos. La asignación y el uso de los derechos de acceso privilegiado deben ser controlados en forma muy estricta, dados los derechos adicionales que generalmente se transmiten sobre los activos de información y los sistemas que los controlan.

### **Restricción de acceso a la información**

El acceso a la información y las funciones del sistema deben estar vinculadas a la política de control de acceso. Las consideraciones clave deben incluir:

- Control de acceso basado en roles.
- Niveles de acceso.
- Diseño de sistemas de menú, dentro de las aplicaciones.
- Leer, escribir, eliminar y ejecutar permisos.
- Limitación de la producción de información.
- Controles de acceso físicos y/o lógicos a aplicaciones, datos y sistemas sensibles.

El acceso a los sistemas y aplicaciones debe controlarse mediante un procedimiento de inicio de sesión seguro, para demostrar la identidad del usuario. (Escuelas Europeas de Excelencia, s.f.)

## **2.13 HERRAMIENTAS**

De acuerdo a las técnicas empleadas se utilizarán las siguientes herramientas:

### **2.13.1 Hardware**

#### **Raspberry Pi**

La Raspberry Pi es un mini ordenador completo que es de una placa reducida de tamaño similar a la tarjeta de crédito, lleva todas las conexiones de un computador estándar: puertos USB, conexión a internet y de red, salidas de audio y video, con los periféricos necesarios mouse y teclado y salida de video HDMI con lo cual es útil para conectar a un televisor o un monitor y poder utilizarlo como un computador de sobremesa.

Su origen de la Raspberry PI es en la fundación británica Raspberry pi Foundation, que, sin fines de lucro, quería lanzar un ordenador sencillo y de bajo costo para llevar los conocimientos de informática a todos los colegios del mundo.

El objetivo inicial de la Raspberry Pi fue superado pues se empezó a usar en ámbitos de la robótica y la domótica, debido a su versatilidad y bajo costo y cuenta con muchos entusiastas que publican tutoriales de proyectos que se pueden hacer

con ella y sus nuevos usos de Raspberry Pi.

El uso más típico y fácil sería en usarlo como un pequeño ordenador de sobremesa en tareas de ofimática o navegar por internet, también como reproductor de contenidos. Con la Raspberry Pi se puede crear un entorno para aprender a programar y realizar proyectos de robótica, también se puede utilizar como servidor Web o hacer una red privada virtual VPN.

En domótica y proyectos científicos tiene un gran campo de aplicaciones: controlar iluminación, ventanas, programar la calefacción entre otros. Otros usuarios han realizado estaciones meteorológicas completas o sistemas de riego inteligentes con el uso de conectores y sensores.

### **Modelos y características Raspberry Pi**

A continuación, detallamos los diferentes **modelos de Raspberry Pi** y sus características.

- **Raspberry Pi 1 modelo A** Actualmente descatalogado, fue el primer modelo lanzado en 2012. No tenía puerto ethernet y para su conexión necesitaba un adaptador Wi-Fi. Solo tenía 256 MB de RAM.
- **Raspberry Pi 1 modelo B y B+** Fue una evolución del modelo A, que también apareció en 2012. Duplicó la memoria RAM, que pasó a 512 MB e incluyó un puerto USB más. El modelo B+ traía cuatro puertos USB en lugar de 2.
- **Raspberry Pi 2 modelo B** Las características de Raspberry Pi 2, que fue lanzada en 2014, supuso un salto cualitativo importante. Se sustituye el procesador por otro de la misma marca, pero distinto modelo: Broadcom BCM2836. Tiene cuatro núcleos y 900 MHz, con una RAM de 1 GB, el doble que el anterior.
- **Raspberry Pi 3 modelo B** Salió en 2016. En las características Raspberry pi 3 destaca que mantuvo la RAM en 1 GB, pero pasó de 900 MHz a 1,2 GHz. Por primera vez se incluye la conectividad Wi-Fi y bluetooth sin necesidad de adaptador externo.

- **Raspberry Pi 3 modelo B+** Lanzada en 2018, las nuevas características de Raspberry Pi 3 B+ están en la mejora de la conectividad y de la potencia del procesador.
- **Raspberry Pi 3 modelo A+** Este modelo ofrece menores prestaciones, pero con un mejor precio. Solo tiene un puerto USB y 512 MB de RAM. Carece de puerto Ethernet.
- **Raspberry Pi 4 modelo B** Apareció en el mercado en junio de 2019. Por primera vez, se incluyen puertos USB 3.0. También incluye un procesador Broadcom nuevo más potente que los anteriores y es capaz de conectar dos pantallas 4k.

### **Software Raspberry Pi**

La Raspberry Pi por ser un ordenador necesita software para su funcionamiento, está diseñada para usar sistemas operativos de entorno Linux. Raspbian es basada en Debian y es el sistema operativo que recomienda la fundación para empezar a usarla, también se puede usar otros sistemas como Pidora o entornos específicos como OpenElec o Kodi creados para funciones multimedia.

### **Hardware Raspberry Pi**

El hardware de Raspberry Pi está sobre una placa de 8.5 centímetros por 5.3 centímetros donde están integrados todos los circuitos, puertos y conectores. Cuenta con el puerto Ethernet, conector Wi-Fi y Bluetooth, una ranura para tarjeta SD o micro SD donde está instalados el sistema operativo, programas y archivos, también dispone de puerto USB para poder conectar periféricos tales como teclado, mouse o discos duros externos o pendrives, también está incorporado un bus de expansión GPIO de cuarenta pines. (Lucas, 2019)

### **Cámaras**

La cámara es un factor esencial en el proyecto, porque es el sensor visual que capturará las imágenes de los rostros que serán almacenadas en la base de datos para luego ser reconocidas, se debe usar una cámara de calidades medianamente aceptables, de lo cual lo más importante es la resolución de

imágenes que pueda brindar este dispositivo.

### **2.13.2 Software**

#### **PYTHON**

Python fue creado a finales de los 80 y inicios de los 90 por el programador holandés Guido van Rossum. El lanzamiento de Python 2.0 fue el 16 de octubre del 2000 con nuevas características, después de un largo periodo de pruebas el 3 de diciembre del 2008 llega Python 3.0 una versión con muchas características introducidas compatibilizadas en la versión 2.6 para hacer más sencilla la transición entre estas.

Dentro de la comunidad de desarrolladores de Python han creado una subcultura, estos tienen sus propias formas o metodologías de escribir código. Pues exponen que mientras más sencilla y clara se mantengan e implementen las ideas, mejores serán estas.

Python es un lenguaje de programación de código abierto que permite la ejecución en diversas plataformas, es elegante y a su vez amigable para la programación web, el objetivo de este lenguaje es brindar una facilidad para la lectura y el diseño.

La sintaxis de Python es muy sencilla a comparación de diferentes lenguajes de alto nivel como C++. No se necesita explicar mucho en sus diferencias puesto que resaltan a simple vista.

Cuenta con una consola que permite probar ciertas capacidades del lenguaje sin tener que crear un módulo de este, con capacidades muy similares a las del lenguaje Matlab para la realización de ciertas tareas. Una de las fortalezas de Python es la librería estándar con la que cuenta, con decenas de módulos que cubre la mayor parte de las necesidades básicas de un programador; en esta se le da cobertura de forma muy intuitiva a tópicos como:

- Cadenas
- Estructuras de datos

- Funciones numéricas y matemáticas
- Formatos de archivos
- Criptografía
- Servicios de sistemas operativos
- Manejo de datos de internet
- Servicios multimedia
- Manejo de excepciones

### **Extensibilidad**

Una de las características importantes que posee Python es la capacidad de reutilizar código escrito en los lenguajes C y C++, los mecanismos que existen hacen muy sencilla la tarea de envolver funciones y clases. La importancia de esta integración es relevante pues las bases de código en lenguajes como C y C++ son las más grandes disponibles por el software libre y permiten no tener duplicidad de código ya existente.

### **Licencia.**

Python es liberado bajo una licencia propia llamado Python Licence que ha sido certificado por el movimiento Open Source y es compatible con la GPL (GNU Public Licence). No existe una restricción copyleft es decir que se pueden producir programas que se podrán distribuir libremente sin la necesidad de entregar su código fuente, esto significa que puede usarse Python tanto para hacer software libre como software privativo. (Challenger Perez, Dias Ricardo, & Becerra Garcia, 2015)

La ventaja de los lenguajes compilados es que su ejecución es más rápida. Sin embargo, los lenguajes interpretados son más flexibles y más portables. Python tiene, no obstante, muchas de las características de los lenguajes compilados, por lo que se podría decir que es semi interpretado. En Python, como en Java y muchos otros lenguajes, el código fuente se traduce a un pseudo código máquina intermedio llamado bytecode la primera vez que se ejecuta, generando archivos.

pyc o .pyo (bytecode optimizado), que son los que se ejecutarán en sucesivas ocasiones.

**Multiplataforma** El intérprete de Python está disponible en multitud de plataformas (UNIX, Solaris, Linux, DOS, Windows, OS/2, Mac OS, etc.) por lo que si no utilizamos librerías específicas de cada plataforma nuestro programa podrá correr en todos estos sistemas sin grandes cambios.

**Orientado a objetos** La orientación a objetos es un paradigma de programación en el que los conceptos del mundo real relevantes para nuestro problema se trasladan a clases y objetos en nuestro programa. La ejecución del programa consiste en una serie de interacciones entre los objetos. Python también permite la programación imperativa, programación funcional y programación orientada a aspectos.

### **Instalación de Python**

Existen varias implementaciones distintas de Python: CPython, Jython, IronPython, PyPy, etc. CPython es la más utilizada, la más rápida y la más madura. Cuando la gente habla de Python normalmente se refiere a esta implementación. En este caso tanto el intérprete como los módulos están escritos en C. Jython es la implementación en Java de Python, mientras que IronPython es su contrapartida en C# (.NET). Su interés estriba en que utilizando estas implementaciones se pueden utilizar todas las librerías disponibles para los programadores de Java y .NET.

PyPy, por último, como habréis adivinado por el nombre, se trata de una implementación en Python de Python. CPython está instalado por defecto en la mayor parte de las distribuciones Linux y en las últimas versiones de Mac OS. Para comprobar si está instalado abre una terminal y escribe python. Si está instalado se iniciará la consola interactiva de Python y obtendremos parecido a lo siguiente:

```
Python 2.5.1 (r251:54863, May 2 2007, 16:56:35)
```

```
[GCC 4.1.2 (Ubuntu 4.1.2-0ubuntu4)] on linux2
```

```
Type "help" , "copyright" , "credits" or "license"
```

```
for more information.
```

```
>>>
```

La primera línea nos indica la versión de Python que tenemos instalada, al final podemos ver el prompt (>>>) lo que indica que el intérprete está esperando código del usuario, se puede salir escribiendo exit o pulsando control + D (Duque)

## OPENCV

Las siglas Opencv provienen de los términos anglosajones "Open Source Computer Vision Library". Por lo tanto, Opencv es una librería de tratamiento de imágenes, destinada principalmente a aplicaciones de visión por computador en tiempo real. Entre las principales funcionalidades tenemos:

- Captura en tiempo real. Importación de archivos de vídeo.
- El tratamiento básico de imágenes (brillo, contraste, umbral).
- Detección de objetos (cara, cuerpo).
- Blob detección.

## Funciones

Cada una de las funciones referenciadas en OpenCv comienza con las siglas "cv", seguida del nombre de la función, con la primera letra de cada una de las palabras que componen dicho nombre en mayúscula, ejemplo:

- void cvNamedWindow (char name, int type); Esta función crea una ventana gráfica y sus parámetros son:  
**name:** cadena de caracteres que sirve como nombre de la ventana.  
**type:** formato de tamaño de la ventana.
- void cvShowImage (char name, CvArr\* img). Esta función dibuja la

imagen indicada en la ventana correspondiente y sus parámetros son:

**name:** nombre de la ventana donde se dibujará la función.

**img:** imagen que deseamos dibujar.

## **Ventajas y Desventajas**

### **Ventajas:**

- En la mayoría de los casos consigue un ratio de compresión/calidad mucho mejor que los otros formatos. Además, su nivel de compresión es ajustable, típicamente entre 1: 10 y 1: 100.
- Es un formato muy popular y casi exclusivo en muchos ámbitos.

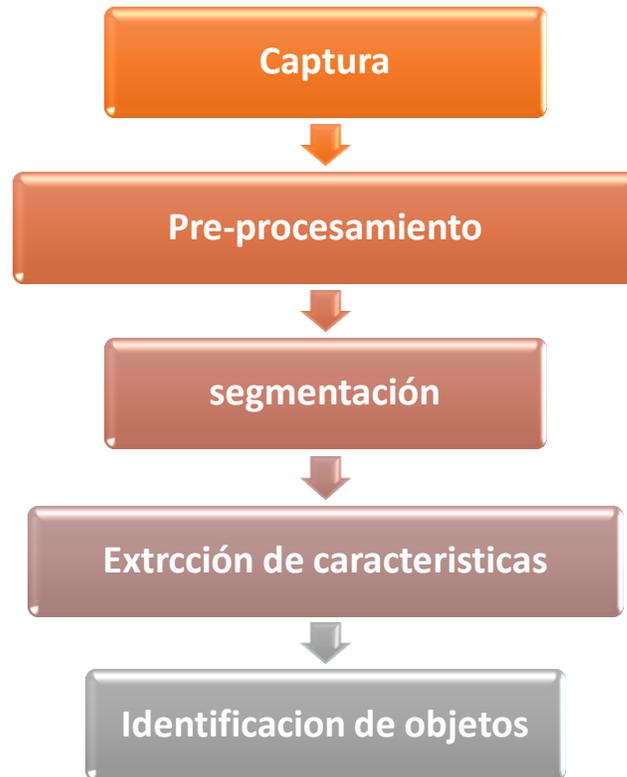
### **Desventajas:**

- Posee compresiones/descompresiones complejas y costosas.
- No incluye transparencias ni animaciones.
- La información perdida no se recupera.

### **Aplicaciones:**

- OpenCV ha sido usada en el sistema de visión del vehículo no tripulado Stanley de la Universidad de Stanford, el ganador en el año 2005 del Gran desafío DARPA.
- OpenCV se usa en sistemas de vigilancia de vídeo.
- OpenCV es la clave en el programa Swistrack, una herramienta de seguimiento distribuida.

**Etapas del tratamiento de imágenes:** Las etapas se aplican por lo general para el procesamiento digital de imágenes son una constante para los distintos softwares y su aplicación va en función del producto deseado.



**Fig. 2. 16 Etapas del Tratamiento de imágenes**

Fuente: (Soler)

### **Adquisición de las imágenes (capturas):**

Se requiere de un sensor y un digitalizador. Se trata de convertir un objeto o un documento en una presentación apta para ser procesada por un computador. Esta adquisición puede ser realizada por un escáner, cámara fotográfica o de video. La naturaleza y las características de la imagen a capturar son determinadas por la naturaleza de la aplicación, en esta etapa se selecciona el tipo de cámara, distancia al objeto o formato para el diseño de las propiedades de la captura.

**Pre-procesamiento de la imagen:**

Una vez que la imagen digital ha sido obtenida, se engloban una serie de técnicas que comprenden operaciones cuyo origen es una imagen y cuyo resultado final es otra imagen. El valor del pixel, en la imagen de salida puede ser función del valor que tenía en la imagen de entrada de los valores de sus vecinos o el valor de todos los puntos de la imagen de entrada.

**Segmentación:**

Se divide la imagen en regiones o segmentos manipulables. Este paso se desarrolla en el reconocimiento de la información que se desea obtener, separando de la imagen propiedades o regiones con una textura dada. En este paso se segmenta la imagen en regiones que tienen niveles de gris similares o en regiones donde existen cambios abruptos en los cambios del nivel de gris, detectado las fronteras o bordes de la imagen.

**La extracción de características también conocido como representación y descripción:**

En esta etapa la aplicación de algoritmos permite que lo seleccionado en la segmentación tome forma definitiva. Se refiere a las tareas de reconocimiento de los elementos seleccionados en la segmentación, de modo que pueda obtenerse la información a partir de reunir dichos elementos u objetos en grupos con características como: tamaño, forma, características geométricas entre otros, para diferenciar de otras que son parte del conjunto.

