



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES**

**TEMA:**

---

**“SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO AL PERSONAL DE LA LAVADORA  
DE JEANS FASHION MEDIANTE RECONOCIMIENTO FACIAL”**

---

Trabajo de Graduación. Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones.

**SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Procesamiento digital de señales e imágenes

**AUTOR:** Romel Daniel Castro Arias

**TUTOR:** Ing. Juan Pablo Pallo Noroña, Mg.

**AMBATO – ECUADOR**

**Febrero 2016**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del trabajo de investigación sobre el tema: **“SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO AL PERSONAL DE LA LAVADORA DE JEANS FASHION MEDIANTE RECONOCIMIENTO FACIAL”** del señor Romel Daniel Castro Arias, estudiante de la Carrera de Ingeniería Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe de investigación reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el numeral 7.2 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Febrero 2016

**EI TUTOR**

---

Ing. Juan Pablo Pallo, Mg.

## **AUTORÍA**

El presente Proyecto de investigación titulado “**SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO AL PERSONAL DE LA LAVADORA DE JEANS FASHION MEDIANTE RECONOCIMIENTO FACIAL**”. Es absolutamente original, auténtico y personal en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicas que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Febrero 2016

---

Romel Daniel Castro Arias

CC: 180435083-1

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además autorizo su reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ambato, Febrero 2016

-----  
Romel Daniel Castro Arias

CC: 1804350831

## **APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA**

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Ing. José Vicente Morales Lozada, Ing. Marco Antonio Jurado Lozada, e Ing. Mario García Carrillo, revisó y aprobó el Informe Final del trabajo de graduación titulado “SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO AL PERSONAL DE LA LAVADORA DE JEANS FASHION MEDIANTE RECONOCIMIENTO FACIAL” presentado por el señor Romel Daniel Castro Arias de acuerdo al numeral 9.1 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

---

Ing. José Vicente Morales Lozada, Mg.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Marco Antonio Jurado Lozada, Mg.

**DOCENTE CALIFICADOR**

---

Ing. Mario García Carrillo, Mg.

**DOCENTE CALIFICADOR**

## DEDICATORIA

Principalmente para mis queridos padres Emiliano Castro y Emérita Arias por sus consejos, comprensión, amor, por estar siempre en los momentos más difíciles y apoyarme en los estudios, ya que gracias a ellos soy quien soy hoy en día.

A mi hermana Katherine por brindar su apoyo incondicional y por compartir buenos y malos momentos juntos.

A la Familia Gutiérrez Acosta por brindar su apoyo incondicional en los momentos más difíciles, siempre viviré agradecido con ellos.

A mis amigos y amigas por todos los momentos que hemos pasado juntos y porque han estado conmigo siempre, aunque solo para molestar.

*El secreto de la sabiduría, del poder y del conocimiento es la humildad.*

*Ernest Hemingway*

Romel Daniel Castro Arias

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco en primer lugar a Dios, por protegerme y darme fuerzas para superar los obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.*

*A mis padres y hermana por creer en mí y brindar su apoyo siempre.*

*A mi tutor de tesis el Ingeniero Juan Pablo Pallo por confiar en mí, por la oportunidad y paciencia necesaria durante el desarrollo de la tesis.*

*A la fábrica Fashion por darme la oportunidad de realizar mi proyecto de tesis.*

*A la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial por abrirme las puertas y brindarme todos los conocimientos adquiridos durante los años de estudio.*

*Finalmente quiero agradecer a mis profesores que me han proporcionado los conocimientos necesarios para mi formación profesional.*

**Romel Daniel Castro Arias**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>APROBACIÓN DEL TUTOR .....</b>	<b>ii</b>
<b>AUTORÍA.....</b>	<b>iii</b>
<b>DERECHOS DE AUTOR .....</b>	<b>iv</b>
<b>APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA.....</b>	<b>v</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>vi</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>vii</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xv</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>xviii</b>
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>EL PROBLEMA .....</b>	<b>1</b>
1.1 Tema.....	1
1.2 Planteamiento del Problema .....	1
1.3 Delimitación .....	2
1.4 Justificación .....	3
1.5 Objetivos.....	3
1.5.1 Objetivo General.....	3
1.5.2 Objetivos Específicos .....	4
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
2.1 Antecedentes Investigativos .....	5
2.2 Fundamentación Teórica .....	7
2.2.1 Control de Acceso de Personal .....	7
2.2.2 Sistemas de Control de Acceso de Personal.....	7
2.2.3 Tipos de Sistemas de Control de Acceso de Personal .....	8
2.2.4 Ventajas de un Sistema de Control de Acceso de Personal.....	10
2.2.5 Control de Entrada y Salida.....	10
2.2.6 Sistemas Biométricos .....	10
2.2.7 Requisitos Básicos de los Sistemas Biométricos .....	11
2.2.8 Modos de Operación de un Sistema Biométrico.....	11
2.2.9 Clasificación de los Sistemas Biométricos.....	13
2.2.10 Parámetros de los Sistemas Biométricos .....	17



2.2.11 Ventajas y Desventajas de los Sistemas Biométricas .....	18
2.2.12 Comparación de los Diferentes Sistemas Biométricos .....	19
2.2.13 Procesamiento de Imágenes .....	20
2.2.14 Reconocimiento Facial .....	20
2.2.15 Etapas para el Reconocimiento Facial .....	21
2.2.16 Aplicaciones con Reconocimiento Facial.....	22
2.2.17 Arquitectura de un Sistema de Reconocimiento Facial .....	23
2.2.18 Características del Reconocimiento Facial.....	23
2.2.19 Métodos de Reconocimiento Facial.....	24
2.2.20 Eigenfaces.....	31
2.2.21 Lenguaje de Programación.....	34
2.2.22 Base de Datos .....	36
2.3 Propuesta de Solución.....	36
<b>CAPÍTULO 3</b>	
<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>37</b>
3.1. Modalidad de la Investigación.....	37
3.2 Población y Muestra .....	37
3.3 Recolección de Información.....	37
3.4 Procesamiento y Análisis de Datos.....	38
3.5 Desarrollo del Proyecto.....	38
<b>CAPÍTULO 4</b>	
<b>DESARROLLO DE LA PROPUESTA .....</b>	<b>39</b>
4.1 Análisis de la Lavadora FASHION .....	39
4.1.1 Antecedentes.....	39
4.1.2 Organigrama.....	40
4.1.3 Situación Actual del Control de Acceso .....	41
4.1.4 Vulnerabilidades .....	41
4.2 Factibilidad.....	42
4.2.1 Factibilidad Técnica .....	42
4.2.2 Factibilidad Económica.....	42
4.2.3 Factibilidad Bibliográfica .....	42
4.3 Descripción de la Propuesta .....	43
4.4 Requerimientos del Sistema .....	43
4.4.1 Software .....	43

4.4.2 Hardware .....	45
4.5 Diseño del Sistema .....	47
4.5.1 Análisis de Requerimientos de la Fábrica.....	48
4.5.2 Base de Datos .....	49
4.5.3 Análisis de las Principales Técnicas para el Reconocimiento Facial	51
4.5.4 Etapas para Realizar el Reconocimiento Facial .....	52
4.6 Interfaz Gráfica del Usuario .....	62
4.7 Funcionamiento .....	65
4.8 Confiabilidad del Sistema .....	65
4.9 Análisis Económico del Proyecto .....	67
4.9.1 Costo del Diseño .....	67
4.9.2 Análisis de Costo - Beneficio .....	68
<b>CAPÍTULO 5</b>	
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>69</b>
5.1 Conclusiones .....	69
5.2 Recomendaciones .....	70
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXOS Y APÉNDICES.....</b>	<b>76</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

### CAPÍTULO 2

<b>Tabla 2. 1</b> Ventajas y Desventajas de los Sistemas Biométricos.....	19
<b>Tabla 2. 2</b> Comparación de los Sistemas Biométricas.....	20
<b>Tabla 2. 3</b> Aplicaciones con Reconocimiento Facial.....	23

### CAPÍTULO 4

<b>Tabla 4. 1</b> Análisis comparativo de los lenguajes de programación .....	44
<b>Tabla 4. 2</b> Características de la PC .....	45
<b>Tabla 4. 3</b> Características Principales de las Cámaras Digitales.....	46
<b>Tabla 4. 4</b> Cuadro comparativo de los sistemas gestores de Base de Datos..	49
<b>Tabla 4. 5</b> Tabla Comparativa de las Principales Técnicas de Reconocimiento Facial .....	51
<b>Tabla 4. 6</b> Distribución de los Niveles de Gris de la Imagen.....	55
<b>Tabla 4. 7</b> Número de Pixeles del Histograma Ecuilizado .....	56
<b>Tabla 4. 8</b> Resumen de resultados detectados.....	65
<b>Tabla 4. 9</b> Presupuesto de Materiales y Equipos.....	67
<b>Tabla 4. 10</b> Costo total del proyecto .....	68

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO 2

<b>Fig. 2. 1</b> Sistemas de Control Manual .....	8
<b>Fig. 2. 2</b> Sistema de Control Semimanual (botonera digital).....	9
<b>Fig. 2. 3</b> Control Automático .....	9
<b>Fig. 2. 4</b> Tarea de reconocimiento en el modo identificación.....	12
<b>Fig. 2. 5</b> Tarea de reconocimiento en el modo verificación.....	12
<b>Fig. 2. 6</b> Clasificación de la Biométrica por su tipo .....	13
<b>Fig. 2. 7</b> Reconocimiento de Huella Dactilar .....	14
<b>Fig. 2. 8</b> Estructura del ojo humano .....	14
<b>Fig. 2. 9</b> Captura de la geometría de la mano .....	15
<b>Fig. 2. 10</b> Ejemplo de una firma .....	15
<b>Fig. 2. 11</b> Ejemplo de una señal de voz realizado en Matlab.....	16
<b>Fig. 2. 12</b> Distribución de la tecnología más utilizada .....	17
<b>Fig. 2. 13</b> Rendimiento de los sistemas biométricos.....	18
<b>Fig. 2. 14</b> Reconocimiento facial.....	21
<b>Fig. 2. 15</b> Diagrama de bloques de un sistema de reconocimiento de patrones .....	21
<b>Fig. 2. 16</b> Arquitectura de reconocimiento facial .....	23
<b>Fig. 2. 17</b> Eigenfaces estándar .....	25
<b>Fig. 2. 18</b> Ejemplo de reducción dimensional al aplicar PCA.....	26
<b>Fig. 2. 19</b> Ejemplo de 6 clases distintas usando LDA .....	28
<b>Fig. 2. 20</b> Correspondencia entre agrupaciones de grafos elásticos .....	30
<b>Fig. 2. 21</b> Representación de una imagen matriz como un vector .....	31
<b>Fig. 2. 22</b> Ventana principal de Matlab .....	35

## CAPÍTULO 4

<b>Fig. 4. 1</b>	Layout de la fábrica Fashion.....	40
<b>Fig. 4. 2</b>	Organigrama de la Fábrica .....	40
<b>Fig. 4. 3</b>	Control de entrada o salida actual de la fábrica.....	41
<b>Fig. 4. 4</b>	Etapas de elaboración del sistema .....	43
<b>Fig. 4. 5</b>	a) Distribución de iluminación b) Iluminación Incorrecta.....	47
<b>Fig. 4. 6</b>	Ubicación del Sistema de control de acceso .....	48
<b>Fig. 4. 7</b>	Base de datos de los empleados.....	50
<b>Fig. 4. 8</b>	Base de datos de información de los empleados .....	51
<b>Fig. 4. 9</b>	Etapas para realizar el reconocimiento facial .....	52
<b>Fig. 4. 10</b>	Adquisición y Pre-procesamiento de las imágenes .....	53
<b>Fig. 4. 11</b>	a) Imagen en escala de gris b) Histograma de la imagen.....	54
<b>Fig. 4. 12</b>	a) Histograma Original b) Función de Transformación c) Histograma Ecuilizado.....	57
<b>Fig. 4. 13</b>	a) Imagen a color b) Imagen en escala de gris c) Imagen ecualizada .....	57
<b>Fig. 4. 14</b>	Diagrama de flujo del algoritmo para la detección del rostro .....	59
<b>Fig. 4. 15</b>	Detección del rostro.....	60
<b>Fig. 4. 16</b>	GUIDE de la pantalla principal del sistema.....	62
<b>Fig. 4. 17</b>	Diagrama de flujo del Control de Asistencia .....	63
<b>Fig. 4. 18</b>	Diagrama de flujo del Usuario.....	63
<b>Fig. 4. 19</b>	Diagrama de flujo para Registrar .....	64
<b>Fig. 4. 20</b>	Diagrama de flujo para Reportes .....	64

## RESUMEN

En el Ecuador existe una clara migración de los sistemas de control de acceso tradicionales a los de tecnología avanzada. Actualmente el control de acceso de personal de la lavadora de jeans FASHION no ofrece la confiabilidad necesaria para el ingreso a la fábrica lo cual implica que exista la posibilidad de la suplantación de identidad en el momento de registrar la entrada y salida.

El presente proyecto ha desarrollado un prototipo de un sistema de control de acceso mediante el reconocimiento facial para el registro de entrada y salida del personal autorizado a la fábrica, para lo que se ha generado una base de datos de imágenes con extensión jpg, que permitan ser comparadas con las imágenes de entrada del sistema para el reconocimiento de los empleados.

Además, se contara con otra base de datos con información del usuario que permite almacenar los registros como: nombres, apellidos, teléfono, correo, dirección, edad, género, observaciones y la hora de entrada y salida, para obtener un control de las horas laboradas de cada empleado.

Para la fase de reconocimiento se determinó aplicar la técnica de análisis de componentes principales (PCA), debido a que esta técnica reduce la dimensionalidad eliminando la información que no es útil y descompone de manera precisa la estructura facial en componentes ortogonales (no correlativos) conocidos como Eigenfaces.

### **Palabras Claves:**

Control de Acceso, Registro, Base de Datos, Reconocimiento Facial, PCA.

## **ABSTRACT**

In the Ecuador there exists a clear migration of the traditional systems of control of access to those of advanced technology. At present the control of access of personnel of the washer of jeans FASHION does not offer the reliability necessary for the revenue to the factory which implies that there exists the possibility of the forgery of identity at the moment of registering the entry and exit.

The present project has developed a prototype of a system of control of access by means of the facial recognition for the record of entry and exit of the personnel authorized to the factory, for what it has been generated an images database with extension jpg, that allow to be compared with the images of entry of the system for the recognition of the personnel.

Also, one will be provided with another database with information of the user who allows to store the records like: names, surnames, phone, mail, direction, age, genre, remarks and the hour of entry and exit, to obtain a control of the worked hours of every employee.

For the recognition phase it decided to apply the skill of analysis of main components (PCA), because this skill reduces the dimensionalidad eliminating the information that is not useful and decomposes in a precise way the facial structure in orthogonal components (not correlative) known as Eigenfaces.

### **Keywords:**

Access control, Registration, Database, Face recognition, PCA

## GLOSARIO DE ACRÓNIMOS

**BMP:** *Bitmap* - Mapa de Bits.

**CCTV:** *Closed Circuit Television* - Circuito Cerrado de Televisión.

**CMOS:** *Complementary Metal Oxide Semiconductor* - Semiconductor Complementario de Oxido Metálico.

**DNI:** *National Identity Document* - Documento Nacional de Identidad.

**EBGM:** *Elastic Bunch Graph Matching* - Correspondencia entre Agrupaciones de Grafos Elásticos.

**EER:** *Equal Error Rate* - Tasa de Error.

**EP:** *Evolutionary Pursuit* - Persecución Evolutiva.

**FAR:** *False Acceptance Rate* - Tasa de Falsas Aceptaciones.

**FER:** *Failure to Enrolle Rate* - Tasa de Fallo de Alistamiento.

**FERET:** *Face Recognition Technology* - Tecnología de Reconocimiento Facial.

**FRR:** *False Rejection Rate* - Tasa de Falsos Rechazos.

**FTE:** *Failure to Enroll* - Falta de Inscripción.

**GUIDE:** *Graphical User Interfase Development Environment* - Interface Gráfica de Usuario del Entorno de Desarrollo.

**HMM:** *Hidden Markov Models* - Modelo Oculto de Markov.

**ICA:** *Independent Component Analysis*-Análisis de Componentes Independientes

**ICC:** *International Color Consortium* - Consorcio Internacional del Color.

**JPEG:** *Joint Photographic Experts Group* - Unión de Grupo de Expertos Fotográfico.

**LabVIEW:** *Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench* - Laboratorio de Instrumentación Virtual de Ingeniería Workbench.



**LBP:** *Local Binary Pattern* - Patrones Binarios Locales.

**LCD:** *Liquid Cristal Display* - Pantalla de Cristal Líquido.

**LDA:** *Linear Discriminant Analysis* - Análisis Lineal Discriminante.

**LED:** *Light Emitting Diode* - Diodo Emisor de Luz.

**LG:** *Lucky Goldstar*.

**MatLab:** *MATrix LABoratory* - Laboratorio de Matrices.

**MySQL:** *My Structured Query Language* - Lenguaje de Consulta Estructurado.

**PC:** *Personal Computer* – Computadora Personal.

**PCA:** *Principal Component Analysis* - Análisis de Componentes Principales.

**RAM:** *Random Access Memory* - Memoria de Acceso Aleatorio.

**RGB:** Red, Green, Blue Rojo Verde Azul

**SQL:** *Structured Query Language* - Lenguaje de Consulta Estructurado.

**USB:** *Universal Serial Bus* - Conductor Universal en Serie.

**UPS:** *uninterruptible power supply* - Sistema de alimentación ininterrumpida

**VGA:** *Video Graphics Array* - Arreglo Gráfico de Video.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad muchas empresas, están optando por sistemas de identificación biométricas a través de reconocimiento facial con el objetivo de controlar el acceso del personal y brindar la seguridad para la empresa.

El presente Proyecto de Investigación denominado: SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO AL PERSONAL DE LA LAVADORA DE JEANS FASHION MEDIANTE RECONOCIMIENTO FACIAL, esta dividió en los siguientes capítulos:

El primer capítulo el problema, contiene el análisis y planteamiento que existe actualmente en la fábrica, asimismo la justificación del porque realizar un sistema de control de acceso del personal en la fábrica, además se plantea los objetivos que orienten al desarrollar del proyecto.

El segundo capítulo el marco teórico, se describen aspectos teóricos para comprender los diferentes sistemas biométricos existentes, como también el estudio de reconocimiento facial en el cual se detalla la arquitectura, etapas, aplicaciones y las técnicas que tienen el reconocimiento facial.

El tercer capítulo la metodología, se define el tipo de investigación, recolección de información necesaria, además se describe las actividades que se siguieron el en desarrollo del proyecto.

El cuarto capítulo el desarrollo de la propuesta, se define como está conformado la base de datos que contiene las imágenes para su verificación y reconocimiento posterior y se establece las etapas para realizar el reconocimiento facial según la técnica de PCA.

El quinto capítulo se redacta las conclusiones y recomendaciones obtenidas al finalizar el proyecto.

# **CAPÍTULO 1**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 Tema**

Sistema de control de acceso al personal de la lavadora de jeans FASHION mediante reconocimiento facial.

### **1.2 Planteamiento del Problema**

Desde hace algunos años, los sistemas de control de acceso están ganando terreno en las empresas de servicios industriales, porque su aplicación se ha ampliado desde el monitoreo del ingreso de personas a ciertos ámbitos, al mundo del control de la eficiencia, productividad y gestión. Gracias a la combinación de distintas tecnologías, hoy en día las compañías pueden supervisar a su personal e incluso sus procesos, y el futuro indica que gracias al avance de las aplicaciones de la tecnología de la información y a su masificación, las soluciones de control de acceso y seguridad serán un requisito indispensable para garantizar la protección y la productividad de las organizaciones. [1]

En el Ecuador existe una clara migración de los sistemas tradicionales a los de tecnología avanzada. Actualmente, las necesidades del mercado están orientadas a la integración de distintas tecnologías, con el objetivo de construir sistemas que den soluciones integrales al control de acceso y asistencia, y al área de seguridad. Es tan así, que no sólo las empresas corporativas están requiriendo de estas herramientas, sino también las grandes industrias, como el caso de la minería. [1]

Actualmente en la lavadora de jeans FASHION no cuenta con un control de acceso del personal apropiado, para ingresar a la fábrica se debe registrar la hora de entrada y salida manualmente en hojas de control lo cual implica que exista la posibilidad de tener diferentes tipos de errores.

Uno de los problemas localizados en el control de acceso del personal es que permite que el registro de entrada o salida sea efectuado por una persona diferente a la que debe realizar el registro, sobre todo cuando no está el gerente o la secretaria, por esta razón no se tiene la seguridad, permitiendo el ingreso de personas no autorizadas a la fábrica.

Además, en las horas pico que usualmente son a la entrada y salida de las jornadas de trabajo, por el insuficiente control del acceso del personal se genera pérdida de tiempo valioso para la fábrica.

Mediante el control de este tipo, el gerente no puede tomar decisiones de manera inmediata a fin de cubrir alguna ausencia y se corre el riesgo de realizar pagos de manera inadecuada.

### **1.3 Delimitación**

**Área Académica:** Comunicaciones

**Línea de Investigación:** Tecnologías de Comunicación

**Sublínea de Investigación:** Procesamiento digital de señales e imágenes

**Delimitación Espacial:** La presente investigación ha sido desarrollada en la lavadora de jeans FASHION ubicado en el cantón Ambato, Parroquia Totoras, Barrio la Merced.

**Delimitación Temporal:** La presente investigación se realizó en un plazo de 11 meses a partir de la aprobación del proyecto por parte del Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

## **1.4 Justificación**

El control de acceso del personal actualmente su registro es en forma manual la entrada y salida de la lavadora de jeans FASHION; permitiendo la suplantación de identidad a la hora de registrar, sobre todo cuando no está el gerente u otra persona de supervisión.

Las tecnologías de autenticación biométrica hoy en día se han convertido en la principal solución para evitar la suplantación de identidad. Dentro de éstas, el reconocimiento facial es un medio seguro, rápido y práctico para controlar que los empleados lleguen a tiempo a la fábrica, remplazando del uso de medios clonables como tarjetas codificadas, registros manuales o llaves.

Con la siguiente investigación se pretende mejorar eficientemente el ingreso de los empleados mediante el reconocimiento facial y generando un reporte en una base de datos, para tomar decisiones de manera inmediata y no correr el riesgo de realizar descuentos de manera inadecuada.

Además se orienta a utilizar un sistema de voz de confirmación para que los empleados estén seguros que fueron registrados en la base de datos y así evitar inconvenientes.

Al mejorar el actual sistema de control de acceso del personal se beneficiaran el gerente y los empleados, disminuyendo los descuentos inadecuados y suplantación de identidad al registrar la entrada y salida de la fábrica.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo General**

Implementar un sistema de control de acceso del personal de la lavadora de jeans FASHION mediante reconocimiento facial.

### **1.5.2 Objetivos Específicos**

- Analizar el sistema de control de acceso aplicado en la fábrica.
- Analizar el proceso técnico de reconocimiento facial.
- Determinar los procedimientos técnicos de reconocimiento facial.
- Diseñar el sistema de control de acceso del personal mediante reconocimiento facial.
- Elaborar y Verificar el funcionamiento del prototipo.

## **CAPÍTULO 2**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes Investigativos**

Al realizar la respectiva investigación sobre sistemas de control de acceso de personal mediante reconocimiento facial se han encontrado proyectos que tienen un grado de similitud.

Estefanía Graciela Torres Aza en su tesis de grado llega a la conclusión que los elementos electrónicos que fueron utilizados en la implementación fueron los correctos ya que estos permitieron el buen funcionamiento del prototipo. Con el fin de verificar la identidad de los empleados y proporcionarles un nivel de acceso relativo a su horario de trabajo. Para esto se utilizan módulos de comunicación IEEE802.11 de orientación embebida, módulos de lectura biométrica y microcontroladores. [2]

Henry Arguello Fuentes en su artículo científico manifiesta que en la actualidad no existe una técnica de reconocimiento que en realidad pueda ser considerada como la mejor, dependiendo de las condiciones específicas donde va a operar el sistema de reconocimiento podría seleccionarse la técnica más apropiada. Los trabajos de investigación que usan una sola técnica de extracción de características están alrededor del 90%. Las técnicas más utilizadas en las investigaciones de reconocimiento facial son PCA. [3]

Marco Antonio Gonzáles Aguirre, José Pablo Velasco Alfaro, Cesar Mundo Venegas, Jesús Carlos Pedraza Ortega, Efrén Gorrostieta Hurtado y Carlos Alberto Gonzáles Gutiérrez el artículo científico consiste en el control de ciertas

condiciones del hogar, como lo son la intensidad luminosa, la temperatura y el acceso al hogar por medio de reconocimiento facial, a través del uso de LabVIEW y de la interacción MATLAB con la finalidad de aprovechar las ventajas de ambos lenguajes, en donde se integraron sensores y actuadores para satisfacer necesidades de confort, ahorro de recursos y seguridad. Además, se comprobó que el uso de un sistema de reconocimiento facial basado solamente en la proporción de las distancias entre ojos y boca tiene poca confiabilidad en cuanto a permitir el ingreso solamente a las personas correctas. [4]

Pamela Alejandra Pereyra en su tesis de grado manifiesta que la correcta calibración de las cámaras es uno de los primeros puntos críticos que deben controlarse al momento de las tomas de las imágenes estereoscópicas. Actualmente se está progresando en la confección de cámaras estereoscópicas que vienen armadas y calibradas de fábrica, pues hoy en día son incorporadas en los últimos celulares (como los caso de LG *Optimus* 3D P920, *Diamond S* de Samsung) y consolas de videojuegos (Xbox), dado que se está avanzando mundialmente en la utilización de imágenes en 3D permitiendo tomar fotografías, filmar o jugar en forma interactiva con una alta resolución de imagen. [5]

Alejandro Olivares Morales en su tesis de grado se expresa que un sistema biométrico en un sistema de reconocimiento en el que la identidad de un individuo es determinada a partir de algunas de sus características fisiológicas o de comportamiento. Se añade así un nuevo paradigma a la identificación personal, ya que la autenticación se realiza por medio de algo que la persona es, ya sea un rasgo fisiológico personal, como por ejemplo la huella dactilar, el iris, etc. o algo que la persona genera como un patrón de comportamiento, por ejemplo la voz, la firma escrita, entre otras. [6]

José Oswaldo Briones Calvache en su tesis de grado llega a la conclusión que dentro de los múltiples sistemas de reconocimiento biométrico se escogió al sistema biométrico de reconocimiento de huella digital para la realización de este proyecto debido a la confiabilidad que presenta estas mediciones, así como la facilidad de acceso. De las pruebas realizadas se puede concluir que la selección fue correcta. [7]



## **2.2 Fundamentación Teórica**

### **2.2.1 Control de Acceso de Personal**

El control de acceso de personal es una técnica administrativa, con la finalidad de registrar y controlar la entrada y salida de las personas que laboran en una empresa. Para que las actividades de la empresa se cumplan y marchen de acuerdo a lo previsto, es indispensable tener un apropiado control del intelecto.[8]

Generalmente los registros se encuentran ubicados en la puerta principal de las empresas, para el control de asistencia del personal. La mayoría de los sistemas evitan la suplantación de identidad a la hora de registrar el control de entrada y salida del personal.

Los controles de acceso de personal cada vez van evolucionando, mejorando según las necesidades de cada empresa y los costos de instalación van disminuyendo.

### **2.2.2 Sistemas de Control de Acceso de Personal**

Un control de acceso es un sistema electrónico diseñado de manera eficaz para registrar y controlar el ingreso del personal a una empresa o institución, además es una tecnología con más demanda en el mercado actual. Existen varios sistemas como: tarjetas, botones de control remoto y sistemas biométricos, etc.

El control de acceso de personal mediante tarjetas está compuesta por una banda magnética, el cual poseen materiales ferromagnéticos y almacena cierta cantidad de información codificada. La banda magnética es grabada mediante un dispositivo físico a través de una cabeza lectora, al pasar la tarjeta por un lector genera una señal lo cual es decodificada en su respectivo software. Por otro lado existen los sistemas biométricos sólidos mecánicamente o automáticamente fiables, bajo la supervisión de una computadora con su respectivo software de fácil manipulación. [9]

Aunque existen varios tipos de sistemas biométricos cada día se desarrollan nuevos productos, más confiables y sofisticados para el registro y control de acceso de personal.

### 2.2.3 Tipos de Sistemas de Control de Acceso de Personal

Existen tres tipos de control de acceso de personal que son: Manual, Semimanual y Automático.

**Controles Manuales:** Los sistemas de control manual está conformado por personas, ya sean guardias de seguridad o personal administrativo, como se observa en la figura 2.1. Para que su funcionamiento sea eficaz se necesita una buena planificación y una apropiada asignación de las zonas restringidas, además el cumplimiento de las normas determinadas por la empresa para acceder o denegar el acceso a áreas específicas. [10]



Fig. 2. 1 Sistemas de Control Manual [10]

**Controles Semimanual:** Los sistemas de control semimanual basan su funcionamiento en dispositivos electromecánicos para ayudar al personal administrativo en el control de entrada y salida de los empleados. Por lo general los dispositivos más utilizados son las botoneras digitales, como se observa en la figura 2.2. [10]



**Fig. 2. 2** Sistema de Control Semimanual (botonera digital) [11]

**Controles Automáticos:** Los sistemas de control automáticos son dispositivos o sistemas electrónicos que están programados para la toma de decisiones cuando alguien lo requiera, en la figura 2.3 se observa varios dispositivos de control automáticos. Las etapas de verificación de identidad y acceso son efectuadas totalmente con equipos electrónicos. [10]

Los equipos que se utilizan en los sistemas de control automático son:

- Tarjetas Magnéticas
- Tarjetas de Proximidad
- Botones de Control Remoto
- Sistemas Biométricos



**Fig. 2. 3** Control Automático [12]

#### **2.2.4 Ventajas de un Sistema de Control de Acceso de Personal**

Las ventajas que brindan los sistemas de control de acceso son según las necesidades y requerimientos de las empresas:

- Control de entrada y salida
- Información de los empleados (nombres, apellidos, cédula, etc.)
- Puntualidad y cumplimiento de las horas de trabajo de todo el personal
- Disminución de tiempo de registro
- Seguridad en la empresa
- Mejoramiento en la productividad
- Ahorro del personal encargado de los registros manuales
- Indicadores de gestión para tomar decisiones

#### **2.2.5 Control de Entrada y Salida**

El registro y control de personal es generado en soporte físico o digital, por lo cual es considerada una fuente de información de consulta acerca de datos personales del empleado, nombres, apellidos, número de cedula, dirección, teléfono, puntualidad, asistencia e inasistencia entre otros y poder determinar situaciones actuales para la toma de decisiones.

#### **2.2.6 Sistemas Biométricos**

Los sistemas biométricos es un proceso automático que realiza la identificación y verificación de las personas, basándose en el análisis de las características físicas y de comportamiento. Esta tecnología es difíciles de suplantar la identidad, debido a que cada persona posee rasgos únicos tales como: rostro, voz, huellas dactilares, iris del ojo, etc. [13]

Los procesos de los sistemas biométricos de toma de datos y decisiones son rápidos, en determinados casos son unos segundos en tiempo real. La mayoría de estos sistemas hay que actualizar la base de datos ya que con el tiempo cambian los rasgos físicos de los usuarios. [14]

### 2.2.7 Requisitos Básicos de los Sistemas Biométricos

Al realizar el análisis y selección de un sistema biométrico para que sea cien por ciento confiable, se deben considerar las características únicas del usuario y cumplir los siguientes requisitos básicos:

- **Universalidad:** Todas las personas poseen esta característica.
- **Unicidad:** Dos personas no pueden tener las mismas características.
- **Permanencia:** Esta característica biométrica no debe cambiar con transcurso del tiempo.
- **Cuantificación:** Esta característica biométrica puede ser medida cualitativamente.
- **Realización:** Es posible la identificación de nivel de exactitud.
- **Aceptabilidad:** Es el grado de aceptación de la población a la tecnología biométrica.
- **Engañable:** Que tan fácil sería engañar al sistema con técnicas fraudulentas.