**Reconocimiento e interpretación:**

En esta etapa está relacionado básicamente con el reconocimiento automatizado, todo lo está desarrollado es capaz de ser comparado con una base de datos o algoritmos de toma de decisiones provistas por la persona que ejecuta la tarea de procesamiento digital de imágenes. La imagen desarrolla su labor en forma automática, asignado al final de la tarea un significado a lo que es resultado del análisis. (Soler)



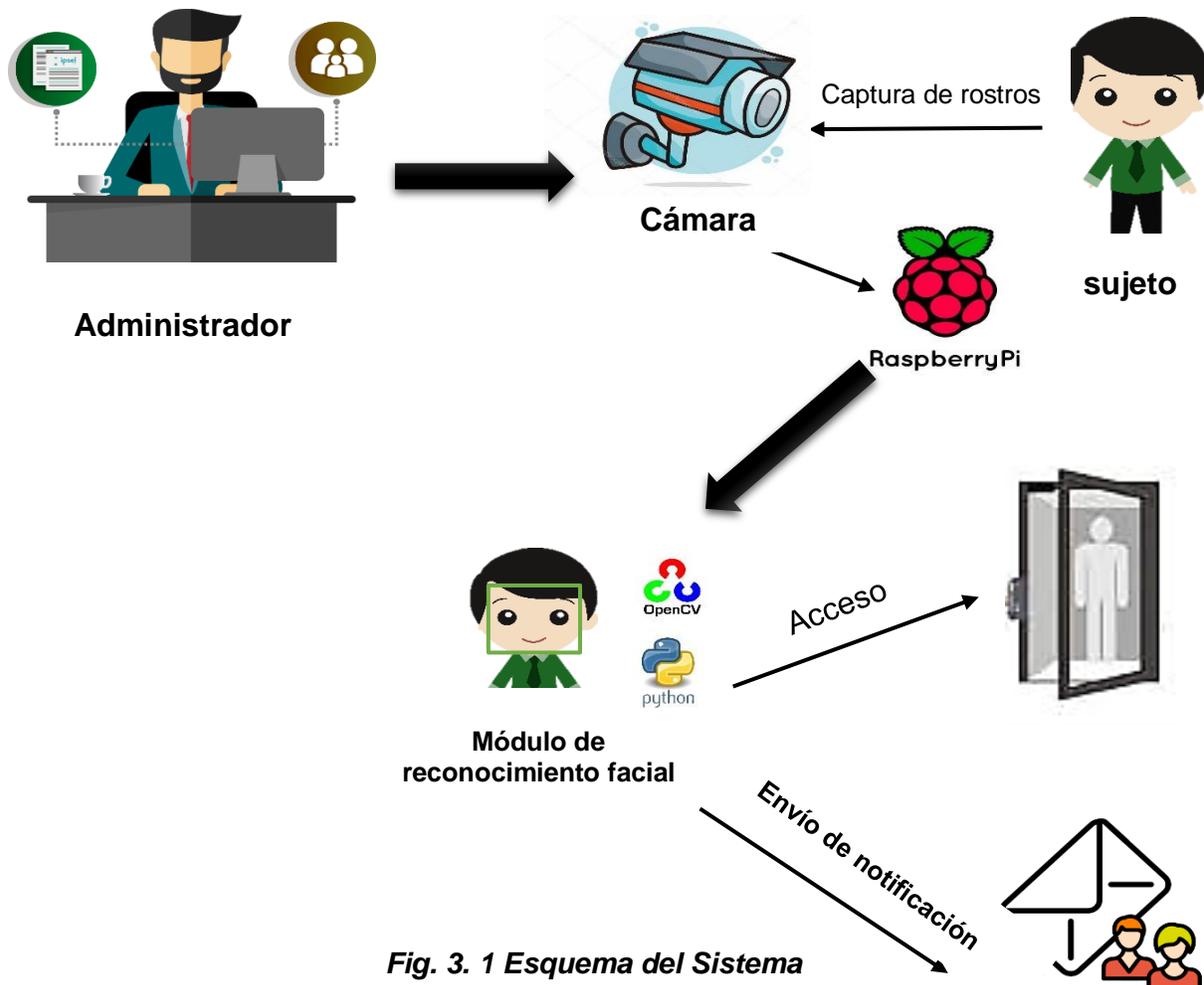
# MARCO APLICATIVO

### 3 MARCO APLICATIVO

#### 3.1 INTRODUCCION

En este capítulo se presenta en detalle el sistema de reconocimiento facial su algoritmo, diseño e implementación, haciendo uso del diagrama de casos de usos para ilustrar de forma clara el alcance de la misma, también se detalla los pasos que se realizaron para la implementación del sistema.

#### 3.2 ESQUEMA DEL SISTEMA



**Fig. 3. 1 Esquema del Sistema**

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3 APLICANDO LA METODOLOGIA CASCADA EN V

La metodología que se plantea a utilizar en el desarrollo del presente sistema es: Método en V basada en el método cascada, con el análisis y el diseño a la izquierda y las pruebas y mantenimiento a la derecha.

#### 3.3.1 Fases

- (Fase 1) Definición de especificaciones (requerimientos)
- (Fase 2) Diseño global
- (Fase 3) Diseño en detalle
- (Fase 4) Implementación
- (Fase 5) Test Unitario
- (Fase 6) Integración
- (Fase 7) Test Operacional del sistema

### 3.4 FASE I DEFINICIÓN DE ESPECIFICACIONES (REQUISITOS DEL SISTEMA A DESARROLLAR)

Los requerimientos están divididos en dos, funcionales y no funcionales. Los requerimientos funcionales son declaraciones de las funciones que el sistema debe ser capaz de realizar, mientras que los requerimientos no funcionales son restricciones del sistema, como ser disponibilidad, mantenimiento, seguridad, rendimiento.

#### 3.4.1 Requerimientos

##### Requerimientos funcionales

Nº	REQUERIMIENTO FUNCIONAL
1	El sistema debe permitir el ingreso al sistema con autenticación. Según el nivel de administración (Súper Administrador, administrador Encargado).
2	Debe poder contar con un módulo de súper administración, el cual asigne usuario y contraseña a Administradores encargados y registre: personal administrativo

3	Debe contar con el módulo Súper administrativo el cual administra los módulos administradores encargados, el registro de rostros, entrenamiento de IA, notificaciones, reconocimiento facial
4	Debe contar con el módulo Administrativo el cual administra los módulos de registro de rostros, entrenamiento de IA, notificaciones, reconocimiento facial
5	Debe contar con el módulo de registro de rostros. Capturar una serie de fotos del usuario a través de una cámara.
6	Debe contar con el módulo de entrenamiento de la I.A.
7	Debe contar con el módulo de reconocimiento facial
8	Debe contar con el módulo de envío de correo electrónico en caso de un intruso
9	Debe contar con el control de apertura y cierre de puerta mediante el reconocimiento facial.
10	Debe contar con el control de iluminación.
11	Agregar o eliminar administrador, usuario

**Tabla 2 Requerimientos Funcionales**

Fuente: Elaboración Propia

### Requerimientos No funcionales

Como requerimientos no funcionales se especifica los siguientes:

Nº	REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES
1	El sistema debe contar con una cámara estándar
2	El sistema debe ejecutarse en tiempo real
3	El sistema debe contar con una pantalla táctil compatible con la Raspberry Pi 3B+

**Tabla 3 Requerimientos No funcionales**

Fuente: Propia

### 3.4.2 Casos de uso

Se muestran el diagrama de casos de uso del sistema desarrollada, cuenta con los siguientes actores: Súper Administrador, Administrador Encargado, Usuario y sistema.

El Súper administrador cumple el rol de superusuario, con el fin de utilizar todas las funciones del sistema, como el inicio de sesión, gestión de administración en cuanto a la asignación de usuario y contraseña, gestión de usuarios registrados en el sistema para ser reconocidas, entrenamiento de la IA, gestión de notificaciones.

El administrador cumple el rol de usuario responsable, con el fin de utilizar las funciones del sistema, como el inicio de sesión, gestión de personas registradas en el sistema para ser reconocidas, entrenamiento de la IA, gestión de notificaciones.

#### Caso de Uso N° 1

#### INGRESO AL SISTEMA

<b>NOMBRE DEL CASO DE USO: INGRESAR AL SISTEMA DOMÓTICO CON RECONOCIMIENTO FACIAL</b>	
<b>DESCRIPCIÓN:</b>	Permite el acceso al sistema con un login de autenticación.
<b>ACTORES PRINCIPALES:</b>	Súper Administrador, Administrador Encargado
<b>PRECONDICIÓN:</b>	El sistema ha sido iniciado en la pantalla principal del sistema.
<b>ESCENARIO:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Super Administrador: Ingresan al sistema e introducen los datos necesarios.</li> <li>2. Súper Administrador y Administrador: Ingresa al módulo de login</li> <li>3. Súper Administrador y Administrador: introduce Usuario y contraseña.</li> </ol>
<b>PRIORIDAD:</b>	Esencial

<b>DISPONIBLE DESDE:</b>	El inicio de sesión.
<b>FRECUENCIA DE USO:</b>	Muchas veces al día.
<b>CANAL HACIA EL ACTOR:</b>	A través de la interfaz del login.

**Tabla 4 Caso N°1 Ingreso al Sistema**

Fuente: Elaboración Propia

Caso de Uso N° 2

**ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA**

**NOMBRE DEL CASO DE USO: ADMINISTRACIÓN (ADMINISTRA EL SISTEMA)**

<b>DESCRIPCIÓN:</b>	Permite el manejo de la información de los usuarios registrados, correos electrónicos registrados.
<b>ACTOR PRINCIPAL:</b>	Súper Administrador, Administrador
<b>PRECONDICIÓN:</b>	El sistema ha sido logeado en el módulo principal del sistema
<b>ESCENARIO:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Súper Administrador asigna usuario y contraseña a administradores encargados</li> <li>2. Súper Administrador, Administrador: Ingresa al módulo de gestión de usuarios.</li> <li>3. Súper Administrador, Administrador: Ingresa al módulo de gestión de notificaciones.</li> <li>4. Súper Administrador, Administrador: Realiza operaciones de agregar nuevo registro.</li> </ol>
<b>PRIORIDAD:</b>	Esencial.
<b>DISPONIBLE DESDE:</b>	El inicio de sesión.
<b>FRECUENCIA DE USO:</b>	Parcialmente
<b>CANAL HACIA EL ACTOR:</b>	A través de la interfaz principal de administrador

**Tabla 5 Caso N°2 Administración del Sistema**

Fuente: Elaboración Propia

Caso de Uso N° 3

### GESTION DE USUARIOS

<b>NOMBRE DEL CASO DE USO: GESTIÓN DE USUARIOS (GESTIONA USUARIO)</b>	
<b>DESCRIPCIÓN:</b>	Permite el registro de usuarios mediante las capturas del rostro del usuario seguido de su información personal
<b>ACTOR PRINCIPAL:</b>	Administrador
<b>PRECONDICIÓN:</b>	El sistema contiene los registros principales en el módulo de administración.
<b>ESCENARIO:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Administrador: Introduce datos de registro.</li> <li>2. Administrador: Realiza la operación de registro de rostro, mediante capturas de imágenes faciales.</li> <li>3. Administrador: Realiza operaciones de agregar nuevo, registro.</li> </ol>
<b>PRIORIDAD:</b>	Esencial.
<b>DISPONIBLE DESDE:</b>	El Inicio de sesión.
<b>FRECUENCIA DE USO:</b>	Parcialmente
<b>CANAL HACIA EL ACTOR:</b>	A través de la interfaz principal de administrador gestión del usuarios.

**Tabla 6 Caso N° 3 Gestión de Usuario**

Fuente: Elaboración Propia

Caso de Uso N° 4

### GESTION DE NOTIFICACIONES

<b>NOMBRE DEL CASO DE USO</b>	<b>GESTIÓN DE NOTIFICACIONES</b>
-------------------------------	----------------------------------

<b>DESCRIPCIÓN:</b>	Permite la gestión de correos electrónicos
<b>ACTOR PRINCIPAL:</b>	Administrador
<b>PRECONDICIÓN:</b>	Previamente se ha ingresado al sistema
<b>ESCENARIO:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Administrador: ingresa al módulo de gestión de notificaciones.</li> <li>2. Administrador: Realiza operaciones de agregar nuevo registro, actualizar o eliminar.</li> </ol>
<b>PRIORIDAD</b>	Esencial
<b>DISPONIBLE DESDE:</b>	El inicio de sesión
<b>FRECUENCIA DE USO:</b>	Parcialmente.
<b>CANAL HACIA EL ACTOR:</b>	A través de la interfaz principal de administrador, gestión de notificaciones.

**Tabla 7 Caso Nº 4 Gestión de Notificaciones**

Fuente: Elaboración Propia

Caso de Uso Nº 5

### REGISTRO DE ROSTROS

<b>NOMBRE DE CASO DE USO:</b>	<b>REGISTRO DE ROSTROS.</b>
<b>DESCRIPCIÓN:</b>	Permite la captura de rostros por la cámara, mediante la aplicación instalada en la Raspberry Pi.
<b>ACTOR PRINCIPAL:</b>	Administración.
<b>PRECONDICIÓN:</b>	Previamente se ha ingresado al módulo de administración.
<b>ESCENARIO:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Administrador: Ingresa el módulo de gestión de usuarios, registrar rostros.</li> <li>2. Administrador: Realiza la operación de un nuevo</li> </ol>

	registro a través de capturas faciales. 3. Se realiza la operación de entrenamiento con las imágenes capturadas.
<b>PRIORIDAD:</b>	Esencial.
<b>DISPONIBLE DESDE:</b>	El inicio de sesión.
<b>FRECUENCIA:</b>	Parcialmente
<b>CANAL HACIA EL ACTOR:</b>	A través de la interfaz principal de administrador.

**Tabla 8 Caso N° 5 Almacenamiento de Capturas Faciales**

Fuente: Elaboración Propia

Caso de Uso N°6

### IA RECONOCIMIENTO FACIAL

<b>NOMBRE DEL CASO DE USO: RECONOCIMIENTO FACIAL</b>	
<b>DESCRIPCIÓN:</b>	Permite la detección de rostros, y reconocer según la similitud.
<b>ACTOR PRINCIPAL:</b>	Sistema
<b>PRECONDICIÓN:</b>	Previamente deberán ser registrados en el sistema.
<b>ESCENARIO:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El sistema detecta el rostro de la persona</li> <li>2. El sistema realiza el reconocimiento facial.</li> <li>3. EL usuario podrá acceder al área administrativa a través de su rostro</li> <li>4. El sistema envía notificación a través de correo electrónico en caso de no reconocer un rostro</li> </ol>
<b>PRIORIDAD:</b>	Esencial.
<b>FRECUENCIA DE USO:</b>	Todo el día

<b>CANAL HACIA EL ACTOR:</b>	A través del módulo de reconocimiento facial
------------------------------	--

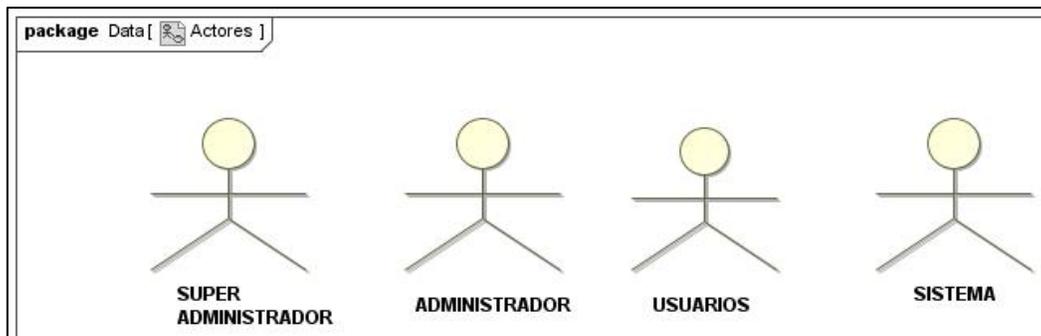
**Tabla 9 Caso Nº 6 Reconocimiento Facial**

Fuente: Elaboración Propia

### 3.4.3 Diagrama De Casos de Uso

Un caso de uso captura el comportamiento deseado del sistema en desarrollo, sin tener que detallar como se implementa este, un diagrama de casos de usos muestra la relación entre los usuarios del sistema y los casos de usos.

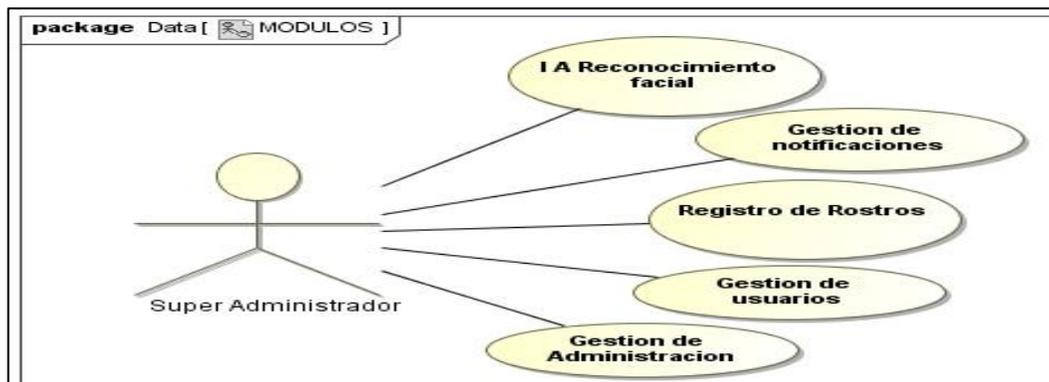
#### ACTORES



**Fig. 3. 2 Actores**

Fuente: Elaboración Propia

#### MODULOS



**Fig. 3. 3 Módulos del Sistema**

Fuente: Elaboración Propia

SISTEMA DOMOTICO CON RECONOCIMIENTO FACIAL

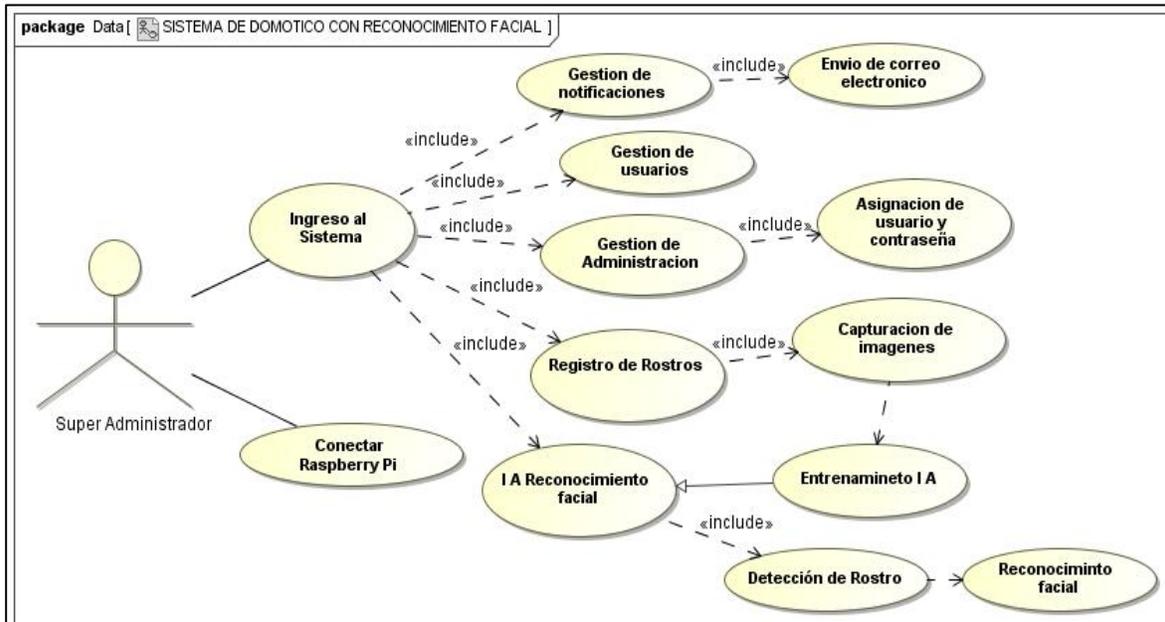


Fig. 3. 4 Sistema Domótico con Reconocimiento Facial

Fuente: Elaboración Propia

DIAGRAMA DE CASO DE USO N° 1

INGRESO AL SISTEMA

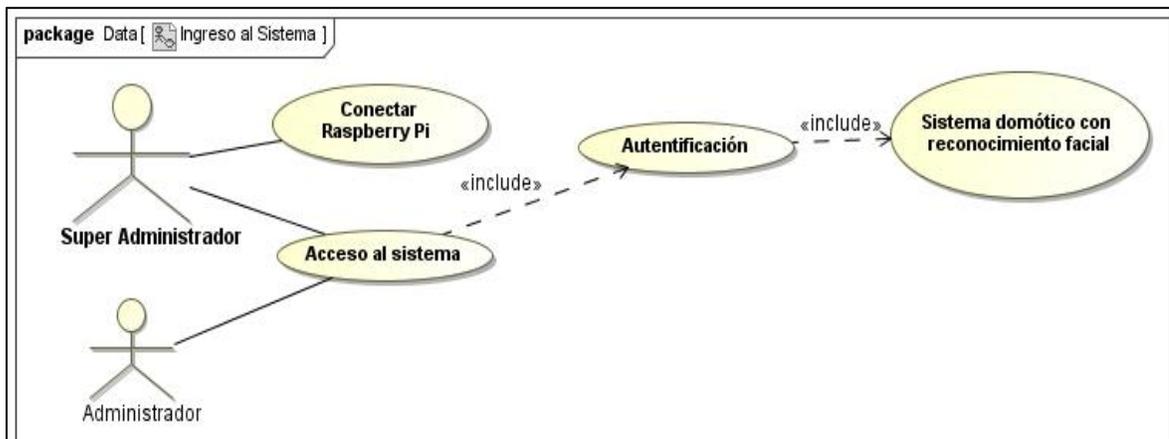
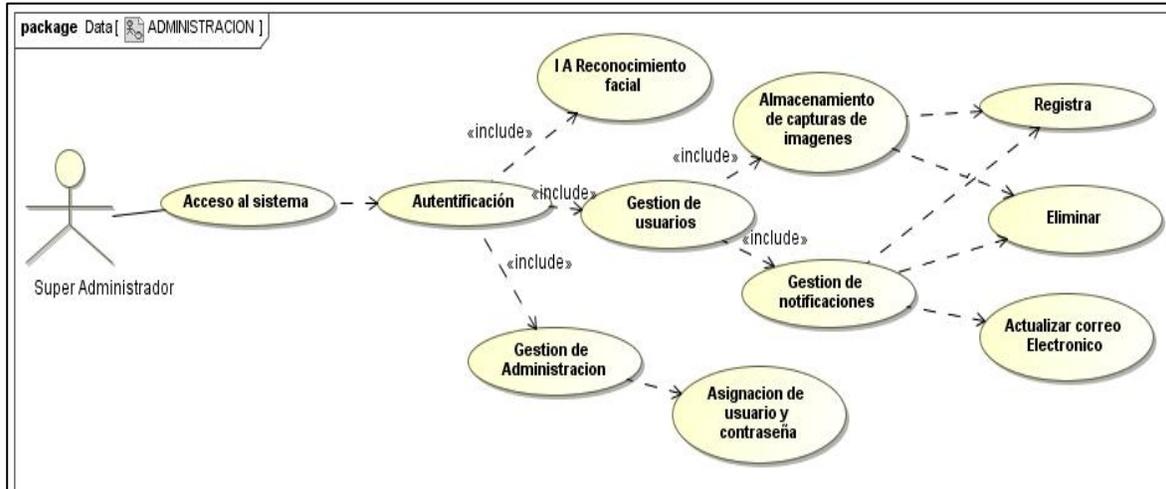


Fig. 3. 5 Diagrama de Caso de Uso N°1 Ingreso al Sistema

Fuente: Elaboración Propia

## DIAGRAMA DE CASO DE USO N° 2

## ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA

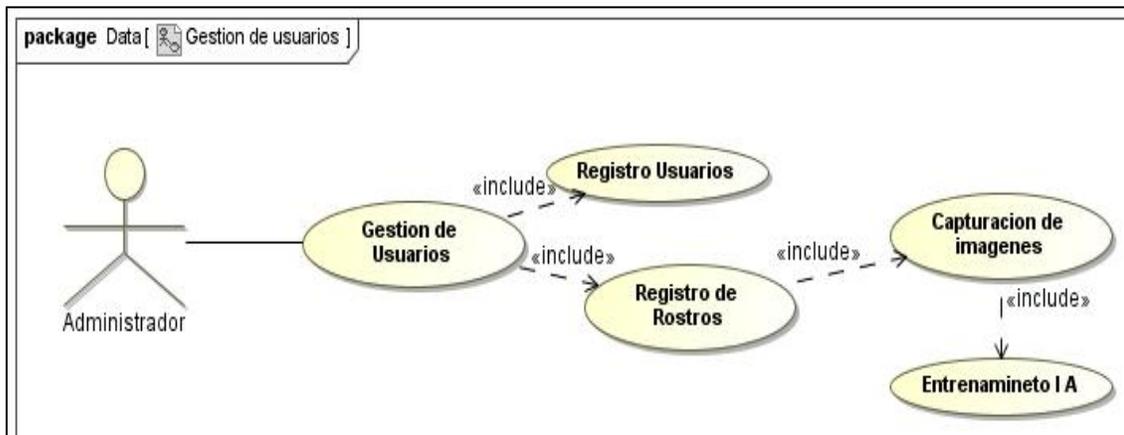


**Fig. 3. 6 Diagrama de Caso de Uso N°2**

Fuente: Elaboración Propia

## DIAGRAMA DE CASO DE USO N° 3

## GESTION DE USUARIOS

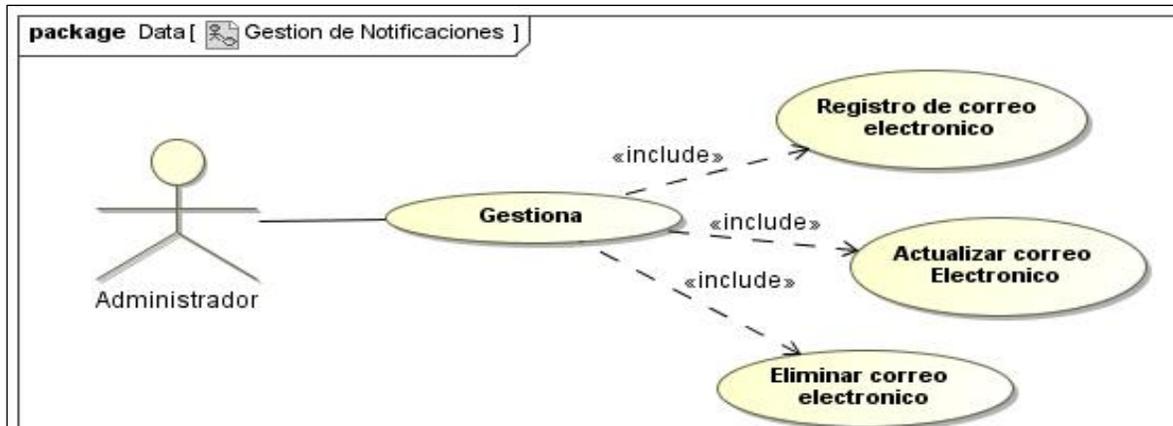


**Fig. 3. 7 Diagrama de Caso de Uso N° 3**

Fuente: Elaboración Propia

## DIAGRAMA DE CASO DE USO N° 4

## GESTION DE NOTIFICACION

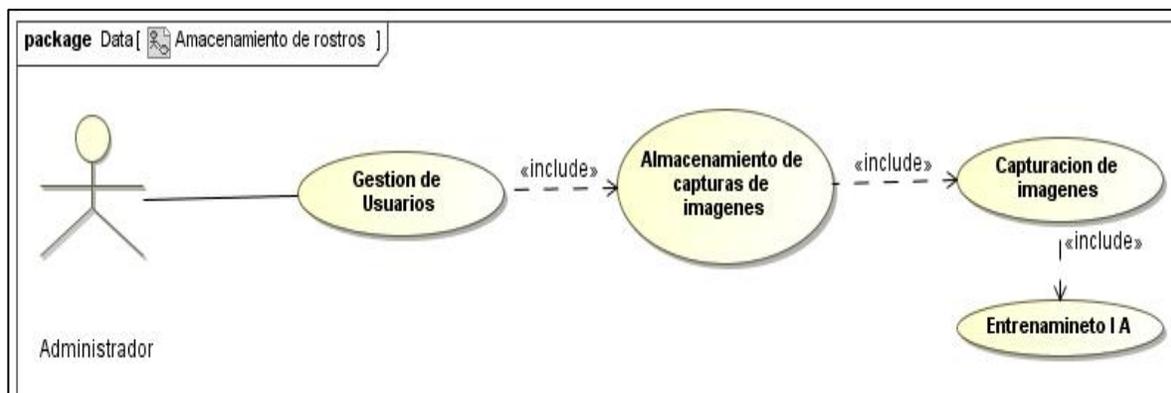


**Fig. 3. 8 Diagrama de Caso de Uso N° 4**

Fuente: Elaboración Propia

## DIAGRAMA DE CASO DE USO N° 5

## ALMACENAMIENTO DE CAPTURAS FACIALES



**Fig. 3. 9 Diagrama de Caso de Uso N° 5**

Fuente: Elaboración Propia

DIAGRAMA DE CASO DE USO N° 6  
 RECONOCIMIENTO FACIAL

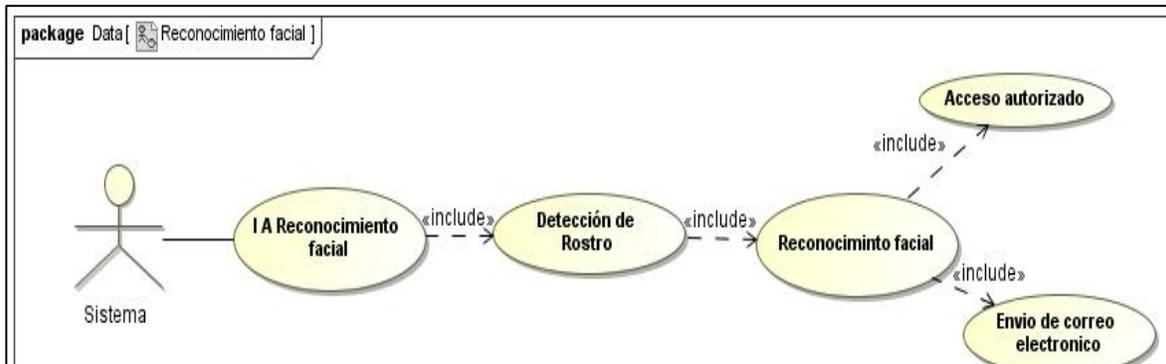


Fig. 3. 10 Diagrama de Caso de Uso N° 6

Fuente: Elaboración Propia.

3.4.4 Diagrama de Secuencia

Iniciar Sistema

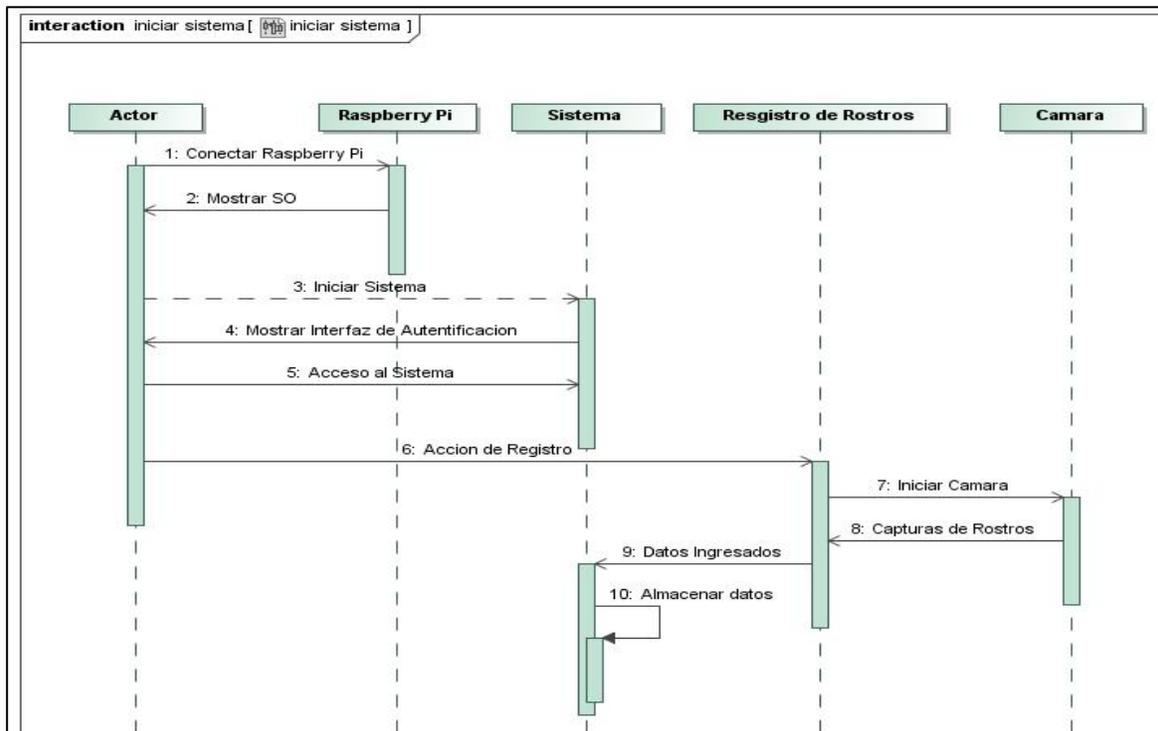
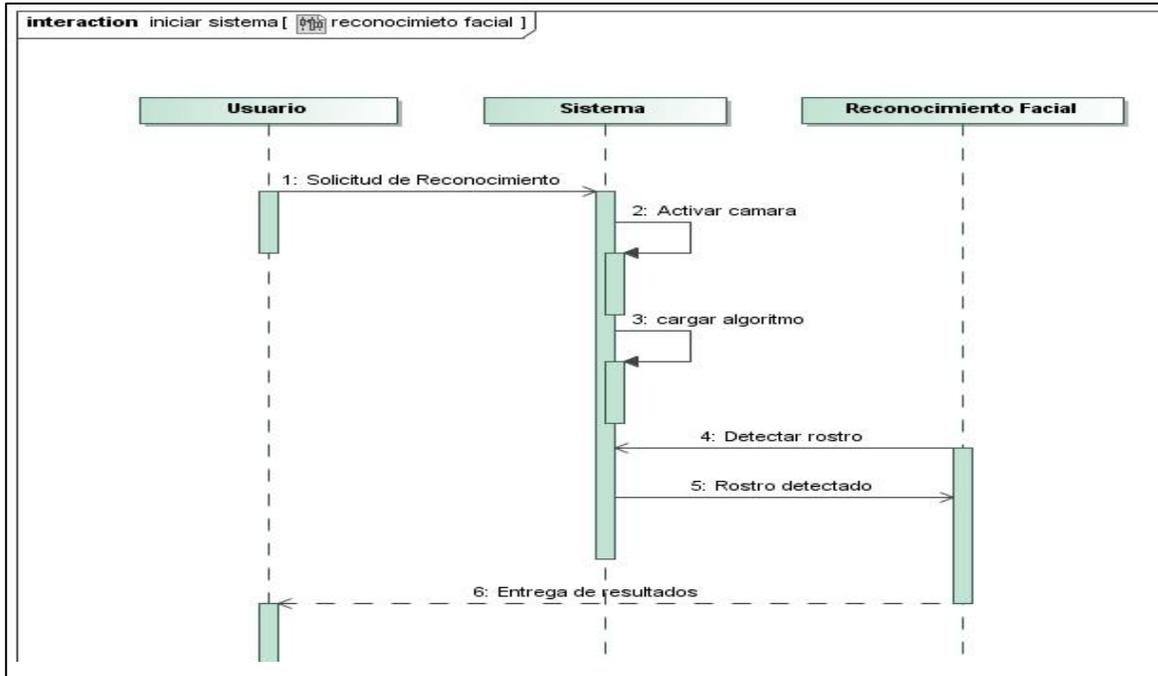