### 2.2.8 Modos de Operación de un Sistema Biométrico

Existen dos tipos de sistemas biométricos, sin importar el patrón que se utilice:

**Modo de Identificación:** El sistema determina la identidad de la persona a partir de las características físicas o el comportamiento, tales como son: reconocimiento facial, huella digital, el iris, la voz, etc. Es decir se compara el patrón de la persona que se desea analizar con los patrones de todas las personas registrados en la base de datos del sistema para establecer la identidad. En la figura 2.4 se observa el proceso de identificación. [15]



Fig. 2. 4 Tarea de reconocimiento en el modo identificación [16]

**Modo de Verificación:** El sistema verifica que una persona es quien dice ser. Después de ingresar un documento de identificación y comprobar una característica física, además almacena los datos biométricos de entrada y genera una plantilla, la cual es comparada con una plantilla previamente almacenada en la base de datos del sistema para determinar si hay semejanza entre las dos plantillas. Generalmente se utiliza este sistema para impedir que varias personas usen la misma identidad. En la figura 2.5 se observa el proceso de verificación. [15]

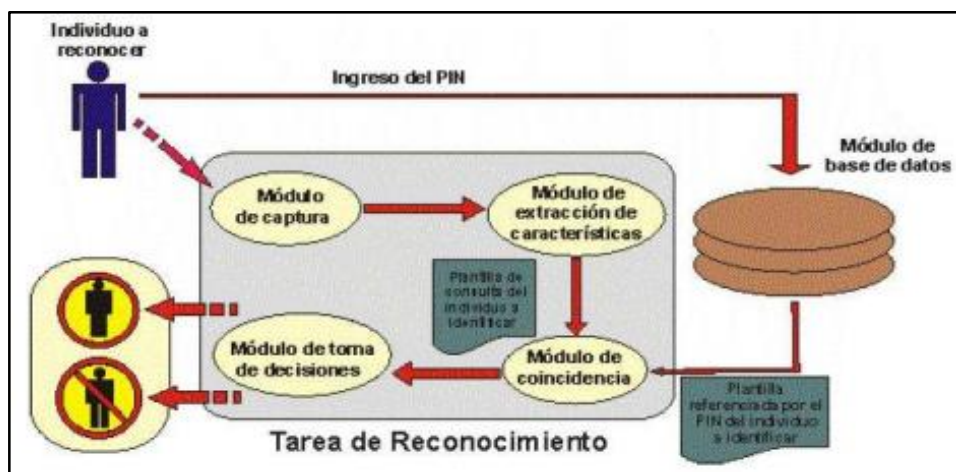


Fig. 2. 5 Tarea de reconocimiento en el modo verificación [16]

## 2.2.9 Clasificación de los Sistemas Biométricos

Los sistemas biométricos se clasifican: por su tipo, por su tecnología, y por su uso.

**Por su Tipo:** Los sistemas Biométricos por su tipo se dividen en: Biometría Estática y Biometría Dinámica como se observa en la figura 2.6.

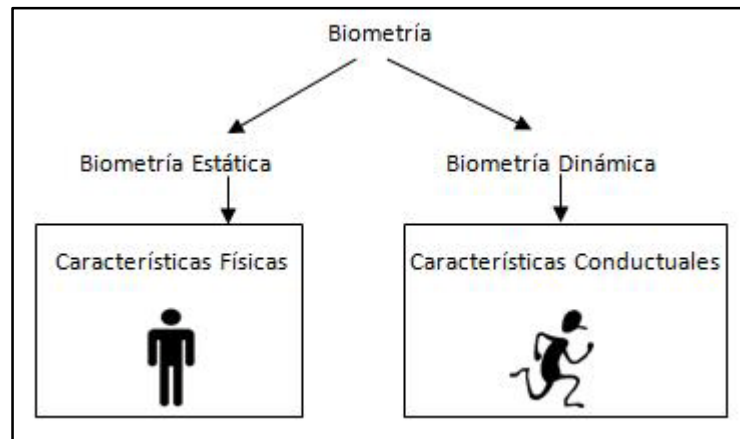


Fig. 2. 6 Clasificación de la Biométrica por su tipo [17]

- **Biometría Estática:** Son las características físicas de una persona, donde se encuentran todos los sistemas biométricos como: reconocimiento facial, identificación de huellas dactilares, identificación de la geometría de la mano, reconocimiento del iris, reconocimiento de la retina, etc.
- **Biometría Dinámica:** Son los rasgos de comportamiento de una persona, donde se encuentran los principales sistemas biométricos como: reconocimiento de la firma manuscrita, reconocimiento de voz y reconocimiento de gestos.

**Por su Tecnología:** La tecnología biométrica ha desarrollado sistemas automáticos para la identificación y verificación de las personas. En la actualidad los sistemas biométricos más utilizados en el mercado son.

- **Reconocimiento de Huella Dactilar:** Es un rasgo físico único, tal como se observa en la figura 2.7, que distingue a los seres humanos,

este sistema se ha utilizado durante décadas para identificación de personal y es uno de los más utilizados en el mercado.



Fig. 2. 7 Reconocimiento de Huella Dactilar [17]

- **Reconocimiento de Iris y Retina:** La estructura del ojo humano es un órgano utilizado para la identificación, mediante el análisis del iris y retina. Cada cual se analiza indistintamente, la característica del iris es su estructura fisiología y se extraen patrones de un imagen en blanco y negro de la pupila, para ser sometidos a transformaciones matemáticas con el fin de autenticar al usuario.

Mientras que la retina se analiza mediante el escáner los patrones vasculares del nervio óptico, el cual puede afectar algunas enfermedades como: presión alta, diabetes, etc. En la figura 2.8 se observa la estructura del ojo humano. [18]

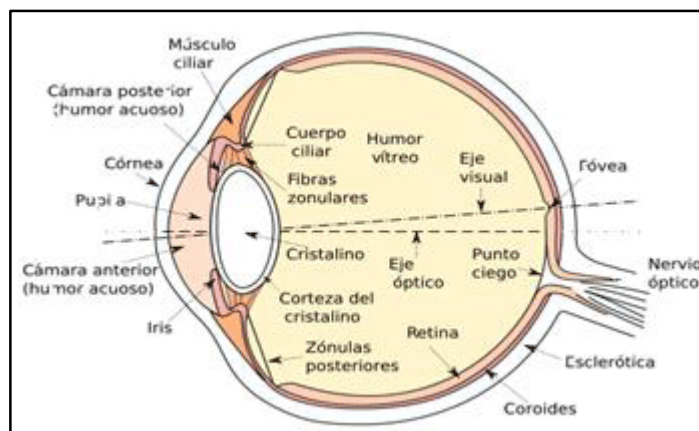


Fig. 2. 8 Estructura del ojo humano [17]

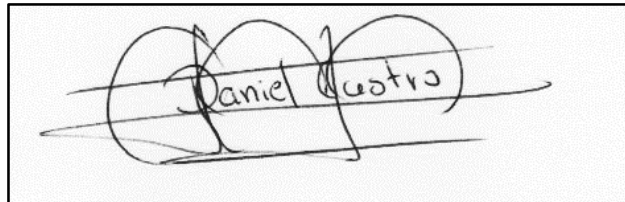


- **Reconocimiento de la Geometría de la Mano:** La geometría de la mano es una técnica muy simple de utilizar se coloca la mano en un dispositivo de escáner, para extraer datos de las siguientes características como: longitud de los dedos, anchura de los dedos, área y distancias, se puede apreciar en la figura 2.9.



**Fig. 2. 9** Captura de la geometría de la mano [17]

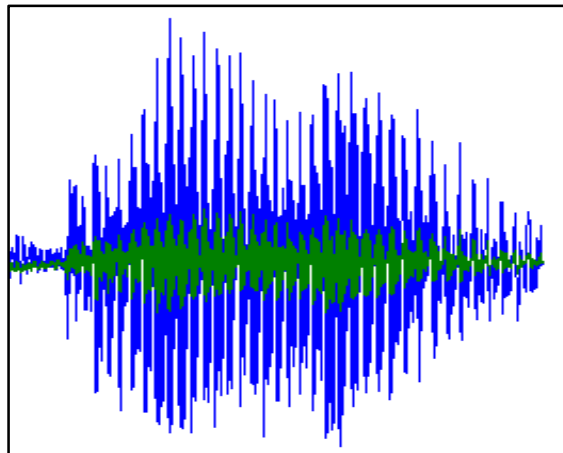
- **Reconocimiento de la Firma Escrita:** La firma es una característica única que sirve para verificar la identidad de una persona, en la vida diaria se utiliza para: contratos, validar cheques y documentos importantes. Para identificar la firma de una persona se analiza los siguientes parámetros; el ritmo de escritura, ángulo del bolígrafo, la presión. A continuación en la figura 2.10 muestra un ejemplo de una firma.



**Fig. 2. 10** Ejemplo de una firma  
Elaborado por: Daniel Castro

- **Reconocimiento de Voz:** Los patrones que analizan este sistema para procesar la voz son: vibración de la laringe, espacio entre cada

palabra, la frecuencia de la voz, el tono de voz, etc. Para la verificación de voz de una persona se toma una muestra de los parámetros de entrada y se compara con la base de datos. Este tipo de sistema no es recomendado en el campo de la seguridad ya que no tienen exactitud a la hora de verificación de una persona. La figura 2.11 muestra un ejemplo de una señal de voz.



**Fig. 2. 11** Ejemplo de una señal de voz realizado en Matlab  
Elaborado por: Daniel Castro

**Por su Uso:** En la actualidad la tecnología biométrica es la más utilizada para el control de acceso, pero depende del número de personas en una empresa. A nivel mundial el grado de aceptación de las tecnologías biométricas es viable. En la figura 2.12 se puede apreciar la distribución de la tecnología referente al año 2012.



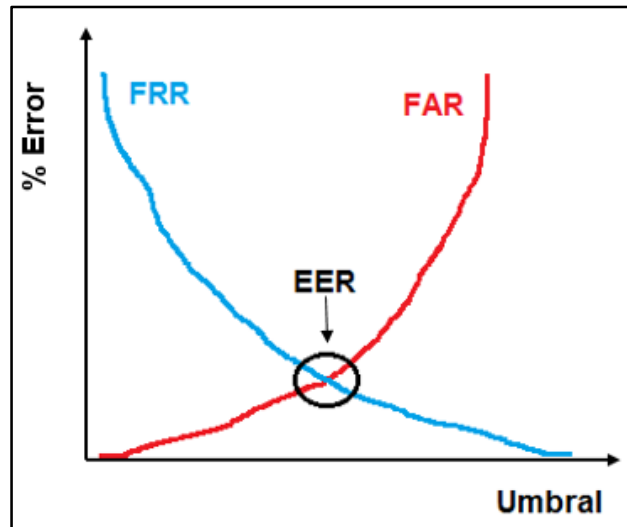
Fig. 2. 12 Distribución de la tecnología más utilizada [19]

### 2.2.10 Parámetros de los Sistemas Biométricos

Para determinar el rendimiento de un sistema biométrico de identificación y verificación se toma en cuenta los siguientes parámetros:

- **FAR (False Acceptance Rate):** Tasa de Falsa Aceptación es la probabilidad de que un usuario no autorizado sea aceptado.
- **FRR (False Rejection Rate):** Tasa de Falso Rechazo es la probabilidad de que un usuario que esté autorizado sea rechazado a la hora de acceder al sistema.
- **FER (Failure to Enroll Rate):** Tasa de fallo de alistamiento, son los usuarios que son rechazados a la hora de registrar a causa de la mala calidad de su muestra.
- **FTE (Failure to Enroll):** es la probabilidad numérica del usuario no registrado a causa de un fallo a la hora de crear un patrón.
- **UMBRAL:** es la puntuación que determina la consistencia de un patrón.[20]

En la figura 2.13 se observa los índices para medir la efectividad de un sistema biométrico.



**Fig. 2. 13** Rendimiento de los sistemas biométricos

Elaborado por: Daniel Castro

### **2.2.11 Ventajas y Desventajas de los Sistemas Biométricos**

Todos los sistemas biométricos para la identificación de personal tienen sus puntos fuertes y débiles, en la tabla 2.1 se puede observar las principales ventajas y desventajas.

**Tabla 2. 1** Ventajas y Desventajas de los Sistemas Biométricos [21]

<b>Tecnología</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<b>Reconocimiento de Iris</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Patrones complejos</li> <li>✓ Alto grado de permanencia</li> <li>✓ Alta precisión</li> <li>✓ Bajo nivel de error</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Es molesto para el usuario</li> <li>✓ Costo de los dispositivos</li> <li>✓ Enfoque de luz</li> <li>✓ Enfermedades degenerativas</li> </ul>
<b>Reconocimiento de Retina</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Elevada Precisión</li> <li>✓ Difícil de engañar al sistema</li> <li>✓ Continuidad de los patrones de retina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Elevado costo</li> <li>✓ Escasa evolución</li> <li>✓ Enfermedades degenerativas</li> </ul>
<b>Huella Dactilar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Eficacia</li> <li>✓ Equipo económico</li> <li>✓ Facilidad de uso</li> <li>✓ Buena aceptación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ausencia de miembro</li> <li>✓ Desgaste de huella</li> <li>✓ Facilidad de engañar</li> </ul>
<b>Reconocimiento de la Geometría de la Mano</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Muy cómodo al utilizar</li> <li>✓ Facilidad de integración en otros sistemas</li> <li>✓ Apropiado para base de datos de mucha información</li> <li>✓ Facilidad de uso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Elevado costo</li> <li>✓ Variación de la morfología de la mano</li> <li>✓ Enfermedades generativas</li> <li>✓ Ausencia de miembro</li> </ul>
<b>Reconocimiento de Firma</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Facilidad de uso</li> <li>✓ Muy cómodo al utilizar</li> <li>✓ Costos bajos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Falsificaciones</li> <li>✓ Bajo nivel de precisión</li> <li>✓ Edad</li> <li>✓ Estado de ánimo</li> </ul>
<b>Reconocimiento de la Voz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Facilidad de uso</li> <li>✓ Acogida de los usuarios</li> <li>✓ Costos bajos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Variaciones de la voz</li> <li>✓ Ruido</li> <li>✓ Enfermedad (toz, gripe)</li> </ul>
<b>Reconocimiento Facial</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Utilizar desde una distancia determinada</li> <li>✓ No requiere acciones manuales</li> <li>✓ Eficacia</li> <li>✓ Muy Confiable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La edad</li> <li>✓ Iluminación</li> <li>✓ Costoso</li> <li>✓ Cicatriz</li> </ul>

### 2.2.12 Comparación de los Diferentes Sistemas Biométricos

A continuación se establece una comparación de los diferentes sistemas biométricos con respecto a sus fortalezas y debilidades. En la tabla 2.2 se observa las principales comparaciones.

**Tabla 2. 2** Comparación de los Sistemas Biométricas [22]

	<b>Iris</b>	<b>Retina</b>	<b>Huella Dactilar</b>	<b>Vascular Mano</b>	<b>Geometría de la Mano</b>	<b>Firma</b>	<b>Voz</b>	<b>Rostro</b>
<b>Realización</b>	Alta	Alta	Alta	Media	Media	Baja	Baja	Media
<b>Fiabilidad</b>	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Alta	Media	Alta	Alta
<b>Facilidad de uso</b>	Media	Baja	Alta	Muy Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
<b>Prevención de Ataques</b>	Muy Alta	Muy Alta	Alta	Muy Alta	Alta	Media	Media	Media
<b>Aceptación</b>	Media	Baja	Alta	Alta	Alta	Muy Alta	Alta	Muy Alta
<b>Estabilidad</b>	Alta	Alta	Alta	Alta	Media	Baja	Media	Media
<b>Engañable</b>	Alta	Alta	Alta	Alta	Media	Baja	Baja	Baja
<b>Seguridad</b>	Alta	Alta	Alta	Alta	Media	Baja	Baja	Media

### 2.2.13 Procesamiento de Imágenes

El procesamiento digital de imágenes tiene como objetivo procesa una imagen con el fin restaurar y mejorar, para una determinada aplicación o procesamiento posterior. Los métodos para mejorar las imágenes se dividen en dos: El método en el dominio de la frecuencia, que se basan en modificar la transformada de Fourier de la imagen y el método en el dominio espacial, se basan en manipulaciones directas sobre los píxeles de la imagen. [23]

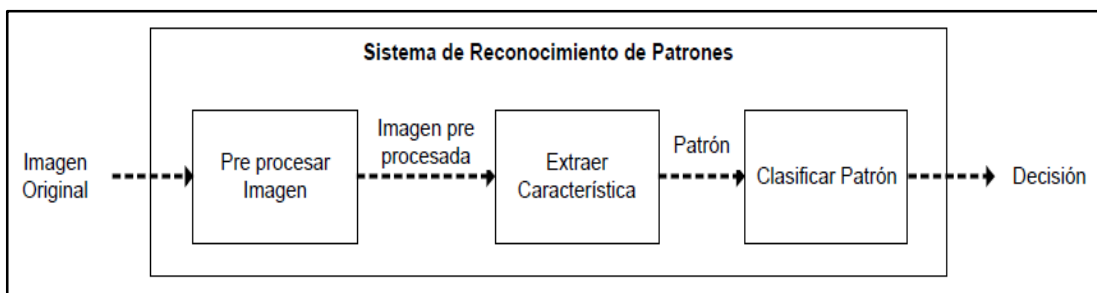
### 2.2.14 Reconocimiento Facial

El reconocimiento facial es un sistema biométrico con la finalidad de identificar a las personas mediante la captura de una imagen obtenida de una cámara digital, para luego ser analizada los rasgos físicos extraídos de la imagen y comparar con la base de datos ya almacenada. [18] En la figura 2.14 se muestra el reconocimiento facial de una persona.