Fig. 3. 11 Diagrama de Secuencia Ingreso al sistema

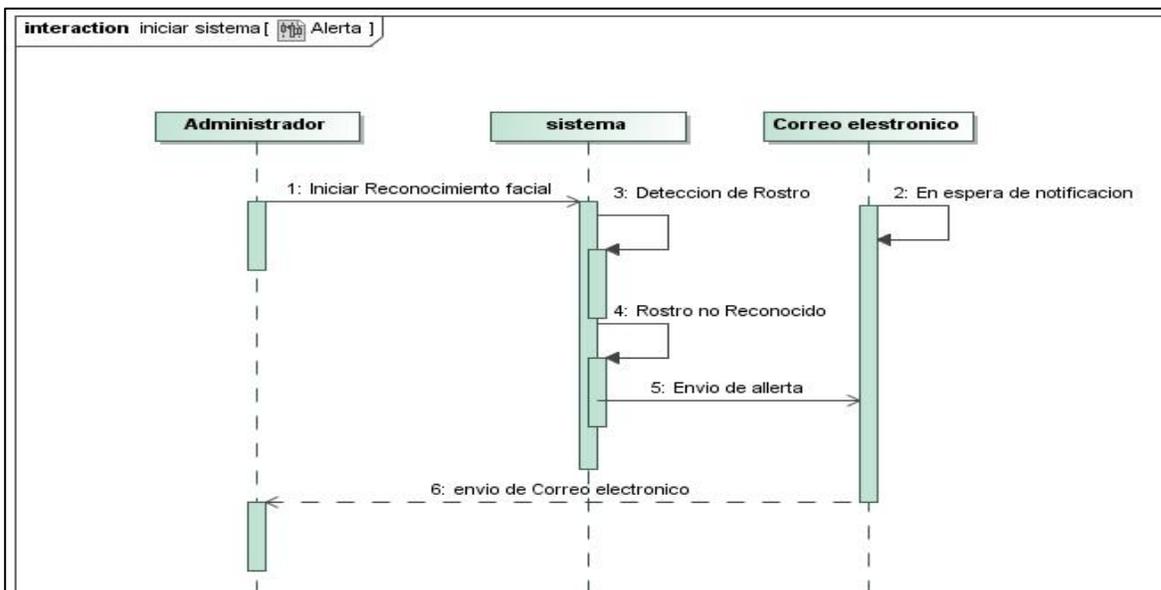
Fuente: Elaboración Propia

## Reconocimiento Facial



**Fig. 3. 12 Diagrama de Secuencia Reconocimiento Facial**  
Fuente: Elaboración Propia

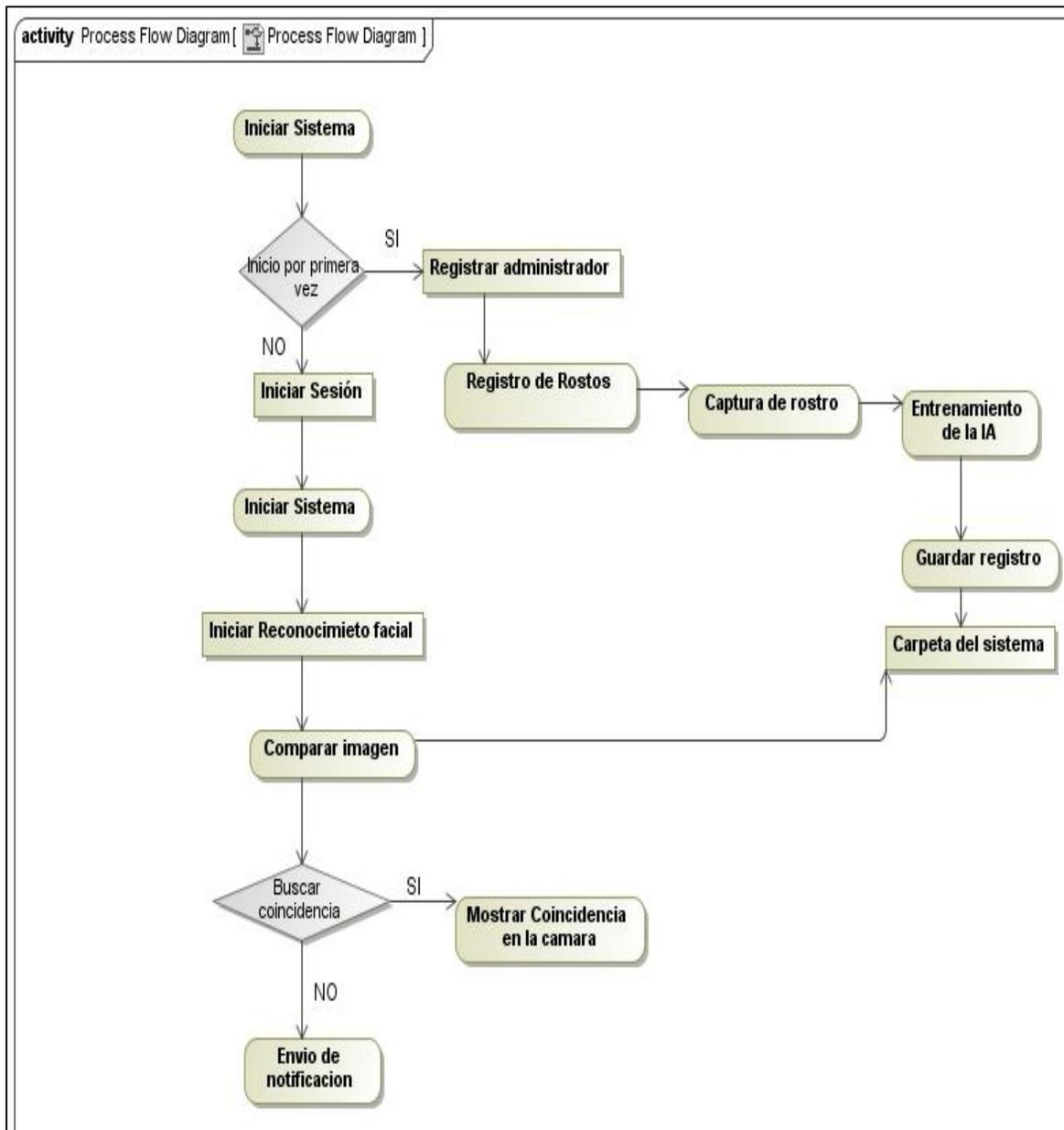
## Notificación



**Fig. 3. 13 Diagrama de Secuencia Notificación**

Fuente: Elaboración Propia

### 3.4.5 Diagrama de Flujo



**Fig. 3. 14 Diagrama de Flujo**

Fuente: Elaboración Propia

### 3.4.6 Análisis Del Componente Físico

Es importante elegir componentes, dado que es vital para que el algoritmo de reconocimiento facial funcione a través de él (placa de desarrollo y cámara fotográfica), que sea capaces de realizar el uso de los procesos ya definidos por lo que se mencionan los componentes físicos de desarrollo utilizadas para el reconocimiento facial:

**Raspberry Pi:** Ordenador del tamaño de una tarjeta de crédito que fue desarrollada para enseñar ciencias computacionales tienen entradas (inputs) y salidas (outputs) los cuales permiten ingresar varios sensores, contiene en modulo ethernet y Wifi para conexiones a internet, cuenta con entradas USB y entradas para video e imagen digital, además tiene más 40 pines para utilizarlos en diferentes aplicaciones.



**Fig. 23 Raspberry Pi 3 Model B+**

Fuente: (Pastor, 2018)

Raspberry Pi 3 modelo B+, su sistema operativo es Raspbian basado en Debian (Linux), pero también se puede ejecutar sistema operativo Windows 10 IoT, Android y Microsoft. Cualquier idioma que se pueda usar en ARMv8 se puede implementar en Raspberry Pi, idiomas que incluyen Python, C, C++, Java,

Scratch, siendo Python el más popular.

**Cámara:** El requerimiento de la cámara es esencial para permitir tener un concepto más allá de solo tomar una imagen. Pudo estos conceptos ayudaron a tener que mejorar la imagen del usuario y facilitar la captura de la imagen con buena calidad para el debido procesamiento.

La cámara utilizada es la cámara Web HD de 720p a 60 fps, con enfoque automático y un campo de visión de 78 grados.



**Fig. 3. 15 WebCam**

Fuente: (LOGITECH, s.f.)

### 3.4.7 Análisis de software

**Python:** Lenguaje de programación de código abierto que permite la ejecución en diversas plataformas, a continuación se describe las características de Python:

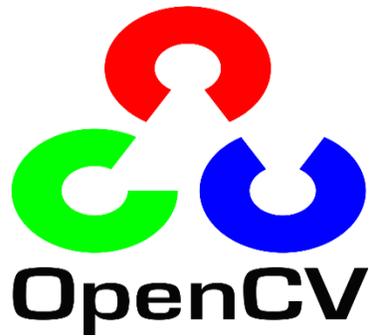
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
<b>LEGIBLE Y ELEGANTE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Imposible de escribir código complicado y sin claridad</li> </ul>
<b>SIMPLE Y PODEROSO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporta objetos y estructuras de datos de alto nivel: strings, listas, diccionarios, entre otros</li> <li>• Múltiples niveles de organización código: fuentes,</li> </ul>

	<p>clases, módulos y paquetes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incluye librerías que contiene un sinnúmero de clases de utilidad</li> </ul>
<b>SCRIPTING</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No requiere declarar constantes y variables antes de utilizarlas.</li> <li>• No requiere paso de compilación.</li> <li>• Alta velocidad de desarrollo y buen rendimiento</li> </ul>
<b>SCRIPTING</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No requiere paso de compilación.</li> <li>• Alta velocidad de desarrollo y buen rendimiento.</li> </ul>
<b>CÓDIGO INTEROPERABLE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se puede utilizar en múltiples plataformas (aún más que Java).</li> <li>• Ejecutar Python dentro de una JVM (Jython).</li> </ul>
<b>OPEN SOURCE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Razón por la cual Python sigue creciendo y creciendo.</li> </ul>
<b>PROPÓSITO GENERAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puedes hacer en Python todo lo que pueden hacer con C# o Java.</li> </ul>

**Tabla 10 Características Del Lenguaje De Programación Python**

Fuente: (Molina Rios, Loja Mora, Zea Ordóñez, & Loaiza Sojos)

**OpenCv:** Open Source Computer Vision Library, es una biblioteca abierta desarrollada por Intel en el año 1999, el cual contiene 500 funciones, OpenCv proporciona un alto nivel de funciones para el procesamiento de imágenes, ya que una de las características de OpenCv es el análisis estructural, análisis de movimiento, reconocimiento de modelo, reconstrucción 3D, calibración de cámara, entre otros.

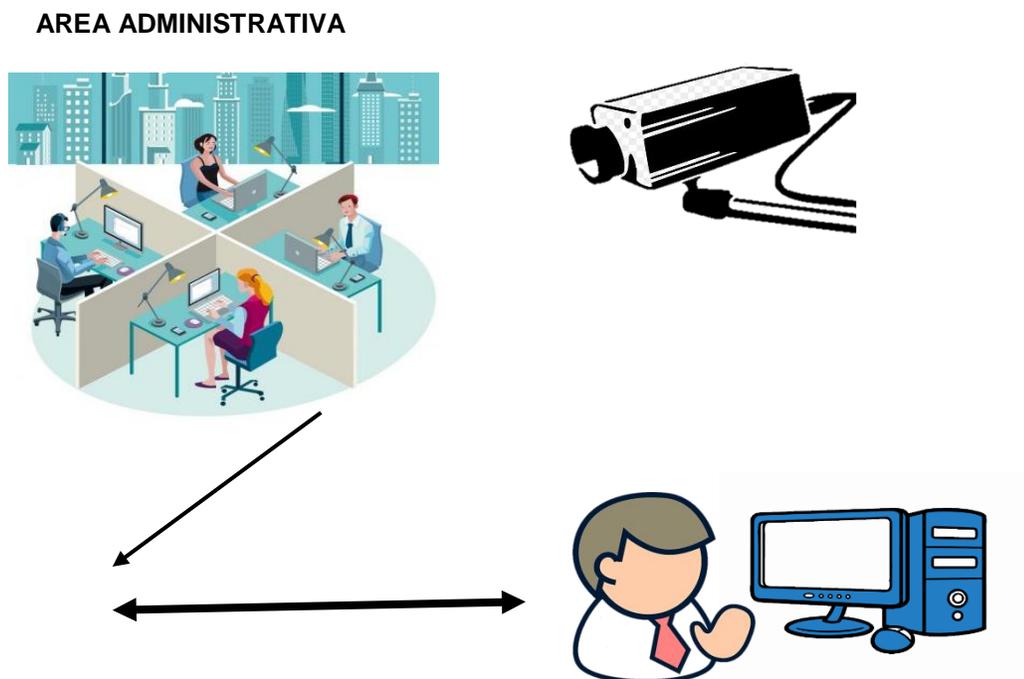


*Fig. 3. 16 Logo de OpenCv*

Fuente: (Espinoza Olgún & Jorquera Guillen, 2015)

### 3.5 FASE II DISEÑO GLOBAL

El diseño para el sistema domótico con reconocimiento facial para el control de seguridad basado en software y hardware libre, van integrados al mini ordenador Raspberry Pi la cámara, sensores o actuadores que corresponden, tal como se observa en la siguiente figura.

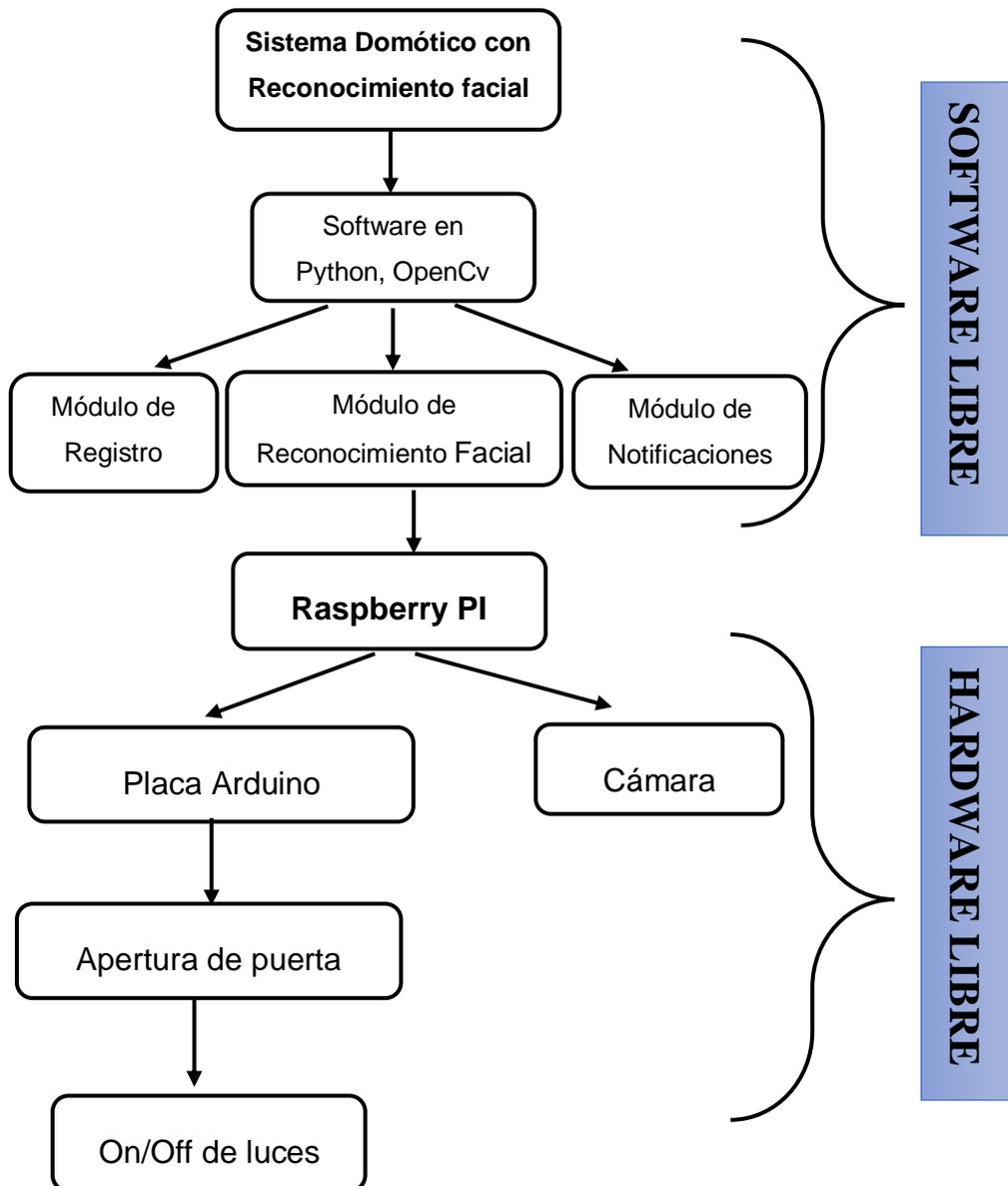


*Fig. 3. 17 Diseño Global*

Fuente: Elaboración Propia

### 3.6 FASE III DISEÑO EN DETALLE

En la siguiente figura representa a detalle de los más relevantes estados a cumplir y realizar por todos los elementos:



**Fig. 3. 18 Diseño en Detalle**

Fuente: Elaboración Propia

### 3.6.1 Software en Python, OpenCv

El software libre que se utilizó como interfaz es Python ya que no necesita licencia, y para el reconocimiento facial el uso de las librerías de OpenCv.