**Fig. 2. 14** Reconocimiento facial  
Elaborado por: Daniel Castro

EL reconocimiento de patrones es un sistema de extracción de información que permite establecer procesos de identificación, caracterización, clasificación y reconstrucción, con el propósito de clasificar un conjunto de patrones conocidos en dos o más categorías. El patrón es un conjunto de características únicas de cada persona, para reconocer los patrones se recomienda seguir los siguientes procesos: la adquisición de datos, extracción de características y toma de decisiones, en la figura 2.15 se puede observar el proceso de reconocimiento de patrones. [24]



**Fig. 2. 15** Diagrama de bloques de un sistema de reconocimiento de patrones [24]

### 2.2.15 Etapas para el Reconocimiento Facial

Las etapas para el reconocimiento facial son las siguientes:

**Detección del Rostro:** Es el primer paso de un sistema de reconocimiento, su función es capaz de detectar el rostro de las personas independientemente de

su posición, escala y orientación. Los componentes para la detección del rostro son: cámara digital y condiciones de iluminación. La detección se basa en la segmentación de la imagen en zonas acorde a la homogeneidad.

- **Problemas comunes en la Detección**

Como todo sistema existen inconvenientes a la hora de la adquisición de las imágenes como son: contraste, condiciones de luminosidad, distorsión de la imagen, etc. [24] A continuación se detallan:

- **Posición:** Las imágenes varían de posición y orientación, según la ubicación de las personas en el momento de la captura de la imagen.
- **Expresión Facial:** Estado de ánimo de la persona, gestos, sonrisa, etc.
- **Presencia de Estructuras:** Como son los lentes, barba, bufada, gorros, etc.
- **Ocultación:** Cuando la imagen aparece sobrepuestas por otra imagen de rostro.

**Alineación de la Cara:** Es la ubicación de las características del rostro y mediante cálculos matemáticos se analizan aspectos como el tamaño, posición y la iluminación.

**Extracción de la Cara:** La extracción de la cara se analiza la información necesaria para distinguir rostros de diferentes personas, mediante variaciones geométricas.

**Reconocimiento:** Es la comparación de patrones extraídas del rostro de una persona con la base de datos almacenada.

### **2.2.16 Aplicaciones con Reconocimiento Facial**

Los sistemas de reconocimiento facial se clasifican en tres módulos de aplicación: Verificar la identidad, identificación y búsqueda. En la tabla 2.3 se puede observar las principales aplicaciones desarrolladas en diversos campos específicos.

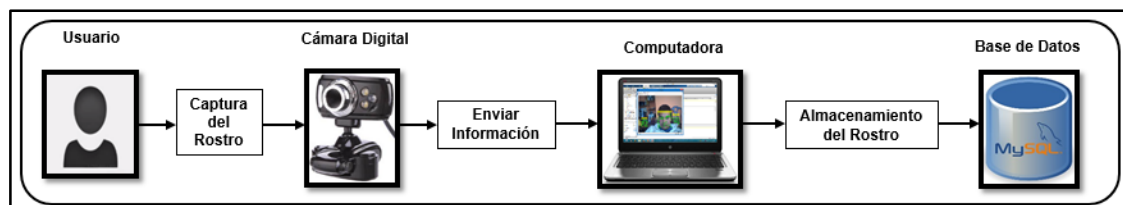


**Tabla 2. 3** Aplicaciones con Reconocimiento Facial [24]

Área	Aplicaciones Específicas
<b>Biometría</b>	Licencia de Conducir, Programas de Derecho, Inmigración, DNI, Pasaportes, Registro de Votantes, Fraude, Teléfonos inteligentes, Acceso a instalaciones restringidas.
<b>Seguridad de la información</b>	Inicio de Sesión, Seguridad en Aplicaciones, Seguridad en Bases de Datos, Cifrado de Información, Seguridad en Internet, Acceso a Internet, Registros Médicos, Terminales de Comercio Seguro, Cajeros Automáticos.
<b>Cumplimiento de la ley y vigilancia</b>	Video vigilancia Avanzada, Control CCTV, Control Portal, Análisis Post-event, Hurto, Seguimiento de Sospechosos, Investigación.
<b>Tarjetas inteligentes</b>	Valor Almacenado, Autenticación de usuarios.
<b>Control de acceso</b>	Acceso a Instalaciones, Acceso a Vehículos.

### 2.2.17 Arquitectura de un Sistema de Reconocimiento Facial

La arquitectura de un sistema de reconocimiento facial está conformado por: El usuario a identificar, el dispositivo de adquisición digital de imágenes (cámara digital), el dispositivo de procesamiento, almacenamiento y comparación de imágenes (computadora), y por último la base de datos para el almacenamiento de la información del usuario. En la figura 2.16 se puede observar la arquitectura de un sistema utilizando la técnica de reconocimiento facial.



**Fig. 2. 16** Arquitectura de reconocimiento facial  
Elaborado por: Daniel Castro

### 2.2.18 Características del Reconocimiento Facial

El reconocimiento facial tiene características propias que le diferencian de los demás sistemas biométricos de identificación, la variación que afecta al obtener la imagen de una persona es: la luminosidad, inclinación, contraste, estado de ánimo, etc. Las características principales que se debe considerar para el reconocimiento facial sea eficiente es: singularidad, universalidad, permanencia, colectividad, aceptabilidad y resistencia a la elusión. [25]

Las ventajas principales sobre sistemas similares son:

- Puede ser utilizado a una distancia determinada.
- Puede ser utilizado en escenarios donde el contacto sea difícil, por ejemplo en quirófanos.
- Alta aceptabilidad, ya que los usuarios no ven interrumpido su flujo de acceso.
- Evita el uso de tarjetas, claves, etc.

La tecnología del reconocimiento facial crece en gran medida durante los años. Para la correcta implementación de esta técnica hay que solucionar una serie de inconvenientes como:

- La orientación del rostro, una pequeña variación de la cabeza afecta al reconocimiento.
- La expresión facial, el estado de ánimo puede cambiar la percepción del sistema sobre la cara analizada.
- La Necesidad de actualizar la base de datos
- Sensible a condiciones de iluminación

### **2.2.19 Métodos de Reconocimiento Facial**

Se han desarrollado diferentes algoritmos los cuales han evolucionado en los últimos tiempos, los algoritmos que existen se puede clasificar en dos grupos:

- Métodos holísticos: Este método utiliza toda la imagen del rostro, siendo la unidad esencial del sistema.
- Métodos basados en características locales: Este método extrae las características locales tales como, cejas, ojos, nariz, boca, etc.

Además existen métodos híbridos que es la combinación de los métodos holísticos y locales.

## Métodos Holísticos

Los métodos holísticos representan una alternativa positiva en lo referente al reconocimiento facial siempre y cuando se puedan obtener varias muestras de una misma persona, a continuación se detalla cada una de las técnicas que existen:

- **Análisis de Componentes Principales (*Principal Components Analysis, PCA*)**

Es una técnica de identificación de patrones de datos utilizada para distinguir las similitudes y las diferencias mediante combinaciones lineales entre la imagen obtenida y la almacenada. “Encontrar patrones cuando los datos a tratar son muy grandes es complicado, sobre todo cuando la calidad gráfica es baja. Entonces, PCA es una herramienta muy potente para su obtención.” [25]

“Una ventaja de PCA es que reduce los datos necesarios para la identificación sobre los mostrados en una relación 1 a 1000.” [25] PCA comúnmente utiliza Eigenfaces, surgió a partir de 1988 por *Kirby* y *Sirovich*. Las imágenes deben ser normalizadas y del mismo tamaño, de modo que los ojos y la boca queden alineados como se observa en la figura 2.17.

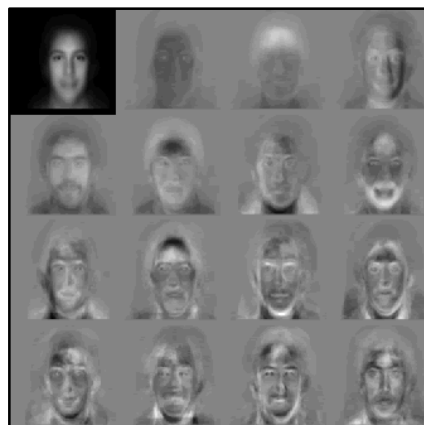
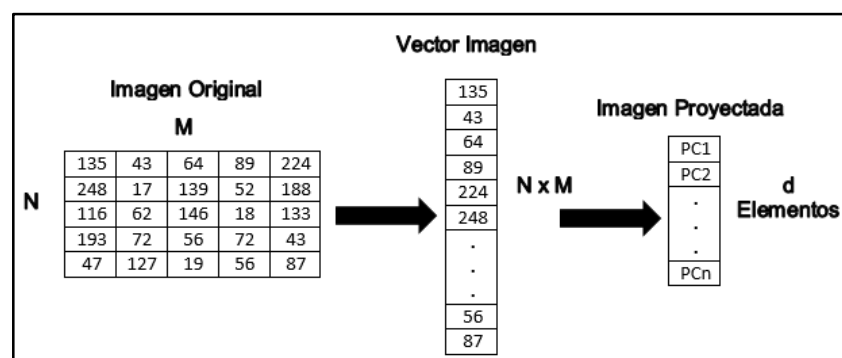


Fig. 2. 17 Eigenfaces estándar [26]

Esta técnica es empleada para reducir la dimensionalidad de un conjunto de datos que equivale al número de autovectores que se utilicen, al disminuir el tamaño de la imagen se eliminara información que no es útil. Obteniendo una estructura facial con componentes ortogonales, (no correlativos) conocidos como Eigenfaces. [26] Por lo tanto la imagen proyectada por PCA tendrá una dimensión de valor  $d$ , como se puede ver en la figura 2.18. Estos autovectores representan las componentes principales que son más comunes en imagen de diferentes caras.



**Fig. 2. 18** Ejemplo de reducción dimensional al aplicar PCA  
Elaborado por: Daniel Castro

El objetivo de esta técnica se basa en representar una imagen en un sistema de coordenadas, disminuyendo el número final de componentes de la imagen. Entre todas las técnicas existentes para el reconocimiento facial PCA es una de las mejores técnicas existente para esta área. [27]

Se puede resumir el funcionamiento de PCA si dadas  $(c)$  muestras de un conjunto de  $(n)$  valores, se presenta la información por un número menor de variables, es decir:

- Adquirir un conjunto de datos de dimensión  $(n)$ .
- Calcular la media de los datos y restar a cada uno de ellos, para obtener unos datos cuya media es cero.
- Calcular la matriz de covarianza.
- Calcular los eigenvalores y eigenvectores de la matriz de covarianza.

- Seleccionar los componentes y formas del vector característico. Se ordenan los eigenvectores de mayor a menor.
  - Adquirir el nuevo conjunto de datos.
- **Análisis de componentes Independientes (*Independent Component Analysis, ICA*)**

ICA es un método empleado para calcular vectores de la base de un espacio, que sean estadísticamente independientes. Se considera una generación de PCA, además ICA busca la transformación lineal para disminuir la dependencia estadística entre los vectores de la base. Los vectores de la base del subespacio de proyección adquiridos mediante el análisis de componentes Independientes no son ortogonales, tampoco están ordenados bajo ningún criterio, a diferencia de los obtenidos mediante PCA. [28]

El análisis de componentes principales trata de adquirir una imagen de entrada en variables no correladas, mientras que ICA trata de adquirir una imagen en variables estadísticamente independientes. Las imágenes de la base de datos que se obtienen mediante ICA contienen más información local que aquéllas obtenidas con PCA. Sin embargo, el tiempo de entrenamiento es mucho mayor para ICA que para PCA. [28]

- **Análisis Lineal Discriminante (*Linear Discriminant Analysis, LDA*)**

Esta técnica es una aproximación estadística para ordenar muestras de clases o grupos desconocidos, esta técnica tiene la intención de minimizar la varianza entre clases conocidas y maximizar en clases desconocidas, de esta forma se garantiza una máxima diferencia entre clases. Una de las restricciones que tiene LDA, es que tengan matrices de dispersión no-singulares debido a que a veces la dimensión de la imagen es mucho mayor que el número de imágenes en la base de datos, lo que desemboca

en un problema de matrices singulares. En la figura 2.19 se puede apreciar ejemplos de clases distintas. [26]



Fig. 2. 19 Ejemplo de 6 clases distintas usando LDA [25]

- **Métodos basados en Kernels**

Este método lleva el problema de clasificación a un espacio de mayor dimensión, donde las clases sean linealmente separadas, es decir se mapean los vectores de entrenamiento a través de un función no lineal. Estos métodos son una generalización de los métodos de análisis (PCA, ICA, LDA). [29]

- **Persecución Evolutiva (*Evolutionary Pursuit, EP*)**

“Este método es un tipo de algoritmo genético que trata de encontrar una base de caras a través de la rotación de ejes definidos en un espacio blanco PCA adecuado. La evolución es conducida por una función de *fitness* que depende de la precisión de la clasificación y de la habilidad para generalizar. El algoritmo EP se utiliza para buscar entre las diferentes rotaciones y vectores base para encontrar un subconjunto de vectores óptimo (que tenga buena precisión en la clasificación y habilidad para generalizar).” [29]

### **Métodos basados en características locales**

A partir de características locales basadas en las, cejas, ojos, boca, etc, se puede desarrollar un detector de rostros muy robusto. Las técnicas básicas son las siguientes:

- **Correspondencia entre Agrupaciones de Grafos Elásticos (*Elastic Bunch Graph Matching, EBGM*)**

Esta técnica se basa en características tales como variación de iluminación, posición y expresión de la persona, a diferencia de las otras técnicas que se basa en un análisis lineal de las imágenes.

EBDM utiliza la transformación de Gabor, se crea una plantilla que es proyectada al rostro de malla elástica el cual traza el comportamiento de la imagen alrededor de un pixel como se puede observar en la figura 2.20. Esto se obtiene mediante una convolución de la imagen con un filtro Gabor, debido a que se utiliza para detectar formas y extrae las características mediante el procesamiento de imágenes. [30]

Se obtiene varias características de zonas distintas que permiten localizar las semejanzas y las diferencias de las imágenes de entrenamiento, estas zonas se dividen en 6 regiones las cuales se agrupan en.