Lo primero que se debe hacer es la instalación de la imagen Raspbian en la tarjeta SD, teniendo ya lista la micro SD sin ningún tipo de error se inserta en la ranura de la raspberry se conecta el cable USB y el cable de VGA a un monitor para poder visualizar la interfaz del escritorio con la barra de herramientas en la parte superior pues ya está lista para ser utilizada como placa de desarrollo.

Ya estando en el escritorio de la Raspberry Pi se procede a abrir la terminal para la instalación de Python y los paquetes necesarios como lo es OpenCv, una librería bastante completa para el tratamiento de imágenes, reconocimiento de características faciales, algoritmos de comparación entre otras, esto se realiza por medio de comandos, a continuación, se listan los comandos utilizados para la configuración:

Python:

```
sudo apt full-upgrade

sudo apt-get install build-essential cmake pkg-config python-dev libgtk2.0-dev
libgtk2.0 zlib1g-dev libpng-dev libjpeg-dev libtiff-dev libjasper-dev libavcodec-dev swig
unzip vim

sudo apt-get install python-numpy python-opencv

sudo apt-get install python-pip

sudo apt-get install python-dev

sudo pip3 install picamera

sudo pip3 install rpio

sudo apt-get install v4l2ucp v4l-utils libv4l-dev

sudo apt-get install libhdf5-dev libhdf5-serial-dev libatlas-base-dev libjasper-dev
```

OpenCv:

```

pip3 install --upgrade pip

pip3 install opencv-contrib-python --upgrade

pip3 install opencv-contrib-python --user

pip3 install opencv-contrib-python==4.1.0.25

```

### Módulo de Registro

- **Fase de Registro de Rostros.**

Captura de imágenes: La adquisición de las imágenes de entrada se realiza mediante la cámara que captura una serie de imágenes para dar inicio al procesado de la imagen.



**Fig. 3. 19 Captura de Imágenes**

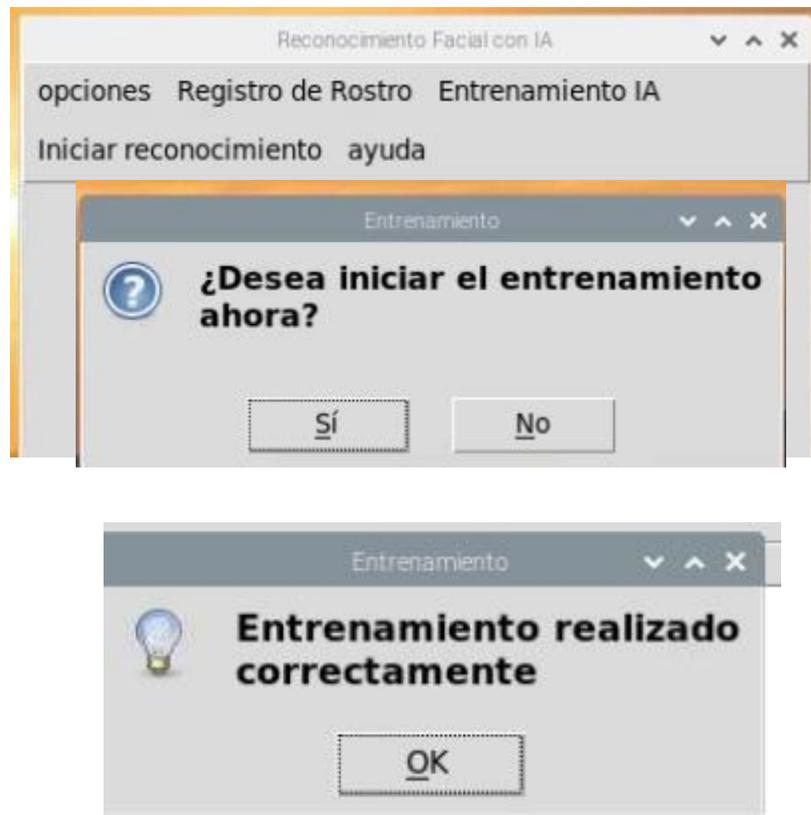
Fuente: Elaboración Propia

#### a) Entrenamiento de IA

El entrenamiento de la inteligencia artificial solamente se debe realizar solamente cuando el registro de usuario al sistema haya finalizado caso contrario no se debe realizar. Se debe tomar en cuenta que el entrenamiento tomara de dos a cuatro minutos por la cantidad de imágenes que debe entrenar.

El entrenamiento se almacena en un archivo llamada train.yml, una vez

finalizado el entrenamiento guardara el archivo y se muestra un mensaje “Entrenamiento realizado correctamente”.



**Fig. 3. 20 Entrenamiento I A**

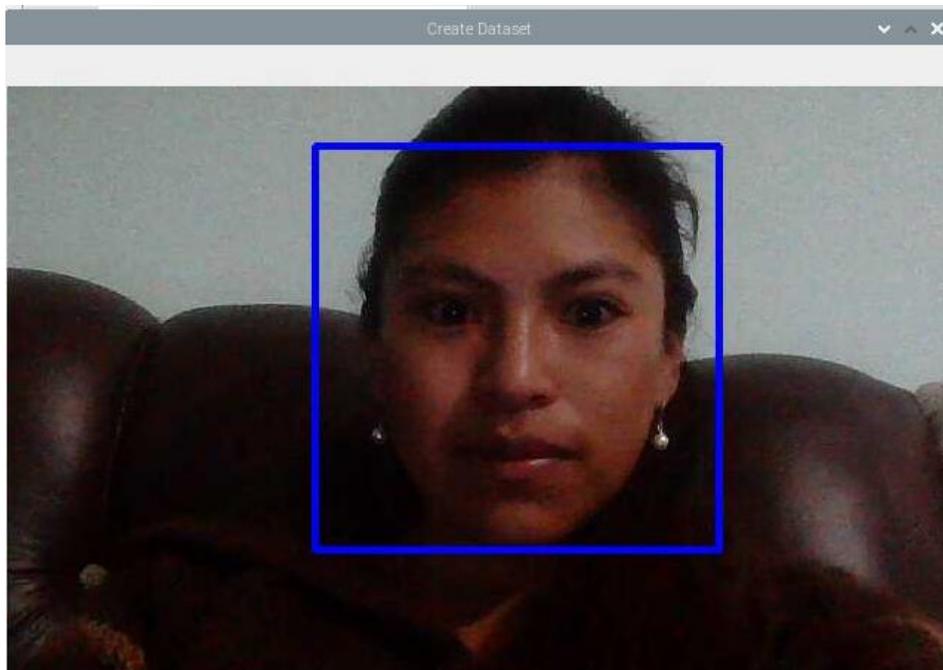
Fuente: Elaboración Propia

## **Modulo I A Reconocimiento facial**

Para la programación se ha separado en tres fases, cada una cumple un rol específico las cuales son las siguientes:

### **b) Detección de Rostro**

Para detectar un rostro se usó la cascada de clasificadores HAAR, que permite encontrar en una imagen caras en posición frontal, como se muestra a continuación.

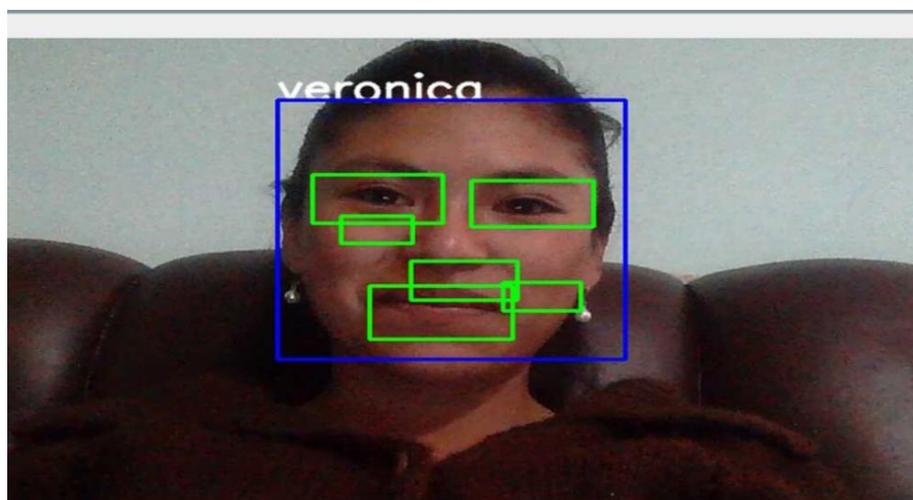


**Fig. 3. 21 Detección de Rostro**

Fuente: Elaboración Propia

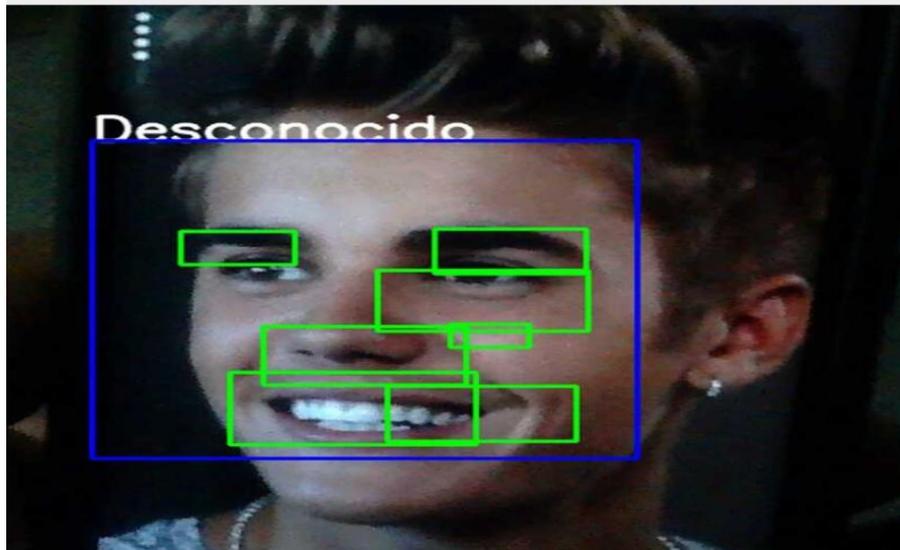
### c) Reconocimiento Facial

Para la identificación de rostro, básicamente es la comparación de la imagen de entrada con las imágenes almacenadas en el sistema.



**Fig. 3. 22 Persona Reconocida**

Fuente: Elaboración Propia



**Fig. 3. 23 Persona No Reconocida**

Fuente: Elaboración Propia

### **Módulo de Notificaciones**

Se envía una alerta mediante correo electrónico en caso de no reconocer a una persona que intente ingresar al área administrativa de la empresa.



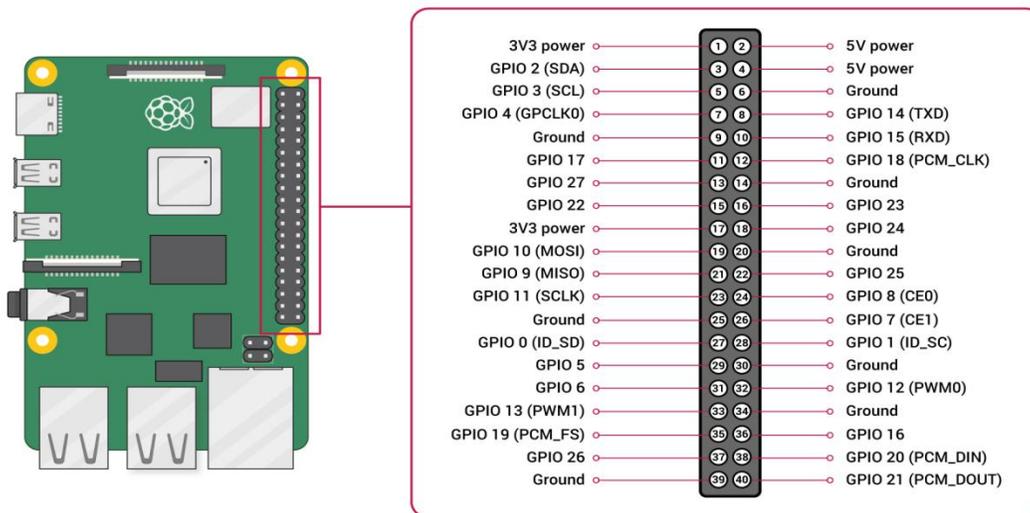
**Fig. 3. 24 Recibo de Notificación**

Fuente: Elaboración Propia





Los sensores tienen tres cables: señal, energía y tierra; el cable de señal que es usualmente de color amarillo, naranja o blanco debe estar conectado a pin GPIO de la Raspberry Pi, el cable de energía es de color rojo debe estar conectado al pin dos o cuatro 5V Power de la Raspberry Pi y el cable de tierra usualmente de color negro o marrón debe estar conectado al pin Ground de la Raspberry Pi.

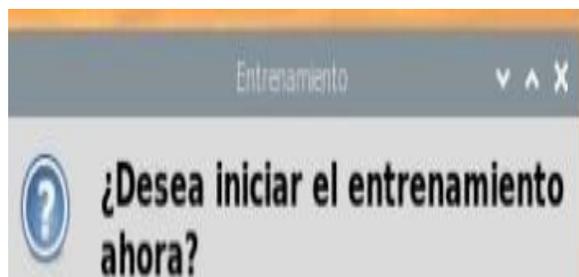


**Fig. 3. 27 Entradas y Salidas de Raspberry Pi**

Fuente: Elaboración Propia

### 3.7.2 Codificación

Los diferentes módulos que componen este prototipo fueron desarrollados en el sistema operativo del propio mini ordenador Raspberry Pi.