- Dos secciones para las cejas
- Dos secciones para los ojos
- Una sección para las fosas nasales
- Una sección para la región que rodea la boca

Una desventaja es la localización precisa de los puntos característicos, pero se puede lograr mediante la combinación de PCA y LDA. [30]

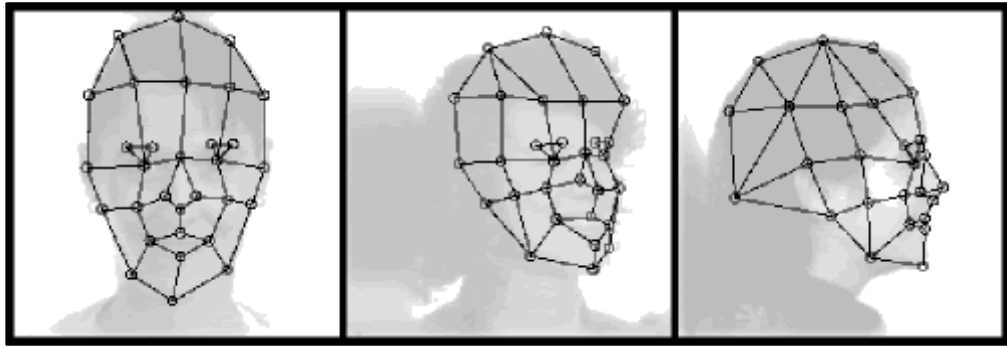


Fig. 2. 20 Correspondencia entre agrupaciones de grafos elásticos [26]

- **Patrones binarios locales (*Local Binary Pattern, LBP*)**

Los patrones binarios locales es un descriptor de textura en imágenes, cada píxel ( $p$ ) que se encuentran a su alrededor se examina. Por cada píxel que se encuentra a su alrededor se debe determinar si el valor de intensidad es mayor o menor que el valor de intensidad de píxel ( $p$ ), si el valor es mayor se asigna un 1 de lo contrario se asigna un 0. [31]

- **Modelo oculto de Markov (*Hidden Markov Models, HMM*)**

El Modelo oculto de Markov es un modelo estadístico que se asume que el sistema a modelar es un proceso de Markov de parámetros desconocidos. El objetivo es determinar los parámetros desconocidos de dicha cadena a partir de los parámetros observables. El modelo oculto de Márkov es especialmente aplicado a reconocimiento de formas temporales, tales como reconocimiento del habla, de escritura manual, de gestos, etiquetado gramatical o en bioinformática. [32]

- **Métodos Basados en Imágenes 3D**

Se ha realizado varios software a través de modelos del rostro en 2.5D y 3D. La obtención de las imágenes del rostro, es mediante varias cámaras y un escáner especializado. Estas investigaciones se realizan puesto que con el modelo del rostro en 3D del usuario se puede desarrollar



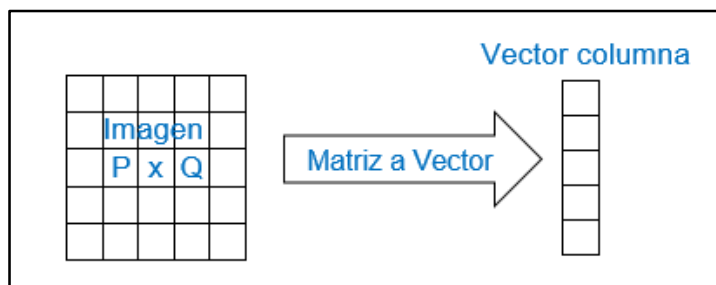
comparaciones menos sensibles a factores como: la iluminación, estado de ánimo y la posición del rostro. [33]

### 2.2.20 Eigenfaces

Eigenfaces es un conjunto de vectores propios que se utiliza para el reconocimiento facial, fue desarrollado por *Lawrence Sirovich* y *Robert Kirby*. Los vectores propios son obtenidos de la matriz de covarianza de la distribución de probabilidad sobre la alta dimensional espacio vectorial de imágenes del rostro.

Cada posición de la imagen representa a un vector propio, por lo que se observa como un rostro espectral que denominaremos Eigenfaces. [34]

Eigenfaces, es el análisis de componentes principales aplicado en imágenes de rostros, sobre un conjunto de rostros grande. Toda imagen será considerada como un vector como se observa en la figura 2.21



**Fig. 2. 21** Representación de una imagen matriz como un vector  
Elaborado por: Daniel Castro

Las Eigenfaces forman un conjunto ortogonal, de tal manera que para hallar la proyección de una imagen sobre ellas se realiza el producto escalar de la imagen sobre cada una de las Eigenfaces. Esto se conoce como entrenamiento de Eigenfaces. [35]

Matemáticamente se necesita encontrar los componentes principales o los eigenvectores de la matriz de covarianza de la base de datos de las imágenes faciales, considerando una imagen como un vector (punto) en un espacio dimensional infinito. Luego, se ordenan los eigenvectores de acuerdo a la cantidad relativa a la variación entre las imágenes faciales, eligiendo un número

finito de estos, los más significativos en peso de acuerdo a su eigenvalor y que contribuyen a recuperar la imagen. [36]

### Calculo de Eigenfaces

Para el procedimiento de cálculo de la extracción de los Eigenfaces se asume que se tiene un conjunto de “M” imágenes, que previamente fueron segmentadas (de P filas y Q columnas), que son convertidas a vectores ( $\Phi_i$ ). Se construye una matriz que contiene a cada vector como columna. La matriz resultante es (PxQ) filas y “M” columnas:

$$Y = [\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_M]$$

Se calcula el vector (rostro) promedio de la matriz (conjunto de imágenes) mediante la ecuación 1:

$$\Psi = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \Phi_i \quad (1)$$

Después se calcula el vector que indica la distancia de cada vector ( $\Phi_i$ ) al vector promedio utilizando la ecuación 2:

$$\Gamma_i = \Phi_i - \Psi \quad (2)$$

Estos vectores se almacenan en una matriz A:

$$A = [\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_M]$$

Después se calcula la matriz de covarianza para encontrar los eigenvalores y eigenvectores mediante la ecuación 3:

$$C(\{\Phi_i\}) = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \Gamma_i^T \Gamma_i = AA^T \quad (3)$$

La matriz de covarianza (C) está formada por (P x Q) filas y (P x Q) columnas, a partir de la matriz (C) se puede obtener los eigenvectores (eigenfaces) y eigenvalores, aplicando la siguiente identidad:

$$A^T A v_i = u_i v_i$$

Donde:

$AA^T$  = Son los eigenvalores de longitud (M x N)

$u_i v_i$  = Son los eigenvectores

Luego se multiplica (A) por  $AA^T$ :

$$AA^T A v_i = A u_i v_i = u_i A v_i$$

Donde:

$AA^T$  = Viene a ser la Matriz (C)

Aplicando este artificio se obtiene los eigenvalores y eigenvectores de la matriz (C). Los eigenvectores de (C) se encuentran aplicando la ecuación 4:

$$u_i = A v_i = \sum_{k=1}^M v_{ik} \Gamma_k \quad (4)$$

Posteriormente tomamos los eigenvectores de los eigenvalores de mayor valor, ya que contienen mayor información con respecto a las imágenes almacenadas. Los eigenvectores seleccionados se almacenan en una matriz ( $U_k$ ), donde (k) es el número de eigenvectores seleccionados:

$$U_K^T = [u_1, u_2, \dots, u_K]^T$$

Al multiplicar por la transpuesta de la matriz ( $U_k$ ) con la matriz (A), se produce la matriz del espacio transformado, la cual contiene los datos de la imagen proyectada en el nuevo espacio de dimensión (k).

$$\Omega_k = U_K^T A$$

Obteniendo los vectores que representan las proyecciones de cada imagen almacenada sobre el espacio de dimensión (k), a continuación se realiza el reconocimiento de datos, utilizando los eigenfaces ( $\Omega_k$ ). Mediante la combinación lineal de los “eigenfaces” se puede reconstruir cualquiera de los (M) rostros almacenados. Pese a que la reconstrucción no está completa debido a que se limitó las dimensiones del espacio para aumentar el rendimiento del sistema.

Para mejorar la reconstrucción se aplica la ecuación 5:

$$\hat{A} = U_k \Omega_k \quad (5)$$

Finamente se presenta la imagen reconstruida con la ecuación 6:

$$\hat{Y}_i = A_i + \Psi \quad (6)$$

### 2.2.21 Lenguaje de Programación

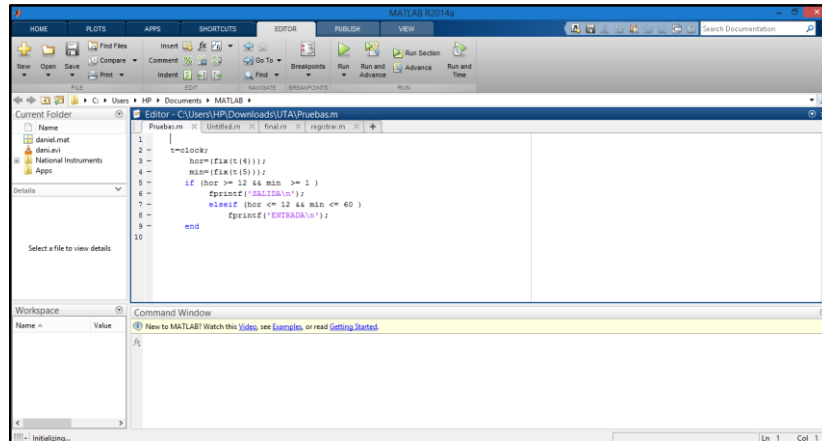
#### **Matlab (*Matrix Laboratory*)**

Matlab, Laboratorio de Matrices, es un software matemático con un lenguaje de alto nivel su entorno es interactivo, utilizado para la ingeniería. Está disponible para las siguientes plataformas Unix, Windows, Mac OS X y GNU/Linux. [37] Matlab permite resolver inmensos inconvenientes computacionales, principalmente los que implican vectores y matrices, se observa en la figura 2.22 la ventana principal de Matlab.

En la industria se utiliza para resolver problemas prácticos de ingeniería y matemáticas como:

- Cálculos Numéricos
- Procesamiento de señales
- Diseño de sistemas de control

- Desarrollo de aplicaciones que requieren de una interfaz gráfica (GUI)
- Simulación de sistemas dinámicos
- Modelación
- identificación de sistemas
- Redes neuronales



**Fig. 2. 22** Ventana principal de Matlab  
Elaborado por: Daniel Castro

La ventaja principal de Matlab es el uso de *Toolboxes*, existen *Toolboxes* para procesamiento digital de señales, sistemas de control, redes neuronales, lógica difusa, adquisición y procesamiento de imágenes, etc. El *Toolbox* de adquisición de imágenes proporciona a Matlab varias funciones, para visualización y desarrollo de algoritmos nuevos y crear modernas aplicaciones. [38]

El *Toolbox* de procesamiento de imágenes soporta cuatro tipos de imágenes básicas obtenidas desde cualquier dispositivo electrónico como son: imágenes indexadas, imágenes con intensidad (escala de grises), imágenes binarias e imágenes RGB también incluye, la resolución gigapíxel, alto rango dinámico y perfil ICC incrustado. Funciones que permiten exportar imágenes y videos para ajustar color, contraste, píxeles, crear contornos o histogramas. [39]

Matlab almacena las imágenes como arreglos bidimensionales (matrices) cada elemento de la matriz corresponde a la intensidad de un píxel de la imagen, las imágenes RGB requieren de un arreglo tridimensional, donde en el espacio

tridimensional se representa la intensidad del rojo, verde y azul de los pixeles en ese orden. [40]

El software de Matlab posee de dos herramientas adicionales como son; La plataforma de simulación Multidominio (Simulink) y el Editor de Interfaz de Usuario (Guide).

## **2.2.22 Base de Datos**

### **MySQL**

MySQL es un sistema de gestión de base de datos relacionales basado en lenguaje de consultas estructuradas (SQL), la información que se puede almacenar en la base de datos puede ser tan simple como un libro de visitas, una tienda en línea, etc. Prácticamente se ejecuta en todas las plataformas, una de las ventajas de MySQL es permitir acceder a bases de datos multiusuario a través de la web con diferentes lenguajes de programación dependiendo los requerimientos. [41]

Las principales características de MySQL se pueden mencionar:

- Soporta gran cantidad de datos
- Disponible para las diferentes plataformas
- Gran portabilidad entre sistemas
- Buen nivel de seguridad en los datos
- Fácil instalación y configuración
- Gran velocidad y robustez
- Se puede descargar el código fuente
- Soporta hasta 32 índices por tabla

## **2.3 Propuesta de Solución**

La implementación del sistema de control de acceso del personal de la lavadora de jeans FASHION mediante reconocimiento facial, aumento la seguridad, evito la suplantación de identidad y optimizo los procesos para el control del personal.

## **CAPÍTULO 3**

### **METODOLOGIA**

#### **3.1. Modalidad de la Investigación**

Para este proyecto se realizó una investigación aplicada (I), porque se puso en práctica los conocimientos técnicos y científicos adquiridos durante la formación académica, además la información sobre la tecnología actual sirvió para dar solución al problema planteado en la investigación.

El proyecto de investigación se desarrolló con una modalidad bibliográfica, debido a que fue necesario la recopilación de información sobre el tema planteado, se consultó en libros, revistas, artículos científicos, tesis y publicaciones existentes, siendo esta la mejor manera de obtener información.

Además de una investigación experimental debido a que se desarrolló varias pruebas hasta conseguir la configuración apropiada para el reconocimiento facial.

#### **3.2 Población y Muestra**

La presente investigación por sus características no era necesario la población y muestra.

#### **3.3 Recolección de Información**

Se realizó la revisión de documentos y luego se procedió a seleccionar la información mediante la observación, con el fin de ser utilizados dentro de la investigación.

### **3.4 Procesamiento y Análisis de Datos**

Una vez seleccionada la información necesaria del proyecto de investigación se efectuó los siguientes pasos:

- Organización de la información.
- Revisión de la información.
- Análisis de la información y la solución al problema planteado.
- Interpretación de los resultados.

### **3.5 Desarrollo del Proyecto**

Para el proyecto investigación se realizó el siguiente procedimiento:

- Análisis del sistema de control de acceso actual de la fábrica.
- Selección de información relevante del sistema.
- Investigación sobre el proceso técnico de reconocimiento facial.
- Procesamiento de la información obtenida.
- Análisis del procesamiento técnico a utilizar en el reconocimiento facial.
- Recolección de información de la fábrica
- Procesamiento de datos obtenidos
- Análisis de los dispositivos electrónicos
- Programación del algoritmo de reconocimiento facial
- Programación de voz de confirmación
- Programación de interfaz de usuario para el historial de reportes
- Instalación de los equipos en la fábrica
- Pruebas de funcionamiento del sistema de control de acceso del personal



## **CAPÍTULO 4**

### **DESARROLLO DE LA PROPUESTA**

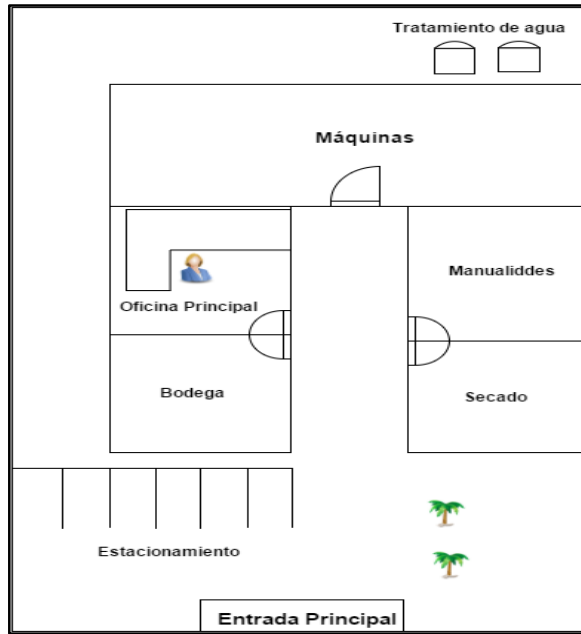
#### **4.1 Análisis de la Lavadora FASHION**

##### **4.1.1 Antecedentes**

Lavadora FASHION es una fábrica que fue creada en el año 2010, por el Sr. Fabián Oñate y la Sra. Verónica Aldás en la Parroquia Totoras, Barrio Palahua s/n, vía a Cevallos se dedica al lavado y tinturado de prendas de vestir hechas en tela jeans. En el año 2013 la fábrica se trasladó al barrio la Merced de la misma parroquia.

La fábrica fue creada debido a la necesidad de la familia, dado que se dedican a la confección de prendas de vestir en tela jeans. En la actualidad la lavadora Fashion cuenta con un total de 15 empleados que trabajan arduamente, pero cada año va aumentando el número de empleados para cumplir con los requerimientos de los clientes como: calidad en el producto tinturado, entrega inmediata, materia prima de calidad, cumplimiento, tinte actual en las prendas de acuerdo a la moda.