**Fig. 3. 28 Interfaz**

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se muestra parte del código de interfaz:

```
from tkinter import ttk

from tkinter import *

from tkinter import messagebox

import subprocess

import train as tr

import recognition_face as recFace

import os

import sys

import sqlite3

class Interface:

    db_name="datebase.db"

    def __init__(self, window):

        def vRegistro():

            os.system('python3 main.py')

        def entrenamiento():

            tr.train()

        def reconocimiento():

            recFace.recognition_face()

        def salirAplicacion():

            valor=messagebox.askquestion("Salir", "Hasta pronto...!!!")

            if valor=="yes":

                self.wind.destroy()
```

```
self.wind = window

self.wind.title("Reconocimiento Facial con IA")

barraMenu = Menu(self.wind)

self.wind.config(menu=barraMenu, width=1500, height=500 )

archivoMenu=Menu(barraMenu, tearoff=0)

archivoMenu.add_command(label="salir", command=salirAplicacion)

archivoRegistro=Menu(barraMenu, tearoff=0)

archivoRegistro.add_command(label="Registro de rostro", command=vRegistro)

archivoEntrenamiento=Menu(barraMenu, tearoff=0)

archivoEntrenamiento.add_command(label="Entrenamiento",
command=entrenamiento)

archivoInicio=Menu(barraMenu, tearoff=0)

archivoInicio.add_command(label="Reconocimiento", command=reconocimiento)

archivoAyuda=Menu(barraMenu, tearoff=0)

archivoAyuda.add_command(label="ayuda")

barraMenu.add_cascade(label="opciones", menu=archivoMenu)

barraMenu.add_cascade(label="Registro de Rostro", menu=archivoRegistro)

barraMenu.add_cascade(label="Entrenamiento IA", menu=archivoEntrenamiento)

barraMenu.add_cascade(label="Iniciar reconocimiento", menu=archivoInicio)

barraMenu.add_cascade(label="ayuda", menu=archivoAyuda)

frame=LabelFrame(self.wind, text="Registro")

frame.grid(row=0, column=0, columnspan=3, pady=20)

Label(frame, text="Nombre").grid(row=1, column=0)

self.name=Entry(frame)
```

```
self.name.focus()

self.name.grid(row=1, column=1)

Label(frame, text="Email").grid(row=2, column=0)

self.email = Entry(frame)

self.email.grid(row=2, column=1)

ttk.Button(frame, text="Guardar", command=self.add_email).grid(row=3,
columnspan=2, sticky=W + E)

self.message = Label(text="", fg='green')

self.message.grid(row=3, column=0, columnspan=2, sticky=W + E)

self.tree = ttk.Treeview(height=10, columns=2)

self.tree.grid(row = 4, column=0, columnspan=2)

self.tree.heading("#0", text="Nombre", anchor=CENTER)

self.tree.heading("#1", text="Email", anchor=CENTER)

ttk.Button(text='borrar', command=self.delete_email).grid(row=5, column=0,
sticky= W + E)

ttk.Button(text='editar', command=self.edit_email).grid(row=5, column=1, sticky=
W + E)

#llenado de tabla

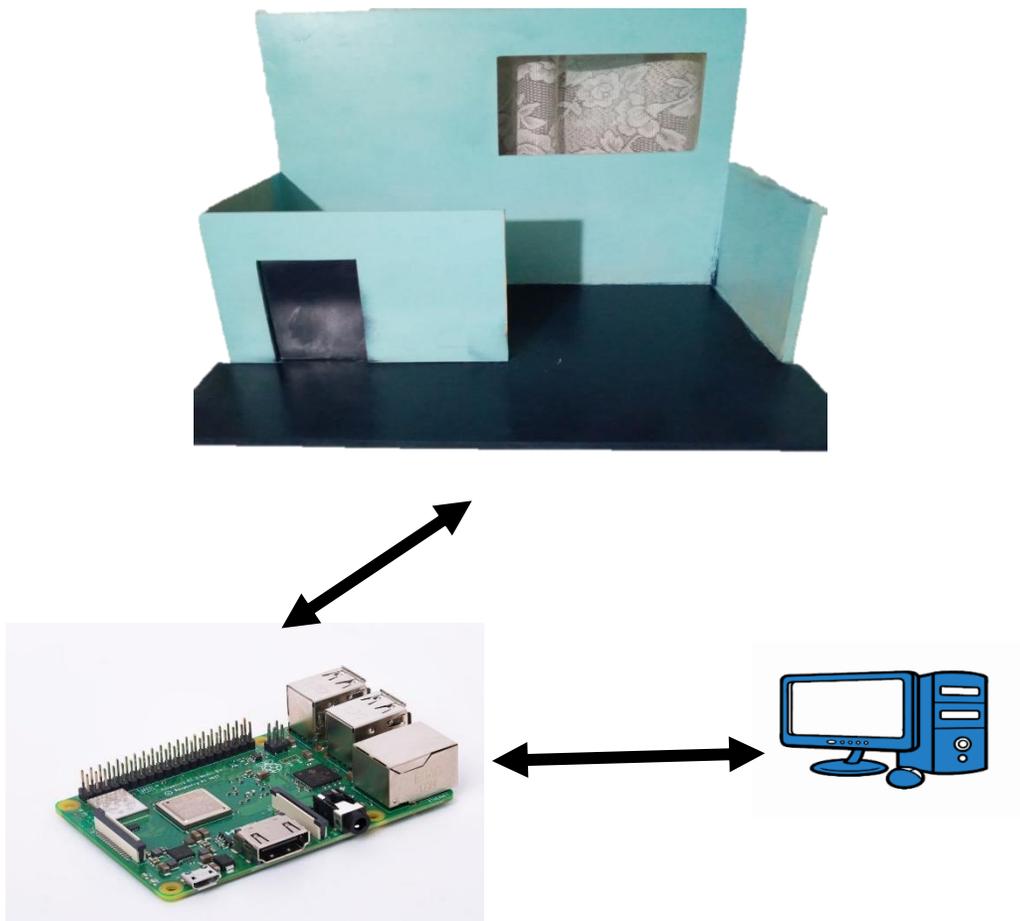
self.get_email()
```

### 3.8 FASE V TEST UNITARIO

Para la verificación del correcto funcionamiento de los elementos que compone este prototipo de consideran dos aspectos importantes, hardware y software.

#### 3.8.1 Hardware

Los elementos de hardware que componen la construcción y su funcionalidad son importantes para su correcta función de todo como uno.



**Fig. 3. 29 Interfaz Raspberry Pi y PC**

Fuente: Elaboración Propia

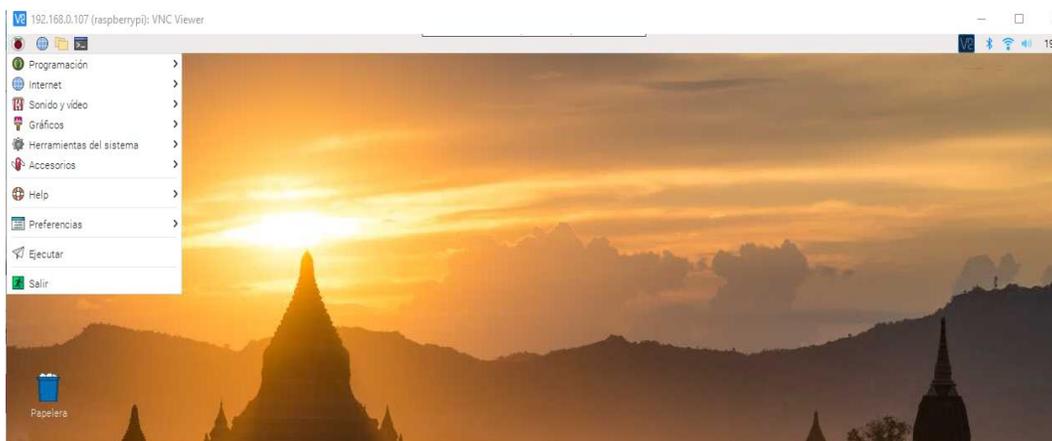
---

**PRUEBA 1**

<b>MÓDULO</b>	Raspberry Pi
<b>ACTIVIDAD</b>	Control de módulos
<b>DESCRIPCIÓN</b>	La transmisión de datos es correcta tras la conexión por vnc.

**Tabla 11 Prueba 1**

Fuente: Elaboración Propia



**Fig. 3. 30 Entorno de Raspbian**

Fuente: Elaboración Propia

---

**PRUEBAS 2**

<b>MODULO</b>	Cámara
<b>ACTIVIDAD</b>	Conexión de la cámara
<b>OBSERVACIÓN</b>	Función correcta

**Tabla 12 Prueba 2**

Fuente: Elaboración Propia

### 3.8.2 Software

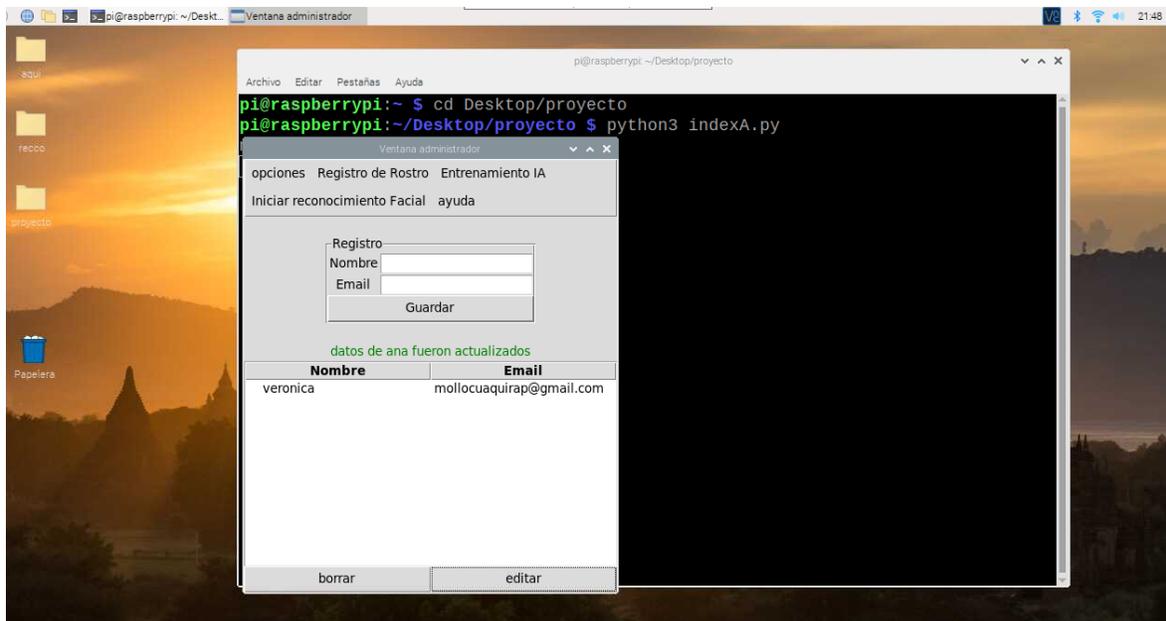
Modulo más importante de ser software, la aplicación de interfaz entre la Raspberry Pi y el lenguaje de programación Python esta aplicación interactúa directamente con el usuario, su interfaz muestra información del trabajo que realiza el dispositivo de seguridad de acceso.

#### PRUEBA 3

<b>MODULO</b>	Interfaz del sistema
<b>ACTIVIDAD</b>	Iniciar el sistema por la terminal del sistema operativo Raspbian
<b>OBSERVACIÓN</b>	Función correcta

**Tabla 13 Prueba 3**

Fuente: Elaboración Propia



**Fig. 3. 31 Prueba del sistema**

Fuente: Elaboración Propia

### 3.9 FASE VI INTEGRACIÓN

Todo el sistema desde el punto de vista sistémico va conformado por los módulos esenciales que se muestra en la siguiente tabla y en correcto funcionamiento, una vez integrada los distintos módulos se realiza la verificación de interfaz y para ello se genera el siguiente documento de pruebas común o general de la función integral.

<b>PRUEBA 4</b>	
<b>MÓDULO</b>	Aplicación de interfaz en Python, OpenCv, Raspberry Pi, actuadores, sensores
<b>ACTIVIDAD</b>	<p>Las Pruebas realizadas son el funcionamiento correcto del sistema domótico con reconocimiento facial</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En el aspecto de hardware que va conformado por los módulos que van integrado a la Raspberry Pi funcionan correctamente.</li> <li>• El aspecto de software podemos observar la correcta funcionalidad</li> <li>• Con la integración de ambas partes que son el hardware y software el dispositivo funciona correctamente.</li> </ul>
<b>SOLUCIONES CORRECCIONES</b>	<p><b>O</b> Con respecto al envío de notificaciones en caso de no reconocer un rostro demora un poco pero funciona correctamente.</p>

**Tabla 14 Prueba 4**

Fuente: Elaboración Propia

### 3.10 FASE VII TEST OPERACIONAL DEL SISTEMA

En esta última fase las pruebas del sistema como producto final a diferencia de la anterior fase va involucrado con la maqueta de una oficina es el principal objeto de estudio.

#### 3.10.1 Prueba de Detección de Rostros

Para medir el rendimiento de la detección de rostro se realizó capturas en tiempo real en diferentes distancias y con diferente luminosidad. El sistema de detección es ejecutado en distintas distancias y diferentes niveles de luminosidad, con los datos obtenidos se muestra los siguientes resultados

Porcentaje de errores en la detección a distancia:

DETECCION CON BAJA ILUMINACION		
DISTANCIA	Fallas en la detección	Porcentaje de fallas
0-25 CM	28	95%
26-50 CM	9	30%
51-75 CM	14	45%
76-100 CM	24	80%

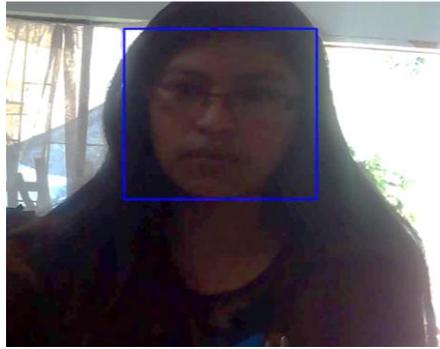
**Tabla 15 Detección con baja iluminación**

Fuente: Elaboración Propia



**Fig. 3. 32 Detección facial fallida**

Fuente: Elaboración Propia



**Fig. 3. 33 Detección Exitosa**

Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar claramente que los resultados son más precisos la detección a una distancia favorable entre 40 y 50 cm.

### 3.10.2 Prueba de Reconocimiento Facial

Se realizó la prueba del sistema, teniendo como base los registros de rostros de 5 personas, a continuación, se detalla los puntos a considerar que se identificaron en el transcurso de la misma.

<b>DISTANCIA</b>	<b>RECONOCIMIENTO EXITOSO</b>	<b>RECONOCIMIENTO FALLIDO</b>
<b>0-25 CM</b>	20 %	80%
<b>26-50 CM</b>	60%	40%
<b>51- 75 CM</b>	20%	80%
<b>76-100 CM</b>	0%	100%



# **PRUEBAS DE EVALUACION Y RESULTADOS**

## 4 PRUEBAS DE EVALUACION Y RESULTADOS

### 4.1 METRICA DE CALIDAD

En calidad no es necesariamente llegar al objeto perfecto, aunque es deseable, entre los requisitos que establece la norma ISO/IEC 19794-5 se seleccionaron para la evaluación especificaciones de la escena y las características fotográficas que son los determinantes en el valor de reconocimiento de la imagen de rostro.

Cada una de las medidas es analizada de manera individual, sin embargo, basta que la imagen no cumpla con uno de los parámetros para que no se tenga valor de reconocimiento

Parámetros seleccionados que influyen en el valor de reconocimiento de las imágenes de rostros.

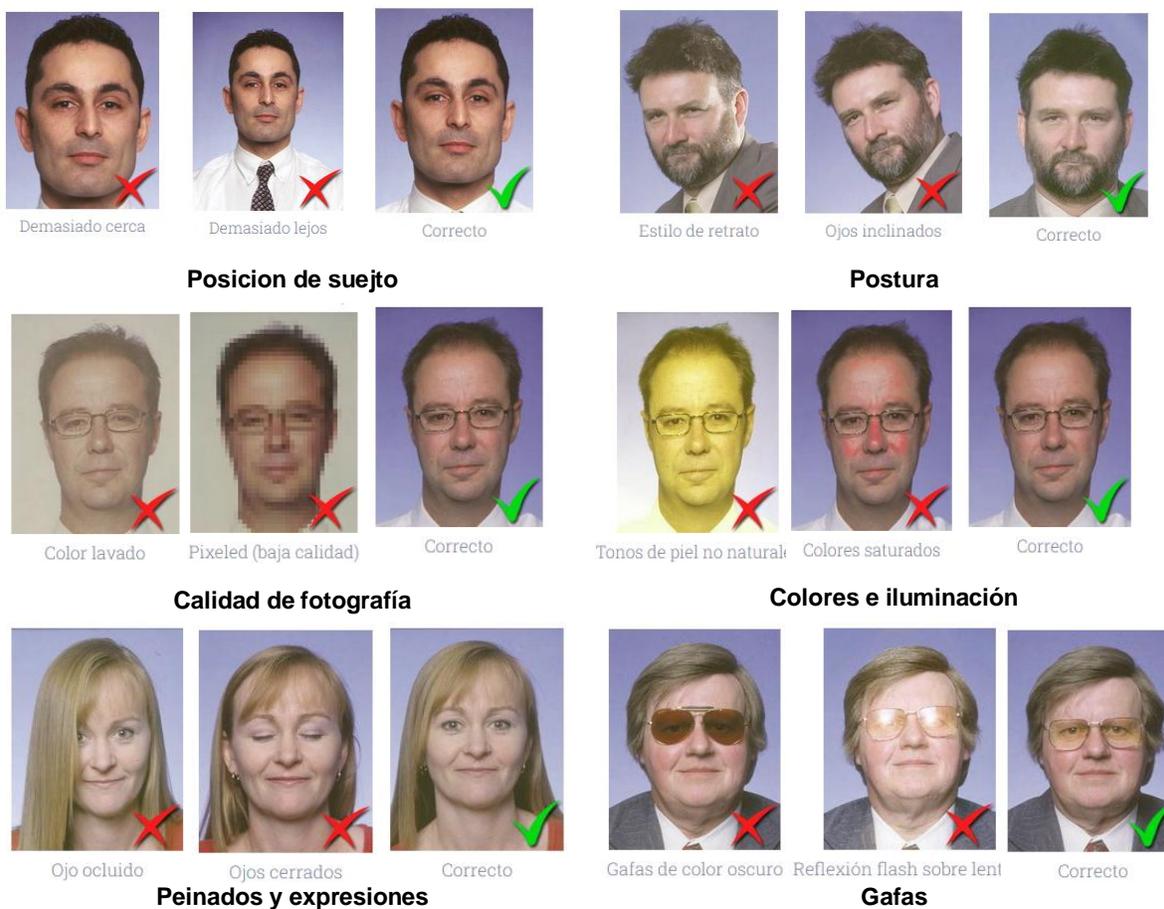
PARAMETRO	ESPECIFICACION
RESOLUCION	La distancia ente los centros de los ojos debes ser como mínimo de 60 pixeles.
NITIDEZ	Las imágenes no deben estar borrosas o desenfocadas
ESTADO DE LOS OJOS	Los ojos deben estar abiertos de manera natural, el iris y la pupila deben estar claramente visibles.
POSE	La imagen debe ser lo más frontal posible.
EXPRESION DE LA BOCA	La boca debe estar centrada y tener una expresión natural
MIRADA DE FRENTE	Los ojos deben estar mirando al frente,
ILUMINACION	La luz debe estar distribuida uniformemente en el rostro, el cual no

	debe estas afectando por sombras, ni regiones brillantes.
<b>BALANCE DE COLORES</b>	Los colores deben ser naturales, no saturados y con contraste adecuado
<b>OBSTRUCCION</b>	Los peinados y otros accesorios no deben obstruir la imagen del rostro o los ojos.