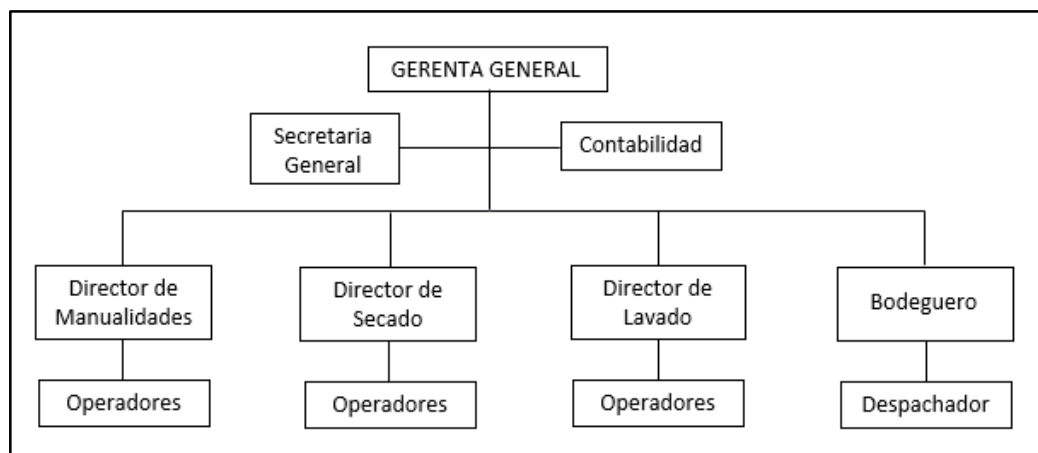
Durante los años de funcionamiento la fábrica ha tenido algunas debilidades como: la seguridad, control de acceso de los empleados, la señalización de seguridad industrial, etc. El objetivo de la fábrica es eliminar las debilidades y se ha comenzado instalando cámaras de vigilancia para la seguridad. Además es necesario un control de acceso de los empleados eficiente que permita reportar el desempeño dentro de la jornada de trabajo. A continuación en la figura 4.1 se puede observar el layout de la fábrica Fashion.



**Fig. 4. 1** Layout de la fábrica Fashion  
Elaborado por: Daniel Castro

#### 4.1.2 Organigrama

La estructura de la fábrica está conformada por diferentes áreas, el cual cuenta con diversos departamentos como: manualidades, lavado, secado y la bodega, a continuación en la figura 4.2 se puede observar el organigrama de la fábrica.

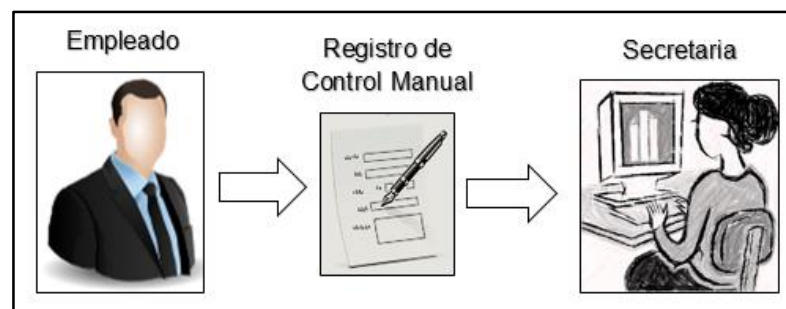


**Fig. 4. 2** Organigrama de la Fábrica  
Elaborado por: Daniel Castro

### 4.1.3 Situación Actual del Control de Acceso

El control de entrada y salida de los empleados a sus labores, se realiza mediante el registro manual en hojas de control el mismo que se encuentra ubicado en la oficina principal como se observa en la figura 4.1, donde se debe apuntar la cédula, el nombre, la hora de entrada o salida y la firma. Esto implica que el registro de entrada o salida sea efectuado por una persona diferente a la que debe realizar el registro; sobre todo cuando no se encuentre la gerente o la secretaria, por esa razón no existe la seguridad adecuada permitiendo el ingreso de personas no autorizadas la cual es muy peligroso e inadecuado para el funcionamiento y operación de la fábrica.

Cada empleado puede registrar su asistencia solo 10 minutos después de la hora de ingreso, para que no cuente como atraso. A continuación en la figura 4.3 se observa el control de asistencia actual de la fábrica.



**Fig. 4. 3** Control de entrada o salida actual de la fábrica  
Elaborado por: Daniel Castro

### 4.1.4 Vulnerabilidades

A la hora de registrar la entrada o salida de forma manual, existe la posibilidad que se produzca varias vulnerabilidades como:

- Los empleados no registren la hora de entrada o salida de la fábrica correctamente.
- La alteración o manipulación de la información que consta en las hojas de registro.
- Perdida de información (hojas de control).

- Suplantación de identidad.
- Pueden haber fallos humanos.(Digitalización errónea de la cédula )

Por estos motivos es necesario evolucionar, a través de un sistema automatizado que evite la suplantación de identidad, pérdida de información y que agilice el proceso de control de los empleados de tal manera que sea confiable, seguro y eficiente.

## **4.2 Factibilidad**

Factibilidad se refiere a la disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los objetivos o metas señalados. Generalmente la factibilidad se determina sobre un proyecto.

Esta propuesta es viable en varios ámbitos entre los que se destacan:

### **4.2.1 Factibilidad Técnica**

Técnicamente el proyecto es factible realizarlo, debido a que los equipos electrónicos usados se encuentran a disposición en el mercado del país.

### **4.2.2 Factibilidad Económica**

Económicamente el proyecto es factible realizarlo en su totalidad, debido a que es financiado por el investigador.

### **4.2.3 Factibilidad Bibliográfica**

Bibliográficamente es factible debido a que la información necesaria para este proyecto se lo puede encontrar en artículos científicos, tesis de grado, publicaciones relacionadas al tema, libros e investigaciones.

### 4.3 Descripción de la Propuesta

El sistema propuesto se lo desarrollo en diferentes etapas para evitar la suplantación de identidad y optimizar los procesos para el control del personal.

En la figura 4.4 se observa las etapas para el desarrollo del sistema.

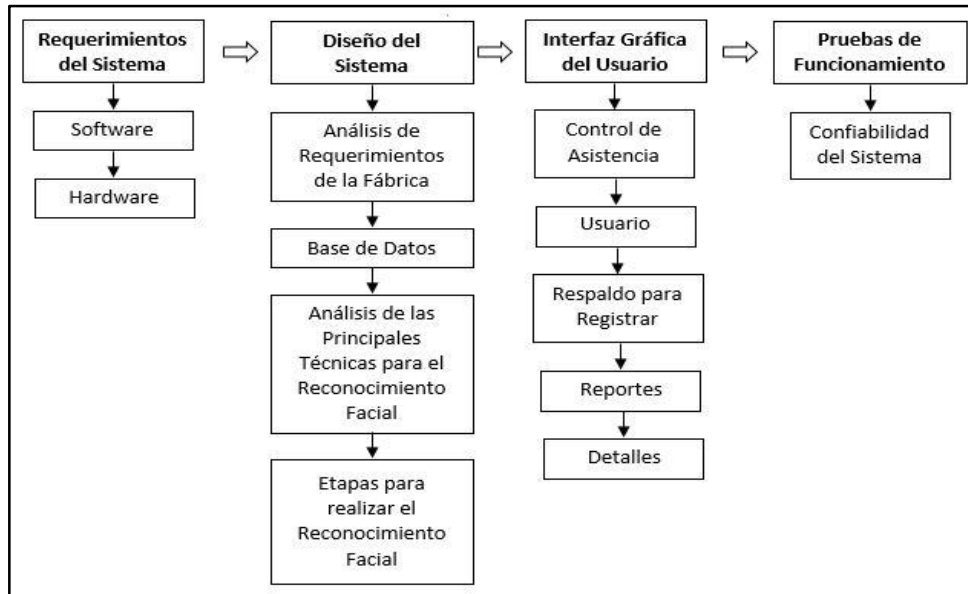


Fig. 4. 4 Etapas de elaboración del sistema  
Elaborado por: Daniel Castro

### 4.4 Requerimientos del Sistema

Para el funcionamiento adecuado del sistema de control de acceso al personal, es importante detallar todos los requerimientos necesarios tanto de Hardware como de Software, a continuación se detalla cada uno de ellos:

#### 4.4.1 Software

Para el procesamiento de imágenes existen diferentes tipos de software ya sea de código abierto o código privado, a continuación en la tabla 4.1 se observa un análisis comparativo de los lenguajes de programación más relevantes para el procesamiento de imágenes.

**Tabla 4. 1** Análisis comparativo de los lenguajes de programación  
Elaborado por: Daniel Castro

Características	Matlab	Labview	OpenCV	Python
<b>Sistema Operativo</b>	Multiplataforma	Multiplataforma	Linux, Mac y Windows	Linux, Mac y Windows
<b>Licencia</b>	Propietaria	Propietaria	BSD	Libre
<b>Idioma</b>	Inglés	Inglés	Inglés	Inglés
<b>Última Versión</b>	R2015b	2013	3.0.0	3.5.0 / 2.7.10
<b>Aplicaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Software matemático</li> <li>- Procesamiento de imágenes</li> <li>- Visión artificial</li> <li>- Análisis estadístico</li> <li>- Diseño de controladores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistemas de control industrial</li> <li>- Diseño de sistemas</li> <li>- Procesamiento de imágenes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visión artificial</li> <li>- Reconocimiento de objetos</li> <li>- Análisis estructural</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interfaz gráfica</li> <li>- Servicio Web</li> <li>- Acceso a</li> <li>- Software y juegos de desarrollo</li> <li>- Programación red</li> <li>- Procesamiento de imágenes</li> </ul>
<b>Ventajas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Facilidad de uso</li> <li>- Robusto</li> <li>- Orientado a objetos</li> <li>- Soporta varias base de datos</li> <li>- Lenguaje de alto nivel</li> <li>- Gráficos de muy buena calidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fácil de aprender y usar</li> <li>- Mejora en documentación y exportación de datos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Biblioteca open source para C/C++ para reconocimiento facial</li> <li>- Extraer información de imágenes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lenguaje de propósito general</li> <li>- Multiplataforma</li> <li>- Orientado a objetos</li> <li>- Portable</li> </ul>
<b>Desventajas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuando el problema numérico es de gran tamaño matlab no es la herramienta óptima</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consume muchos recursos</li> <li>- Lento a la hora de compilar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La necesidad de utilizar librerías IPL para funciones de bajo nivel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lentitud por ser un lenguaje interpretado</li> </ul>

Luego de realizar el análisis comparativo de los lenguajes de programación se optó por Matlab debido a que:

- Cuenta con una librería dedicada al tratamiento de imágenes
- Es un software robusto
- Matlab no necesita una gran cantidad de memoria
- Existe mucha información para su utilización.
- Previamente ya se tiene conocimientos de Matlab, lo que facilita al momento de realizar el algoritmo.

- Gracias a la Interfaz de Usuario (Guide) nos permite desarrollar nuestro programa en ambiente visual.

#### 4.4.2 Hardware

Para realizar el control de asistencia de los empleados de la lavadora de jeans FASHION se requiere de los siguientes dispositivos:

- Computadora
- Cámara digital
- Iluminación

**Computador:** El hardware principal es la computadora, para que el sistema funcione correctamente es necesario que la PC tenga las características básicas como: procesador Pentium, disco duro 512 GB, memoria RAM 512 MB, sistema operativo Windows XP, por este motivo se utilizó la PC que cuenta la fábrica actualmente donde se instaló el programa para el registro de entrada y salida de los empleados, en la tabla 4.2 se observa las características de la PC.

Adicional para la visualización de la interfaz gráfica del programa y comodidad de los empleados se utilizó un monitor adicional.

**Tabla 4. 2** Características de la PC  
Elaborado por: Daniel Castro

Descripción	Computador
Procesador	Pentium Dual-Core
Memoria RAM	1 GB
Disco Duro	512 GB
Monitor	Lcd 17''
Sistema Operativo	Windows 7

**Cámara Digital:** La cámara digital es uno de los dispositivos más importantes para el procesamiento de imágenes, para el reconocimiento facial se debe tomar en cuenta factores como: resolución 640x 480 píxeles, formato jpg, calidad de imagen y visión nocturna.

Para la implementación del sistema de control de acceso al personal mediante reconocimiento facial se consideró varios tipos de cámaras, a continuación en la tabla 4.3 se detalla cada una de ellas:

**Tabla 4. 3** Características Principales de las Cámaras Digitales  
Elaborado por: Daniel Castro

Características	Webcam APEX LED	Webcam Genius Facecam	Webcam ALTEK	Web Omega
Interfaz	USB 3.0/2.0	USB 2.0	USB 1.1/1.0/2.0	USB 2.0
Zoom	Digital x10	Digital 3X	Lente Manual	Exposición Automática
Ruido	Reduce	No	No	No
Formato	JPG	JPEG	JPGE	JPGE/BMP
Sensor	CMOS 1.8MP	VGA pixel CMOS	CMOS 640x480	CMOS 300K
Resolución (pixels)	640x480 1600x1200	640x 480	1280x960	2560x1920
Driver	Plug and Play	Plug and Play	Plug and Play	Requiere
Visión Nocturna	Led	Foco manual	Si	Si
Angulo Giro	360°		360°	360°
Compatible	Windows XP/Vista/ Win 7- 8	Windows 2000/ XP/Vista/7	Windows 7/Vista/XP	Windows 7/8
Costo	\$ 25	\$ 30	\$ 20	\$ 16

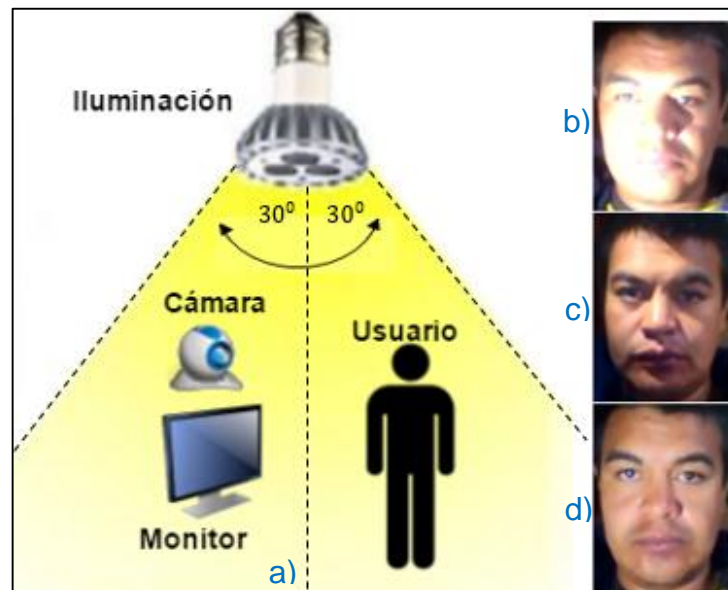
Acorde al análisis técnico la mejor opción es la Webcam Genius Facecam porque se acopla a nuestros requerimientos, y dispone de una alta resolución de las imágenes, además elimina el ruido de las imágenes capturadas.

**Iluminación:** La iluminación es el punto clave para desarrollar sistema en ambientes que pueden ser o no controlados, por ese motivo es mejor implantar un sistema de iluminación adecuado, antes de corregir un problema de iluminación por medio de algoritmos.

La iluminación se distribuye uniformemente a cada lado del rostro mediante el uso de una lámpara, dando como resultado una excelente calidad de imagen, es aconsejable de no dejar sombras dentro de la zona del rostro para que no



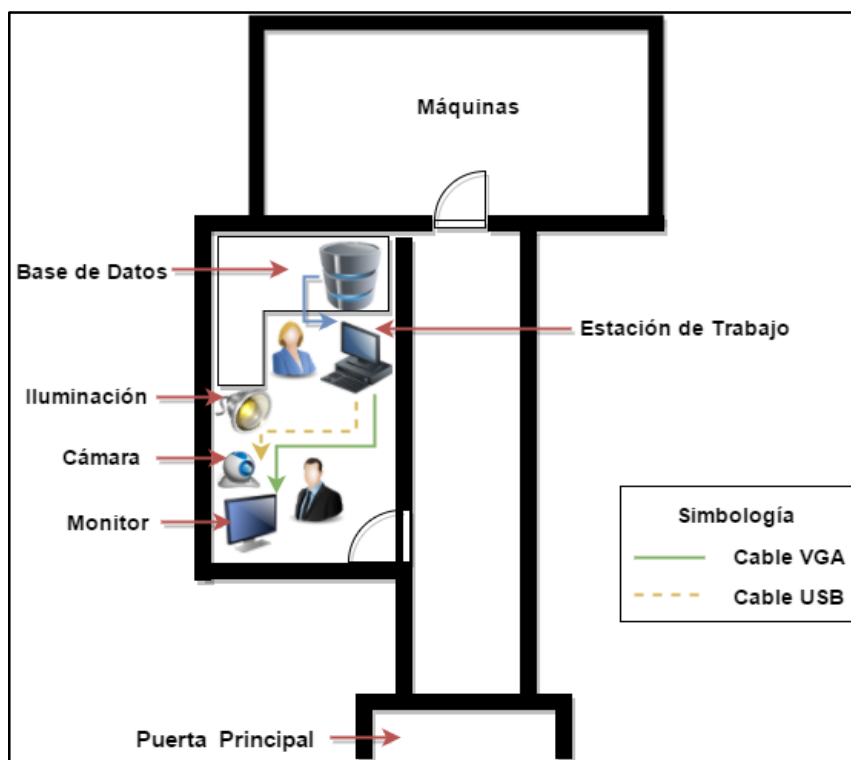
afecte a la hora del reconocimiento facial, en la figura 4.5 se observa la distribución de la iluminación.



**Fig. 4. 5** a) Distribución de iluminación b) Iluminación Incorrecta  
c) Iluminación Incorrecta d) Iluminación Correcta  
Elaborado por: Daniel Castro

#### 4.5 Diseño del Sistema

El sistema tiene como finalidad registrar y verificar la identidad de los empleados al momento de la entrada y salida de la fábrica como se observa en la figura 4.6. Para alcanzar este propósito se consideró algunos requisitos como: desempeño (Velocidad, precisión y robustez), aceptación, el costo de los dispositivos de adquisición, la probabilidad de error, la vulnerabilidad ante fraudes, entre otros.



**Fig. 4. 6** Ubicación del Sistema de control de acceso  
Elaborado por: Daniel Castro

El desempeño del sistema fue proporcionar un almacenamiento ordenado y de uso fácil, ya que están utilizando los empleados de la fábrica. Por medio del sistema se pretendió establecer nuevos registros de empleados, fecha, hora de entrada y salida, actualización de los registros y generar reportes de los empleado.

#### 4.5.1 Análisis de Requerimientos de la Fábrica

Los requerimientos para el sistema se obtuvieron mediante entrevistas realizadas a los empleados y a la gerente de la lavadora de jeans FASHION para determinar cuántos empleados existen, horarios de trabajo, servicios que brinda, etc. Por ese motivo se realizó un análisis del sistema tomando en cuenta todos los requerimientos y necesidades de los empleados y así ofrecer una solución factible. El sistema realiza funciones como:

- Registrar información de los empleados (nombres, apellidos, cedula, etc.)

- Registrar la hora de entrada y salida de los empleados
- Llevar un registro completo de todos los empleados.
- Generar reportes.
- Reducir los gastos que se generan en el control manual

#### 4.5.2 Base de Datos

Para el desarrollo del proyecto se utilizó dos bases de datos, una para guardar las imágenes de los empleados y la otra para almacenar toda la información de los empleados. Para determinar el gestor de base de datos se realizó un cuadro comparativo, a continuación se detalla en la tabla 4.4 cada uno.

**Tabla 4. 4** Cuadro comparativo de los sistemas gestores de Base de Datos  
Elaborado por: Daniel Castro

Gestores de Base de Datos	MySQL	Oracle	SQL Server	PostgreSQL
<b>Plataforma</b>	Windows, Linux y Unix.	Windows, Linux y Unix.	Windows	Windows, Mac Linux, Unix.
<b>Lenguaje</b>	C, C++, Pascal, PHP,...	SQL, PHP, Java, NET.	T-SQL	C, C++, Java, PL/Java, Web.
<b>Memoria</b>	200 MB	11 GB	2 GB	1.5 GB
<b>Licencia</b>	Libre	Privada	Privada	Libre
<b>Versión</b>	5.7.9	11g Express Edition	SQL Express Edition	1.16.1
<b>Ventajas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No necesita mucha memoria RAM.</li> <li>- Conectividad segura.</li> <li>- Fácil configuración e instalación.</li> <li>- Múltiples motores de almacenamiento.</li> <li>- Baja probabilidad de corromper datos.</li> <li>- Su bajo consumo lo hace apto para ejecutar en pc con escasos recursos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestor de base de datos más completo.</li> <li>- Soporte de transacciones</li> <li>- Estabilidad</li> <li>- Soporte multiplataforma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ofrece una potente forma de unir SQL e internet.</li> <li>- Permisos a nivel de servidor.</li> <li>- Utiliza una extensión al SQL estándar.</li> <li>- Gran facilidad de configuración.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es una base de datos orientada a objetos</li> <li>- Sistema gratis</li> <li>- Código fuente disponible para todos.</li> <li>- Conexión estable.</li> <li>- Permisos a nivel de columna.</li> </ul>
<b>Desventaja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No sincroniza datos con otras bases</li> <li>- No tiene soporte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El precio del producto y su licencia</li> <li>- Mal configurado es potencialmente lento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Requiere una enorme cantidad de memoria RAM para la instalación y utilización.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lento comparado con mysql</li> <li>- Requiere administradores capacitados</li> </ul>

De acuerdo a las necesidades del proyecto se determinó que la mejor alternativa para almacenar la información es MySQL, debido a que no necesita demasiada memoria RAM y además su bajo consumo lo hace apto para ejecutar en PC con escasos recursos sin ningún problema.

### **Base de Datos de Imágenes**

Se creó una base de datos con imágenes del rostro de los empleados, se adquirió 5 imágenes por cada empleado en diferentes condiciones, obteniendo una base de datos de 75 imágenes.

Las imágenes de los usuarios están distribuidas por carpetas que tiene un nombre único, como se observa en la figura 4.7.



**Fig. 4.7** Base de datos de los empleados  
Elaborado por: Daniel Castro

Las fotografías para la base de datos fueron obtenidas mediante la cámara digital y procesada para su almacenamiento, con un tamaño de 102 x 120 píxeles.

### **Base de Datos de la Información de los Empleados**

La base de datos está conformada con la siguiente información:

- Datos del empleado: nombres, apellidos, cédula, teléfono, celular, dirección, correo, edad, género, observación y la ruta del rostro.
- Horarios del empleado: hora de entrada y hora de salida.

En la figura 4.8 se observa la información de los empleados.

	id	cedula	nombres	apellidos	telefono	celular	direccion	correo	edad	genero	observacion	ruta_rostros
Editar Copiar Borrar	1	1804374625	Angel Misael	Gutierrez Acosta	2748745	0	Barrio Santa Rita	startutty1111@gmail.com	24	M	Ninguna	D:\Final-final\TrainDatabases\111.jp
Editar Copiar Borrar	2	1804422341	Alex Guillermo	Rugel Garces	2748790	0	Barrio Santa Rita	alex@gmail.com	23	M	Ninguna	D:\Final-final\TrainDatabases\21.jp
Editar Copiar Borrar	3	1804418661	Romel Daniel	Cardenas Salinas	2748780	0	Barrio Santa Rita	romeldaniel@gmail.com	23	M	Ninguna	D:\Final-final\TrainDatabases\31.jp
Editar Copiar Borrar	4	1803534054	Tito Miguel	Perez Acosta	2748771	0	Barrio Santa Rita	tito@gmail.com	34	M	Ninguna	D:\Final-final\TrainDatabases\41.jp
Editar Copiar Borrar	5	1804422325	Dennis Stalin	Garces Fiallos	2748748	0	Barrio Santa Rita	tito@gmail.com	22	M	Ninguna	D:\Final-final\TrainDatabases\51.jp
Editar Copiar Borrar	6	1804800108	Christian Mauricio	Balladares Pillaajo	2748750	0	Barrio San Jose	llo@gmail.com	23	M	Ninguna	D:\Final-final\TrainDatabases\61.jp
Editar Copiar Borrar	7	1803752912	Leidy Paola	Gutierrez Acosta	2748771	0	Barrio Santa Rita	leidyoga84@gmail.com	31	F	Ninguna	D:\Final-final\TrainDatabases\71.jp
Editar Copiar Borrar	8	1804350831	Romel Daniel	Castro Arias	2748746	999015979	Barrio Santa Rita	daniel.iec@gmail.com	26	M	Ninguna	D:\Final-final\TrainDatabases\812.jp
Editar Copiar Borrar	9	1234567899	Santiago	Manzano	2845673	999	Ambato	manzano@gmail.com	35	M	Ninguna	D:\Final-final\TrainDatabases\91.jp
Editar Copiar Borrar	10	246810	Nose	Perdido	9999999	32457	en la calle	no tiene	34	F	Ninguna	D:\Final-final\TrainDatabases\101.jpg
Editar Copiar Borrar	17	268	269.0176	270.0176	271	289	275.0173	273.0173	277	278.0176	292.0173	

**Fig. 4. 8** Base de datos de información de los empleados  
Elaborado por: Daniel Castro

### 4.5.3 Análisis de las Principales Técnicas para el Reconocimiento Facial

Para determinar la técnica más relevante para el sistema de control de acceso al personal mediante reconocimiento facial fue necesario realizar un análisis de las características principales de cada una, a continuación en la tabla 4.5 se observa un cuadro comparativo de las técnicas.

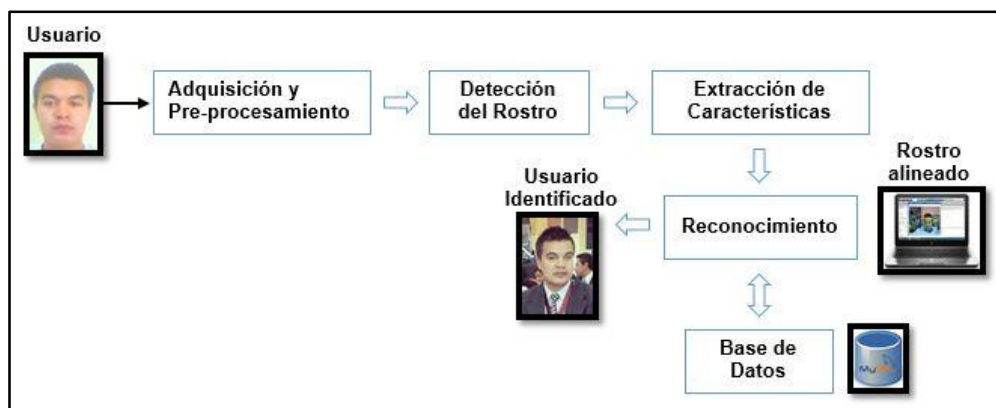
**Tabla 4. 5** Tabla Comparativa de las Principales Técnicas de Reconocimiento Facial  
Elaborado por: Daniel Castro

Técnica	Ventajas	Desventajas
<b>PCA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Reduce la dimensionalidad de un conjunto de dato.</li> <li>➤ Utilizada para distinguir las similitudes y las diferencias mediante combinaciones lineales entre la imagen obtenida y la almacenada.</li> <li>➤ Algoritmo sencillo</li> <li>➤ Facilidad de implementación</li> <li>➤ Sistema para desarrollar en tiempo real</li> <li>➤ Trabaja con base de datos pequeñas</li> <li>➤ Es la técnica principal de todas</li> <li>➤ Utiliza Eigenfaces</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Dificultada al trabajar en ambientes no controlados.</li> <li>➤ La luminosidad en las imágenes lo que dificulta el reconocimiento</li> </ul>
<b>LDA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Minimiza la varianza entre clases conocidas</li> <li>➤ Maximiza la varianza entre clases desconocidas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tienen problema de matrices singulares.</li> <li>➤ Dificultad al restablecer los datos originales.</li> </ul>
<b>EBGM</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Utiliza la transformación de Gabor, es decir solo puntos de referencia.</li> <li>➤ La posición, expresión y la iluminación no afecta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La localización precisa de los puntos característicos de referencia.</li> </ul>
<b>LPP</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Rápido para aplicación prácticas</li> <li>➤ Reduce la dimensión de los datos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Dificultad al recuperar los dato originales</li> <li>➤ No trabaja con vectores ortogonales</li> <li>➤ Es un método supervisado</li> </ul>

Una vez analizado cada una de las técnicas principales de reconocimiento facial, se seleccionó la técnica Análisis de Componentes Principales (PCA), ya que se ajustó perfectamente a las necesidades del proyecto, esta técnica reduce la dimensionalidad eliminando la información que no es útil y descomponiendo de manera precisa la estructura facial en componentes ortogonales (no correlativos) conocidos como Eigenfaces. Además es utilizada para distinguir las similitudes y las diferencias mediante combinaciones lineales entre la imagen obtenida y la almacenada.

#### 4.5.4 Etapas para Realizar el Reconocimiento Facial

Es importante realizar un tratamiento de la imagen antes de la adquisición y procesamiento para no tener dificultades a la hora de la identificación, para el buen funcionamiento del sistema de reconocimiento facial es recomendable realizar por etapas como se observa en la figura 4.9.



**Fig. 4. 9** Etapas para realizar el reconocimiento facial  
Elaborado por: Daniel Castro en base a los conocimientos de Leon Harmon

#### A) Adquisición y Pre-procesamiento de las Imágenes

Para identificar correctamente a los empleados es necesario realizar la adquisición y pre-procesamiento de las imágenes, por ese motivo se desarrolló un script en Matlab, el script consiste en la adquisición del rostro del empleado mediante la cámara digital, seguidamente realizar el pre-procesamiento para mejorar la calidad imagen. A continuación en

la figura 4.10, se puede observar la adquisición y el pre-procesado de la imagen obtenida.



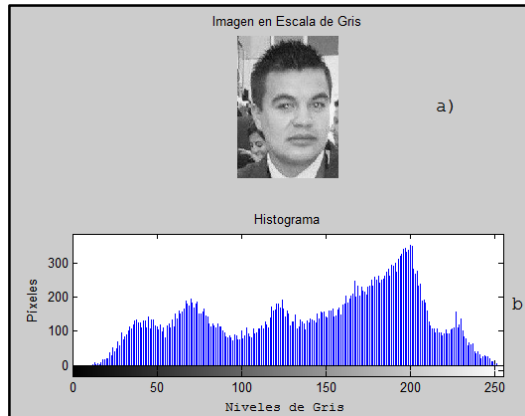
**Fig. 4. 10** Adquisición y Pre-procesamiento de las imágenes  
Elaborado por: Daniel Castro

La primera etapa y la principal del reconocimiento facial nos permitió mejorar las imágenes de entrada, corrigiendo algunos factores como:

- Ajustar el tamaño
- Ecuilización del Histograma
- Eliminación de ruido.

**Ajustar el Tamaño:** Todas las imágenes de entrada tienen un tamaño de 480 x 640 píxeles, para evitar trabajar con matrices de gran tamaño es necesario disminuir los píxeles de la imagen para eliminar información que no es válida y así se evita la probabilidad de detectar erróneamente el rostro. Se tomó la decisión de redimensionar las imágenes a un tamaño de 102 x 120 píxeles, ya que al realizar las pruebas necesarias el rendimiento es satisfactorio.

**Ecuilización del Histograma:** La ecualización del histograma consiste en la variación de una zona de la imagen para obtener una distribución uniforme, es decir el mismo número de píxeles para cada nivel de gris. Como se observa en la figura 4.11 la imagen está en niveles de grises, siendo el rango de 256 tonos. El histograma de la imagen es un gráfico donde se muestra el número de píxeles ( $n_k$ ), de cada nivel de gris ( $r_k$ ), que aparece en la imagen.



**Fig. 4. 11** a) Imagen en escala de gris b) Histograma de la imagen  
Elaborado por: Daniel Castro

La ecuación del histograma consiste en realizar la siguiente transformación sobre los niveles de intensidad de la imagen, utilizando la ecuación 7:

$$S_k = T(r_k) = (L - 1) \sum_{j=0}^k P_r(r_j) = \frac{L - 1}{M \times N} \sum_{j=0}^k n_j \quad (7)$$

Donde:

$S_k$ =Imagen e salida (ecualización del histograma)

$T(r_k)$ = Es el valor único y monótonicamente creciente en el intervalo  $0 \leq r \leq 1$

L=Niveles de grises

M=Ancho de la imagen (píxeles)

N=Alto de la imagen (píxeles)

$P_r$ =Densidad de Probabilidad

$n_k$ =Número de píxeles que tienen nivel de gris

$r_k$ =Nivel de gris

**k**-ésimo nivel de gris

**$n_j$**  Es el número de píxeles que tiene el nivel de gris  **$r_j$**

La imagen de salida se obtiene mediante la asignación de cada pixel de la imagen de entrada con la intensidad de  $r_k$  en un pixel correspondiente a la intensidad de la imagen de salida ( $S_k$ ).