**Tabla 16 Parámetros para el Reconocimiento facial**

Fuente: (ISO, s.f.)

Ejemplos del cumplimiento de los requisitos especificados en la norma ISO/IEC 19794-5.



**Tabla 17 Ejemplos de cumplimiento ISO/IEC 19794-5**

Fuente: (ABAGNALE, 2020)

## 4.2 ESTIMACION DE COSTOS

En el análisis de costos del presente trabajo, se ha considerado lo siguiente:

- Se obtuvo fuentes en líneas y físicas, por el costo distribuido de la información
- Costo de hardware libre tiene un costo aproximado de 100 dólares esto a nivel prototipo

El proyecto, solo la inversión es de tiempo tanto en el sistema, prototipo y modelo teórico, los resultados del proyecto son una justa inversión:

### 4.2.1 Análisis De Costos Por El Método COSMIC.

En todo proyecto es importante tener una planificación de costos, no solo de los requerimientos de hardware, costos de tiempo y esfuerzo: COSMIC, es un método de medición estándar de las funciones del software desde el punto de vista del usuario.

Los pasos para realizar esta medición son los siguientes:

- Fase 1: Estrategia de medición
- Fase 2: Mapeo
- Fase 3: Medición

### 4.2.2 Estrategia y estimación

La determinamos identificando cuales son los requerimientos funcionales a medir, cual es el propósito de la medición y quienes son los usuarios funcionales.

#### **Requerimientos funcionales del proyecto**

##### Listar administradores (Superusuarios):

Desde la pantalla de la interfaz del súper administrador el cual se mostrará los administradores, donde podrá agregar nuevo registro, editar o eliminar

##### Listar administradores Encargados (Usuarios):

Desde la pantalla de la interfaz del súper administrador el cual se mostrará los

administradores encargados, donde podrá agregar nuevo registro, editar o eliminar

#### Listar correos electrónicos:

Desde la pantalla de la interfaz del súper administrador o administrador encargado el cual se mostrará los correos electrónicos registrados, donde podrá agregar nuevo registro, editar o eliminar

#### Registro de rostros:

Se registra un nuevo usuario por medio de capturas de rostros a través de la cámara.

#### Entrenamiento de la IA

El administrador realiza el entrenamiento de la IA con las capturas faciales de los usuarios registrados.

#### Reconocimiento Facial

El administrador inicia el reconocimiento facial el cual da permite o niega el acceso al área administrativa por medio de un rostro.

Usuarios: los principales usuarios funcionales del sistema son el súper administrador, y administrador encargado.

### **4.2.3 Mapeo**

Determinar los procesos funcionales y movimientos de datos que lo componen. Asignamos un punto de función COSMIC por cada movimiento de datos identificados.

#### **Proceso funcional: Listar administradores (Superusuarios).**

Movimientos de datos:

- Entrada: Ingresar al interfaz de súper administrador.
- Lectura: Obtener todos los registros de los administradores encargados
- Salida: Mostrar en pantalla todos los registros de administradores encargados.

Puntos de función COSMIC: 3 CFP

**Proceso Funcional: Registrar administradores (Superusuarios).**

- Entrada: Ingresar al sistema.
- Lectura: Mostrar la interfaz de nuevo registro de administrador
- Escritura: Crear el registro de administrador
- Escritura: Asignación de usuario y contraseña a administrador.
- Salida: Mostrar en pantalla todos los registros de administradores.

Puntos de función COSMIC: 5 CFP

**Proceso Funcional: Editar datos de administradores (Superusuarios).**

- Entrada: Ingresar al sistema
- Lectura: Mostrar la opción de editar
- Escritura: Crear actualización de usuario y contraseña de los administradores.
- Salida: Mostrar en pantalla todos los cambios realizados.

Puntos de función COSMIC: 4 CFP

**Proceso Funcional: Eliminar datos de administradores (Superusuarios).**

- Entrada: Ingresar al sistema
- Lectura: Mostrar la opción eliminar
- Entrada: Seleccionar confirmación de eliminar
- Salida: Mostrar en pantalla todos los cambios realizados.

Puntos de función COSMIC: 4 CFP

**Proceso funcional: Listar administradores encargados.**

Movimientos de datos:

- Entrada: Ingresar al interfaz de súper administrador.
- Lectura: Obtener todos los registros de los administradores encargados
- Salida: Mostrar en pantalla todos los registros de administradores

encargados.

Puntos de función COSMIC: 3 CFP

**Proceso Funcional: Registrar administradores encargados**

- Entrada: Ingresar al sistema.
- Lectura: Mostrar la interfaz de nuevo registro de administrador
- Escritura: Crear el registro de administrador
- Escritura: Asignación de usuario y contraseña a administrador encargado.
- Salida: Mostrar en pantalla todos los registros de administradores.

Puntos de función COSMIC: 5 CFP

**Proceso Funcional: Editar datos de administradores**

- Entrada: Ingresar al sistema
- Lectura: Mostrar la opción de editar
- Escritura: Crear actualización de usuario y contraseña de los administradores.
- Salida: Mostrar en pantalla todos los cambios realizados.

Puntos de función COSMIC: 4 CFP

**Proceso Funcional: Eliminar datos de administradores**

- Entrada: Ingresar al sistema
- Lectura: Mostrar la opción eliminar
- Entrada: Seleccionar confirmación de eliminar
- Salida: Mostrar en pantalla todos los cambios realizados.

Puntos de función COSMIC: 4 CFP

**Proceso funcional: Listar correos electrónicos:**

Movimientos de datos:

- Entrada: Ingresar al interfaz del sistema.
- Lectura: Obtener todos los registros de los correos electrónicos.

- Salida: Mostrar en pantalla todos los registros de correos electrónicos.

Puntos de función COSMIC: 3 CFP

### **Proceso Funcional: Registrar correo electrónico**

- Entrada: Ingresar al sistema.
- Lectura: Mostrar la interfaz de nuevo registro de correo electrónico.
- Escritura: Crear el registro de correo electrónico.
- Salida: Mostrar en pantalla todos los registros de correos electrónicos.

Puntos de función COSMIC: 4 CFP

### **Proceso Funcional: Editar correo electrónico**

- Entrada: Ingresar al sistema
- Lectura: Mostrar la opción de editar de correos electrónicos
- Escritura: Crear actualización de correo electrónico.
- Salida: Mostrar en pantalla todos los cambios realizados.

Puntos de función COSMIC: 4 CFP

### **Proceso Funcional: Eliminar correo electrónico**

- Entrada: Ingresar al sistema
- Lectura: Mostrar la opción eliminar correos electrónicos
- Entrada: Seleccionar confirmación de eliminar
- Salida: Mostrar en pantalla todos los cambios realizados.

Puntos de función COSMIC: 4 CFP

### **Proceso funcional: Registro de rostros:**

Movimientos de datos:

- Entrada: Seleccionar en el menú la opción de registro de rostros
- Salida: Mostrar en pantalla la interfaz de ingresar nombre completo.
- Escritura: Crear registro de usuario.
- Salida: Mostrar en pantalla el inicio de la cámara

- Entrada: Capturas faciales del usuario a registrar
- Salida: Mostrar en pantalla registro realizado.

Puntos de función COSMIC: 6 CFP

### **Proceso funcional: Entrenamiento de la IA**

Movimientos de datos:

- Entrada: Seleccionar en el menú la opción de entrenamiento de la IA
- Salida: Mostrar en pantalla la interfaz de iniciar entrenamiento ahora.
- Entrada: Seleccionar opción (sí o no).
- Salida: Mostrar en pantalla entrenamiento realizado correctamente (opción sí).
- Salida: Mostrar en pantalla entrenamiento no realizado

Puntos de función COSMIC: 5 CFP

### **Proceso funcional: Reconocimiento Facial**

Movimientos de datos:

- Entrada: Seleccionar en el menú la opción de iniciar reconocimiento
- Salida: Mostrar en pantalla la interfaz del inicio de la cámara.
- Entrada: Rostro detectado
- Salida: Mostrar en pantalla persona reconocida o no reconocida.

Puntos de función COSMIC: 3 CFP

De esta forma, se determinó que el proyecto tiene una medición de 45 puntos de función COSMIC (61 CFP).

#### 4.2.4 Medición

##### Determinación de costo por unidad de medida

Para la determinación de cuánto cuesta desarrollar cada punto de función se

$$\text{Costo por punto de función} = 3,000 \text{ Bs.-} / 23 \text{ puntos de función}$$

$$\text{Costo por punto de función} = \mathbf{130.43 \text{ Bs.-}} / \text{Punto de función}$$

utiliza la siguiente formula:

Para el proyecto se considera que el costo mensual de un equipo de desarrollo de software es de 3000 Bs.- y el promedio de puntos de función COSMIC es de 23 CFP mensual:

##### Estimación de Costo de un proyecto de software

Se determina el costo del proyecto usando la siguiente formula:

$$\text{Costo de un proyecto de software} = \text{Tamaño del Software} \times \text{Costo por punto de función}$$

La estimación de costo del proyecto es:

$$\text{Costo del proyecto de software} = 61 \text{ CFP} \times 130.43 \text{ Bs.-}$$

$$\text{Costo de proyecto de software} = 7,956.23 \text{ Bs.-}$$

##### Tiempo de duración de proyecto de desarrollo de software

Para determinar el número de meses que durara el proyecto, se divide el tamaño

$$\text{Duración de proyecto} = \mathbf{61 \text{ CFP}} / 23 \text{ puntos de función COSMIC mes}$$

$$\text{Costo de proyecto de software} = 2.65 \text{ mes}$$

funcional del software entre los números de función mes

**Conclusión:** De esta forma se determinó que el proyecto de software es:

Duración 2.65 meses en desarrollo (poco menos de dos meses).

Costo 7,956.23 Bs.-

### **4.3 SEGURIDAD**

Debido a que el sistema desarrollado contiene información representada por los datos almacenados, estos son susceptibles a diferentes tipos de amenaza, partiendo de un descuido del uso de contraseñas por parte de los usuarios del sistema, por este motivo que dentro del sistema desarrollado se implementó, seguridad de datos de la siguiente manera:

#### **4.3.1 Seguridad Física**

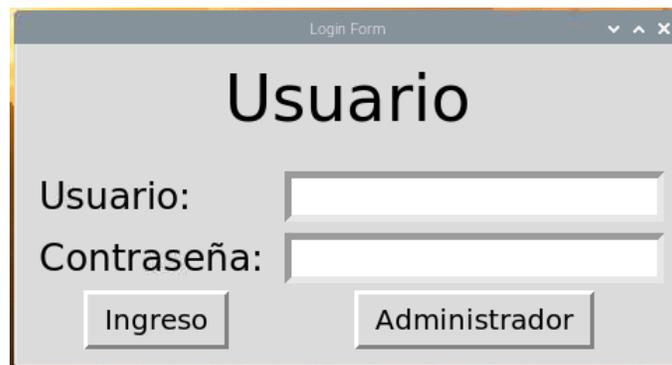
Es inevitable que el personal tenga acceso a uso del hardware directamente, revidando este factor se tiene lo siguiente para evitar que haya daño físico:

- Se cuenta con un extintor contra incendios.
- Se tiene acceso restringido a personas que no sean de confianza.

#### **4.3.2 Seguridad Lógica:**

##### **Seguridad de autenticación.**

Este control se refiere al control de sesión o verificación de la autenticación de un usuario según el nivel de rol, con el nombre de usuario y una contraseña, que ya anteriormente fueron asignados. Mientras el usuario ingresa la contraseña, esta no se puede mostrar en pantalla.

A screenshot of a web application window titled "Login Form". The main heading is "Usuario". Below the heading, there are two input fields: "Usuario:" and "Contraseña:". Below the "Usuario:" field is a button labeled "Ingreso". Below the "Contraseña:" field is a button labeled "Administrador".

**Fig. 4. 1 Interfaz de Autenticación de Usuarios**

En la siguiente figura observamos la pantalla de autenticación.

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente figura observamos la pantalla de autenticación de Superusuario.

A screenshot of a web application window titled "Bienvenido Administrador". The main heading is "Administrador". Below the heading, there are two input fields: "Username:" and "Password:". Below the "Username:" field is a button labeled "Login".

**Fig. 4. 2 Interfaz de Autenticación de Superusuario**

Fuente: Elaboración Propia



# **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

- Al realizar el análisis de los requerimientos necesarios para el sistema domótico con reconocimiento facial. Este objetivo se alcanzó a concluir al 95%, en el capítulo III, realizando el análisis de requerimientos.
- Al realizar el diseño de la interfaz que permita el registro del personal administrativo y laboral. Este objetivo se alcanzó a concluir al 100%, en el capítulo III.
- Al realizar la generación de notificaciones de personas no reconocidas. Este objetivo se alcanzó a concluir al 90%, en el capítulo III.
- Al informar mediante notificaciones de correo electrónico de personas no registradas. Este objetivo se alcanzó a concluir al 100%, en el capítulo III.
- Al automatizar el encendido de la iluminación. Este objetivo se alcanzó a concluir al 95%.
- Al construir el prototipo de reconocimiento facial a través del uso de la tecnología Raspberry PI. Este objetivo se alcanzó a concluir al 95%.
- Al realizar las pruebas necesarias para la evaluación del rendimiento del sistema. Este objetivo se alcanzó a concluir al 90%.

Este proyecto se diseñó y desarrollo un sistema domótico con reconocimiento facial usando la tecnología Raspberry PI, sobre el sistema operativo Raspbian el cual está basado en Debian, por lo que teóricamente podría ser ejecutado sobre otros sistemas operativos de este tipo, desde la cual es posible ingresar al sistema y administrar a las personas registradas en el sistema y monitorear en vivo las imágenes capturadas por la cámara. Para esto se realizó el estudio previo de la herramienta de hardware y software disponibles, también se estudiaron los algoritmos y técnicas de reconocimiento facial.

## 5.2 RECOMENDACIONES

Para poder aplicar el proyecto procesado en un caso real se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Se recomienda que para el registro de rostro siga los estándares y demás características descritas en el capítulo anterior, esto para lograr que los datos recopilados sean más exactos posibles para su mejor utilización.
- Para una mejor verificación y validez de rostros se recomienda llevar un registro actualizado de los rostros.
- Se recomienda realizar el entrenamiento de IA de 2 a 3 veces en cada registro.
- Es importante considerar en este tipo de proyectos que se trabaja con tensiones de 5 voltios esto a nivel prototipo de maqueta.

## BIBLIOGRAFIA

Esparza Franco, C., & Tarazona Ospina, C. (2015). RECONOCIMIENTO FACIAL BASADO EN EIGENFACES, LBHP Y. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, 8.

ABAGNALE, F. (2020). *NEOCHECK*. Obtenido de <https://www.neocheck.es/estandar-reconocimiento-facial-iso-iec-19794-5/>

Alvarino L, E., Marchena B., P., Castellar H, J., Jiménez B, H., & Quintero P, A. (2015). *INTRODUCCION A LA DOMOTICA*.

Boden, M. (2017). *Inteligencia Artificial*. Madrid.

Cajas Idrovo, M. V., & Viri Avila, P. A. (2017). *DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD VEHICULAR MEDIANTE RECONOCIMIENTO FACIAL A TRAVES DE VISION ARTIFICIAL*. CUENCA-ECUADOR.

Castaño Saavedra, D. L., & Alonso Sierra, J. D. (2018). *SISTEMA DE RECONOCIMIENTO FACIAL PARA EN CONTROL DE ACCESO A VIVIENDAS*. Universidad Cotoica de Colombia.

Castro, A. (s.f.). Obtenido de <https://raspberrypi.cl/que-es-raspberry/>

Challenger Perez, I., Dias Ricardo, Y., & Becerra Garcia, R. A. (2015). EL LENGUAJE DE PROGRAMACION PYTHON. *Ciencias Holguin*, 3-6.

Custodio Flores, E., & Cajo Carmona, W. (2017). *SIMULACION E INSTALACION DOMOTICA EN CASA PARA EL CONTROL DE SEGURIDAD E ILUMINACION*. Universidad Ricardo Palma.

De sousa, K., & Mora, C. (2016). Sistema de seguridad basado en reconocimieto facial utilizando una Raspberry Pi. Caracas.

Diaz, E. M., & Coto Fuentes, H. (2017). Sistema de Adquisicion de datos con Python y Arduino. *Ciencia, Ingenieria y Desarrollo Tec Lerdo*.

Duque, R. G. (s.f.). *Python para todos*.

Escuelas Europeas de Excelencia. (s.f.). *gestionar los controles de acceso según ISO 27001*. Obtenido de <https://www.escuelaeuropeaexcelencia.com/2019/09/como-gestionar-los-controles-de-acceso-segun-iso-27001/>

Esperanza Franco, C. H., Tarazona Ospina, C., Sanabria Cuevas, E. E., & Velazco Capacho, D. A. (2015). RECONOCIMIENTO FACIAL BASADO EN EIGENFACES, LBHP Y FISHERFACES EN LA BEAGLEBOARD-xM . *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada* , 145-148.

Espinoza Olgún, D. E., & Jorquera Guillen, P. I. (2015). Reconocimiento Facial.

Estévez Torrez, Z. E. (2016). *EVALUACIÓN DEL GRADO DE APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE SISTEMAS*. CUBA.

Galindo Gomez, J. P., & Gamboa Sanchez, S. A. (2016). *Control de Acceso a Archivos y Carpetas A Traves del Reconocimiento Facial* .

Gebhart, A. (27 de Marzo de 2019). *Cnet*. Obtenido de <https://www.cnet.com/es/noticias/reconocimiento-facial-apple-amazon-google-ai/>

Gonzales Marin, L. K. (2016). *MODELO DE RECONOCIMIENTO FACIAL MEDIANTE REALIDAD AUMENTADA EN APLICACIONES MÓVILES PARA LA IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN DE PERSONAS*. La Paz: Universidad Mayor de San Andrez .

Guamán, L. R. (2015). *Utilización de métodos de visión artificial para PC como apoyo en la atomocion*.

Guerrero Granda, C. A., & Heredia Alvarez, C. A. (2018). *Diseño e implementación de un sistema de acceso inteligente para hogares* . Cuenca.

ISO. (s.f.). *plataforma de naveagcion en linea*. Obtenido de 2011 ISO / IEC -: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:19794:-5:ed-2:v1:en>

LOGITECH. (s.f.). Obtenido de <https://www.logitech.com/en-gb/product/c922-pro>

stream-webcam

Lucas, J. (02 de Septiembre de 2019). *Open Webinars*. Obtenido de <https://openwebinars.net/blog/que-es-raspberry-pi/>

Marin, R. (12 de febrero de 2020). *Revista Digital INESEM*. Obtenido de <https://revistadigital.inesem.es/informatica-y-tics/opencv/>

Martí, T. (2020). *Aura Quantic*. Obtenido de <https://www.auraquantic.com/es/que-es-la-inteligencia-artificial/>

Maza Viera, G. (2017). PROCESAMIENTO DE IMAGENES USANDO OPENCV APLICADO EN RASPBERRY PI PARA LA CALIFICACION DEL CACAO. Piura.

Molina Rios, J. R., Loja Mora, N., Zea Ordóñez, M. P., & Loaiza Sojos, E. L. (s.f.). Evaluación de los Frameworks en el Desarrollo de Aplicaciones Web con Python. *Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software*.

Moreno Caro, R., & Otalora Neira, A. (2018). DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN PARA LA EMPRESA SOCIEDAD HOTELERA SAN PABLO BASADO EN LA NORMA ISO/IEC 270001:2013 .

OpenCv. (marzo de 2017). *OpenCv*. Obtenido de [https://docs.opencv.org/3.2.0/da/d60/tutorial\\_face\\_main.html](https://docs.opencv.org/3.2.0/da/d60/tutorial_face_main.html)

Pastor, J. (25 de Abril de 2018). *XATAKA*. Obtenido de <https://www.xataka.com/ordenadores/raspberry-pi-3-model-b-analisis-mas-potencia-y-mejor-wifi-para-un-minipc-que-sigue-asombrando>

Perez, A., Berreteaga, A., Ruiz de Olano, A., & Urkidi, J. (2019). *UNA METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE HARDWARE Y SOFTWARE EMBEBIDOS EN SISTEMAS CRITICOS DE SEGURIDAD*.

*Productora Digital*. (24 de julio de 2015). Obtenido de <https://www.4rsoluciones.com/blog/una-metodologia-desarrollo-software/>

- Rivas Asanza, W., & Monzon Olivo, B. (2018). Redes Neuronales Artificiales Aplicadas al Reconocimiento de Patrones. *REDES 2017*, 17.
- Robledano, Á. (23 de septiembre de 2019). *Open Webinars*. Obtenido de <https://openwebinars.net/blog/que-es-python/>
- Solano, G. (21 de enero de 2020). *omes-va*. Obtenido de <https://omes-va.com/deteccion-de-rostros-con-haar-cascades-python-opencv/>
- Soler, A. M. (s.f.). *Informe de OpenCV y Tratamiento de Imágenes*.
- Tantani Chipana, E. (2014). *SISTEMA DOMOTICO PARA OBTENER INFRAESTRUCTURA INTELIGENTE MEDIANTE SISTEMAS MOVILES*. La Paz: Universidad Mayor de San Andres.
- Téllez, F. M. (2019). Solucionando los problemas de estimación en el contexto de los proyectos ERP: la propuesta eEPC-COSMIC. Holanda.
- Tesillo Gomez, C. M. (2016). ANALISIS COMPARATIVO DE LOS ALGORITMOS FISHERFACES Y LBPH PARA EL RECONOCIMIENTO FACIAL EN DIFERENTES CONDICIONES DE LA ILUMINACION Y POSE, TECNA 2015. Peru: UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNa.
- Vázquez, C. E. (21 de Febrero de 2018). *PMOinformatica.com*. Obtenido de <http://www.pmoinformatica.com/2018/02/medicion-estimacion-metodo-cosmic.html#:~:text=La%20medici%C3%B3n%20y%20estimaci%C3%B3n%20de,componentes%20de%20los%20requerimientos%20funcionales>.
- Zumba Gamboa, J. P., & Zumba Gamboa, C. A. (2018). *Evolución de las Metodologías y Modelos utilizados en el Desarrollo de Software*. Universidad de Guayaquil.



**ANEXOS**

## 6 ANEXOS

### MANUAL DE USUARIO

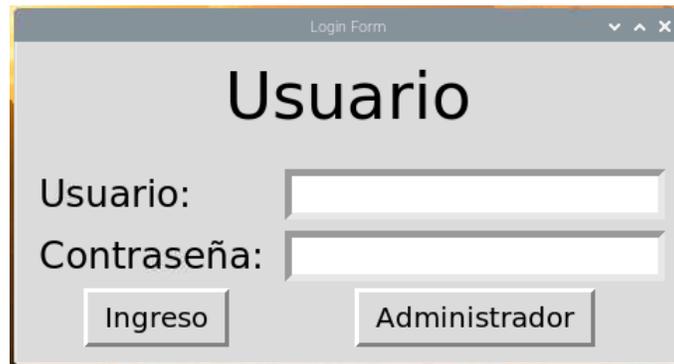
#### INTRODUCCION

El “SISTEMA DOMOTICO CON RECONOCIMIENTO FACIAL” es un software avanzado con el que llevara de manera muy sencilla y dinámica la gestión total de asistencia de su personal: el manejo de registro de administradores, registro de usuarios por medio de sus rostros para luego ingresar al reconocimiento facial, registro de correos electrónicos para las notificaciones de intrusos, el encendido de la iluminación automática, el encendido de ventilación automático entre otros.

#### PRIMEROS PASOS

##### Ingresando al sistema

Cargar el Sistema. - Al cargar se presentará la siguiente pantalla:



The image shows a screenshot of a login window titled "Login Form". The window has a light gray background. At the top center, the word "Usuario" is displayed in a large, bold, black font. Below this, there are two input fields. The first is labeled "Usuario:" and the second is labeled "Contraseña:". At the bottom of the window, there are two buttons: "Ingreso" on the left and "Administrador" on the right. The window also has standard window control buttons (minimize, maximize, close) in the top right corner.

- Ingresando como usuario: ingrese Usuario y contraseña
- Luego haga clic en Ingreso
- Ingresando como Administrador

Se abrirá otra ventana similar al primero donde se ingresa el usuario y contraseña del administrador.



The screenshot shows a window titled "Bienvenido Administrador". The main heading is "Administrador". Below it, there are two input fields: "Username:" and "Password:". A "Login" button is positioned below the password field.

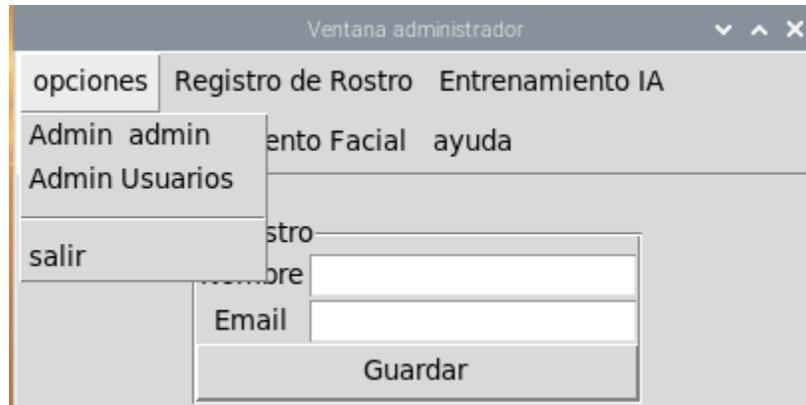
Ingresando como administrador se mostrará la siguiente interfaz:



The screenshot shows a window titled "Ventana administrador". At the top, there are menu items: "opciones", "Registro de Rostro", "Entrenamiento IA", "Iniciar reconocimiento Facial", and "ayuda". Below the menu is a "Registro" section with two input fields: "Nombre" and "Email", and a "Guardar" button. At the bottom, there is a table with two columns: "Nombre" and "Email". The table contains one row with the values "veronica mollocuaquira" and "mollocuaquirap@gmail.com". Below the table are two buttons: "borrar" and "editar".

Nombre	Email
veronica mollocuaquira	mollocuaquirap@gmail.com

En el menú de opciones se tiene las opciones de las opciones de administrar administradores, administrar usuarios y salir.



Administrar administradores se tiene el formulario de registro de nombre y contraseña de un nuevo administrador, que son los encargados de asignar usuario y contraseña a los usuarios encargados de sistema.



Administrar usuarios se tiene el formulario de registro de nombre y contraseña de un nuevo usuario, que es el encargado de la gestión del sistema.



The screenshot shows a window titled "Usuarios REgulares" with a menu bar containing "opciones" and "ayuda". Below the menu is a registration form with the following fields and a button:

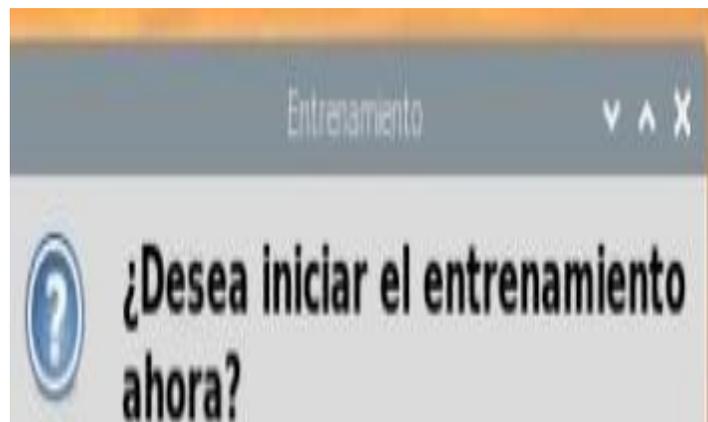
- Registro
- Nombre
- Password
- Guardar

Below the form is a table with two columns: "Nombre" and "Password".

Nombre	Password
usuario	54321
veronica	12345

Ingresando como usuario

Después de abrirá la interfaz de inicio con menú de opciones disponibles para q pueda elegir una.



Todo lo que tiene que hacer es desplazar a través de las opciones y elegir una haciendo clic.

Para el registro de usuarios que tengan acceso al área administrativa se tiene que elegir la opción de Registro de Rostro y después se desplegara la opción de Captura de Rostro haciendo clic.

- El sistema iniciará la cámara para la captura de rostro para almacenarla en el sistema. Tomará de uno a tres minutos en las capturas

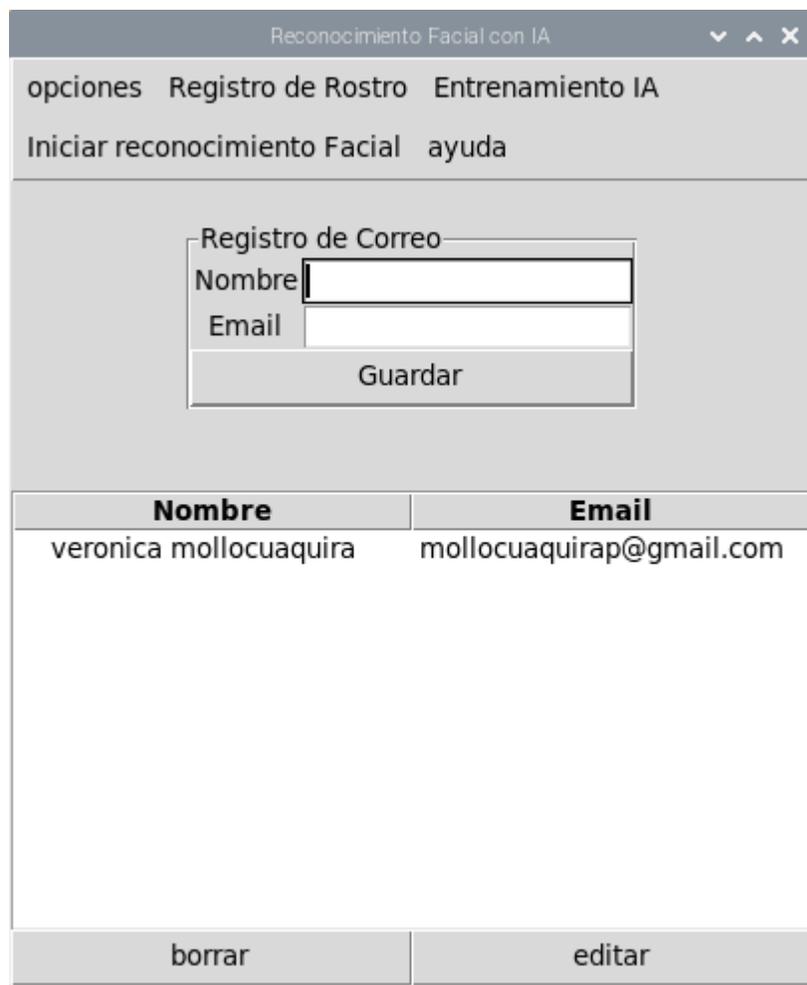


Seguidamente se deberá entrenar a la IA con la opción de Entrenamiento IA y se desplegará la ventana de iniciar entrenamiento, haciendo clic en SI se iniciara el entrenamiento que tomará de uno a cuatro minutos en terminar el entrenamiento.



Registro de correos electrónicos. - En la interfaz de inicio se muestra el formulario de registro de correos electrónicos:

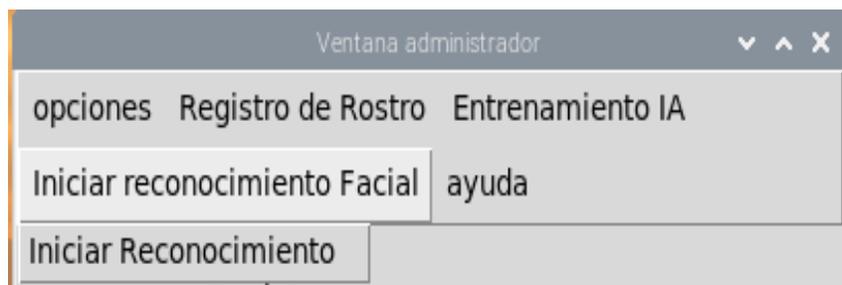
- Donde se inserta el nombre y el correo electrónico
- Haciendo clic en guardar se guardará el registro y se mostrará en la parte inferior de la interfaz.
- También se tiene las opciones de eliminar registro de correo electrónico como también la edición de los mismos.



The screenshot shows a window titled "Reconocimiento Facial con IA". At the top, there are navigation links: "opciones", "Registro de Rostro", and "Entrenamiento IA". Below these are "Iniciar reconocimiento Facial" and "ayuda". The main area contains a "Registro de Correo" form with two input fields: "Nombre" and "Email", and a "Guardar" button. Below the form is a table with two columns: "Nombre" and "Email". The table contains one row with the values "veronica mollocuaquira" and "mollocuaquirap@gmail.com". At the bottom of the window, there are two buttons: "borrar" and "editar".

Nombre	Email
veronica mollocuaquira	mollocuaquirap@gmail.com

Reconocimiento facial. Se elige la opción de iniciar reconocimiento facial y después clic en iniciar reconocimiento.



El sistema iniciara la cámara para el reconocimiento facial.