Con fines de estudio se tiene una imagen digital de 4096 píxeles con 8 niveles de gris, distribuidos como se observa en la tabla 4.6.

**Tabla 4. 6** Distribución de los Niveles de Gris de la Imagen  
Elaborado por: Daniel Castro

Nivel de gris ( $r_k$ )	Número de píxeles ( $n_k$ )	$Pr(r_k)=n_k/MxN$
$r_0 = 0$	790	0,19
$r_1 = 1$	1023	0,25
$r_2 = 2$	850	0,21
$r_3 = 3$	656	0,16
$r_4 = 4$	329	0,08
$r_5 = 5$	245	0,06
$r_6 = 6$	122	0,03
$r_7 = 7$	81	0,02

Para calcular la densidad de probabilidad de cada nivel de gris  $Pr(r_k)$ , se utiliza la ecuación 8:

$$Pr(r_k) = n_k / MxN \quad (8)$$

Donde:

$(n_k)$  = Número de píxeles

$(MxN)$  = Tamaño de la imagen

A continuación se calcula la densidad de probabilidad de cada nivel de gris:

$$pr(r_0) = \frac{790}{4096} = 0,19$$

$$pr(r_1) = \frac{1023}{4096} = 0,249 = 0,25$$

.

.

.

$$pr(r_7) = \frac{81}{4096} = 0,0197 = 0,02$$

Aplicando la ecuación (7) se obtiene los valores para ecualizar la imagen, se debe tomar en cuenta que el valor resultante hay que aproximar a un valor válido más cercano.

$$s_1 = T(r_1) = (8 - 1) \sum_{j=0}^1 p_r(r_1) = 0,19 + 0,25 = 3,08$$

$$s_2 = T(r_1) = (8 - 1) \sum_{j=0}^2 p_r(r_2) = 0,19 + 0,25 + 0,21 = 4,55$$

$$s_0 = 1.33 \rightarrow 1$$

$$s_1 = 3.08 \rightarrow 3$$

$$s_2 = 4.55 \rightarrow 5$$

$$s_3 = 5.67 \rightarrow 6$$

$$s_4 = 6.23 \rightarrow 6$$

$$s_5 = 6.65 \rightarrow 7$$

$$s_6 = 6.86 \rightarrow 7$$

$$s_7 = 7.00 \rightarrow 7$$

Con estos resultados obtuvimos el nuevo histograma donde  $r_0 = 0$ , ahora se ha modificado en  $S_0 = 1$ , de esta forma el histograma queda redistribuido como se observa en la tabla 4.7.

**Tabla 4. 7** Número de Píxeles del Histograma Ecualizado  
Elaborado por: Daniel Castro

Histograma Ecualizado ( $r_k$ )	Número de píxeles ( $n_k$ )
$S_0 = 1$	790
$S_1 = 3$	1023
$S_2 = 5$	850
$S_3 = 6$	656
$S_4 = 6$	329
$S_5 = 7$	245
$S_6 = 7$	122
$S_7 = 7$	81

A continuación en la figura 4.12 se observa la ilustración de la redistribución del histograma.

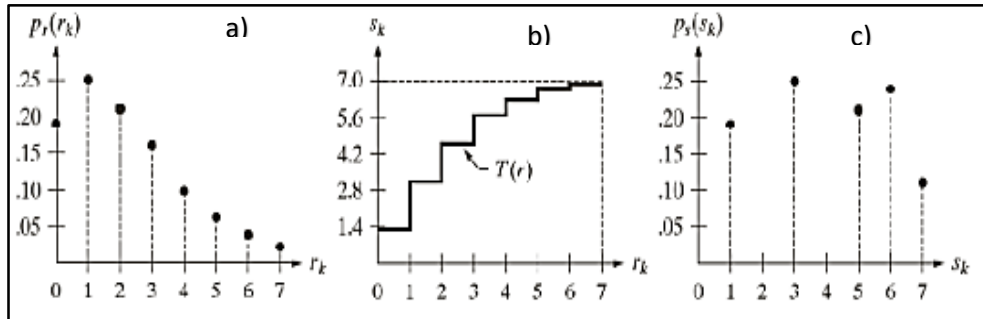


Fig. 4. 12 a) Histograma Original b) Función de Transformación c) Histograma Ecuilizado [43]

En Matlab la función que permite realizar la ecualización de la imagen es *histeq*, se observa un ejemplo en la figura 4.13.



Fig. 4. 13 a) Imagen a color b) Imagen en escala de gris c) Imagen ecualizada  
 Elaborado por: Daniel Castro

**Eliminación de Ruido:** El ruido es la información no deseada que contamina la imagen, es necesario aplicar un filtro a la imagen de entrada para eliminar el ruido, para realizar es necesario reducir la amplitud de las variaciones de la imagen, una forma simple de lograr es remplazando cada píxel por la media del valor de los píxeles de su alrededor de esta forma las variaciones de intensidad pueden ser reemplazadas por una transición sucesiva. El ruido en las imágenes digitales comúnmente aparece en altas frecuencias de espectro de la imagen.

El filtro de mediana es un filtro no lineal, el cual se basa en generar una nueva imagen cuya intensidad para cada píxel se obtiene promediando los valores de intensidad de los píxeles.

Sea (A) una imagen, para aplicar el filtro de mediana se toma todos los valores de la imagen.

$$A = \begin{bmatrix} 6 & 11 & 13 & 4 \\ 1 & 8 & 7 & 15 \\ 5 & 12 & 14 & 16 \\ 2 & 3 & 10 & 9 \end{bmatrix}$$

Luego se ordena de menor a mayor.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 5 & 6 & 7 & 8 \\ 9 & 10 & 11 & 12 \\ 13 & 14 & 15 & 16 \end{bmatrix}$$

Finalmente se toma el valor central

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 5 & \boxed{6} & \boxed{7} & 8 \\ 9 & \boxed{10} & \boxed{11} & 12 \\ 13 & 14 & 15 & 16 \end{bmatrix}$$

La mediana es el valor central de la matriz una vez ordenado de mayor a menor.

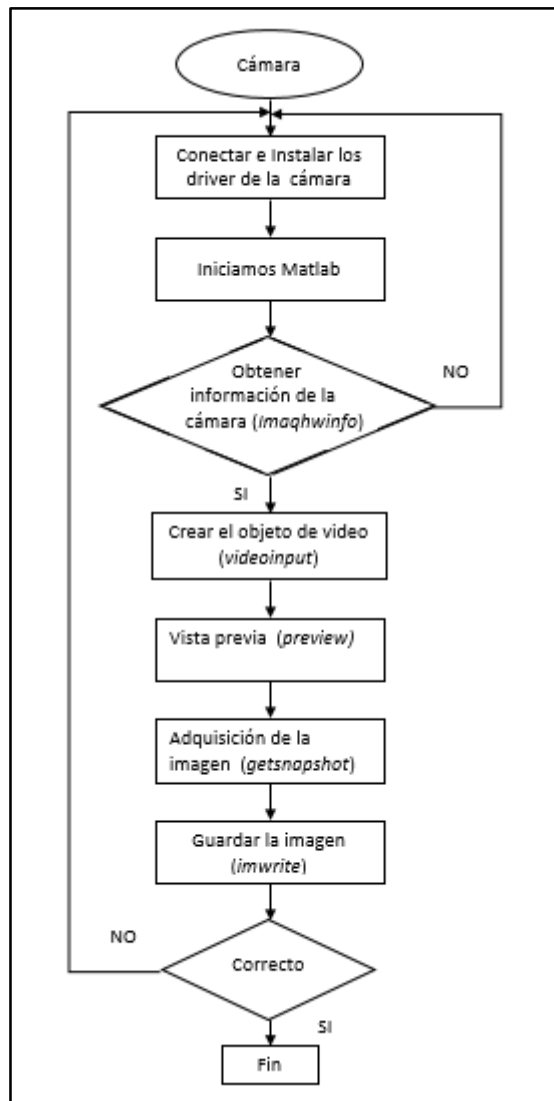
Las ventajas principales del filtro de mediana es que atenúa el ruido impulsivo (sal y pimienta), elimina los efectos engañosos y preserva los bordes de las imágenes.

Su desventaja, como es un filtro no lineal dado dos imágenes A y B, la Mediana  $(A+B) \neq \text{mediana}(A) + \text{mediana}(B)$ , es decir el valor final del píxel es un valor real presente en la imagen y no un promedio.

## B) Detección del Rostro

Consiste en ubicar el rostro del empleado dentro del recuadro de color rojo, para realizar la captura de la imagen mediante la cámara digital. Matlab permite realizar esto con facilidad ya que cuenta con una librería que reconoce cualquier dispositivo de video conectado a la computadora.

Para esta etapa hay que realizar los siguientes pasos como se observan en la figura 4.14.



**Fig. 4. 14** Diagrama de flujo del algoritmo para la detección del rostro  
Elaborado por: Daniel Castro

Lo primero que debemos realizar es instalar los driver y configurar la cámara de video que vamos a utilizar después iniciamos Matlab. Una vez conocido

la información necesaria del dispositivo, realizamos el algoritmo para la adquisición de la imagen.

A continuación en la figura 4.15 se observa un ejemplo de la detección de un rostro en la interfaz GUI de Matlab.



**Fig. 4. 15** Detección del rostro  
Elaborado por: Daniel Castro

### **C) Extracción de Características:**

Una vez detectado el rostro ya es posible extraer las características faciales de ella. Estas características como: área, posición, frente, cejas, ojos, nariz, boca, etc., son todos los píxeles de la imagen que permitan diferenciar los rostros a identificar para el reconocimiento posterior.

La extracción de las características faciales se realizó mediante el cálculo de los Eigenfaces, el cual se analizó en el capítulo 2 sección 2.2.20. Las características detectadas deben ser lo más similares posibles para rostros de la misma clase y lo más diferentes posibles para rostros de distintas clases.

### **D) Reconocimiento**

Una vez extraídas las características faciales de las imágenes que están almacenadas en la base de datos, fue llevado a un análisis estadístico

mediante la técnica Análisis de Componentes Principales (PCA), es decir transformar las características faciales en información relevante para su reconocimiento.

Para realizar las comparaciones se utilizó medidas de distancia, para examinar las diferencias entre las imágenes. La medida de distancia euclidiana es la más clásica, básica y general es decir ayuda a resolver los problemas más sencillos o que tengan características normales.

La Distancia Euclidiana o criterio del vecino más cercano, se define como la suma de las diferencias al cuadrado entre las componentes de los dos vectores y extrae su raíz, utilizando la ecuación 9 encontraremos la distancia euclidiana.

$$d = \sqrt{(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 + (a_3 - b_3)^2 + \dots + (a_n - b_n)^2} \quad (9)$$

Para calcular la distancia euclidiana se consideró una imagen digital cuya

matriz es;  $X = \begin{bmatrix} 3 & 5 & 2 & 4 \\ 1 & 0 & 3 & 5 \\ 9 & 10 & 2 & 5 \end{bmatrix}$  aplicando la ecuación (9) se obtuvo los

siguientes valores:

$$d_1 = \sqrt{(3 - 1)^2 + (5 - 0)^2 + (2 - 3)^2 + (4 - 5)^2} = 5,57$$

$$d_2 = \sqrt{(3 - 9)^2 + (5 - 10)^2 + (2 - 2)^2 + (4 - 5)^2} = 7,75$$

$$d_3 = \sqrt{(1 - 9)^2 + (0 - 10)^2 + (3 - 2)^2 + (5 - 5)^2} = 12,85$$

Finalmente la Matriz de distancia euclidiana es:

$$\begin{bmatrix} & \mathbf{S1} & \mathbf{S2} & \mathbf{S3} \\ \mathbf{S1} & 0 & 5.57 & 7.75 \\ \mathbf{S2} & & 0 & 12.85 \\ \mathbf{S3} & & & 0 \end{bmatrix}$$

## 4.6 Interfaz Gráfica del Usuario

El funcionamiento del sistema de control de acceso al personal mediante reconocimiento facial se desarrolló una interfaz gráfica de usuario con la herramienta GUIDE de Matlab.

En la figura 4.16 se observa la pantalla principal del sistema, que está conformado de varias opciones como: control de asistencia, usuario, respaldo para registro y reportes, para el usuario y el administrador.



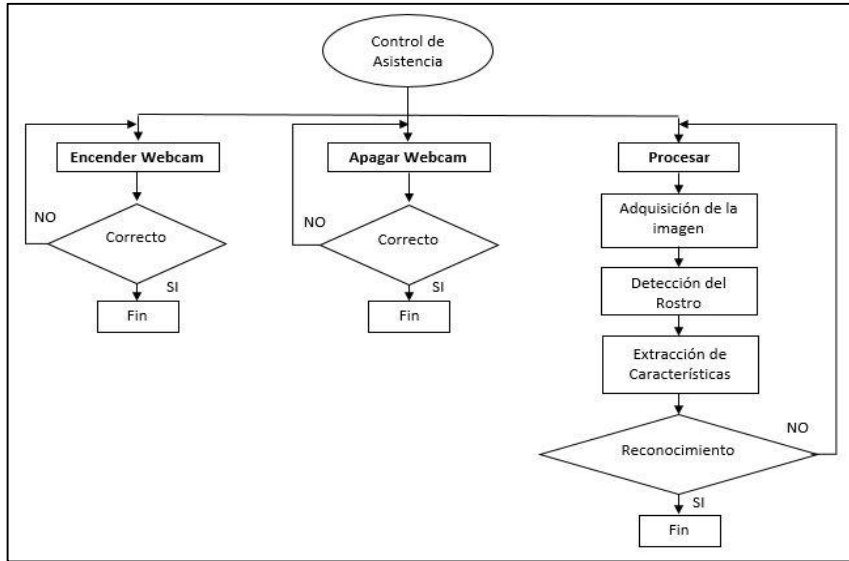
Fig. 4. 16 GUIDE de la pantalla principal del sistema  
Elaborado por: Daniel Castro

A continuación se hace una breve descripción de cada opción del sistema para dar una explicación. En las figuras 4.17, 4.18, 4.19 y 4.20 se puede observar los diagrama de flujo de las opciones que cuenta el sistema.

### Control de Asistencia

Esta opción permite tres tipos de acciones encender la webcam, apagar la webcam y realizar el reconocimiento facial para registrar la hora de entrada y salida de los empleados.

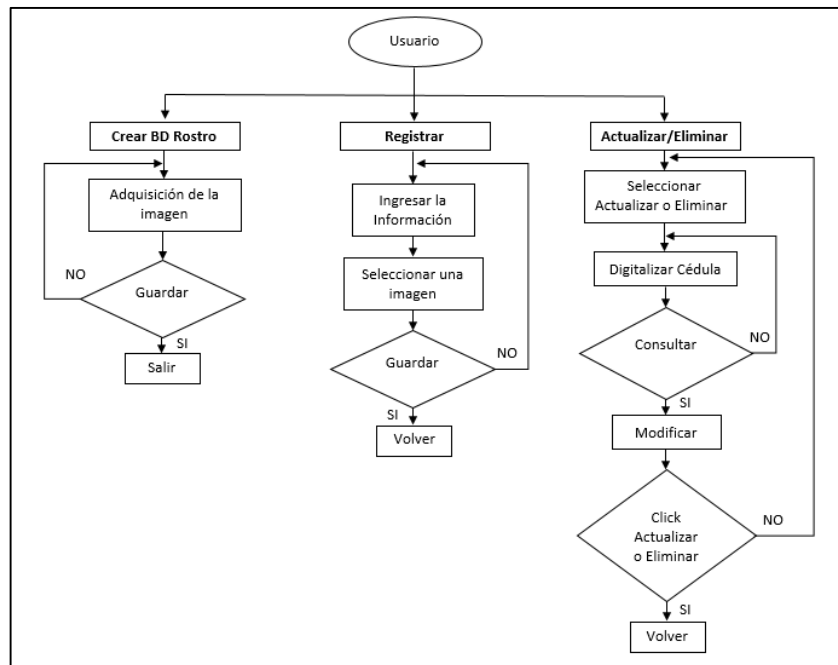




**Fig. 4. 17** Diagrama de flujo del Control de Asistencia  
Elaborado por: Daniel Castro.

## Usuario

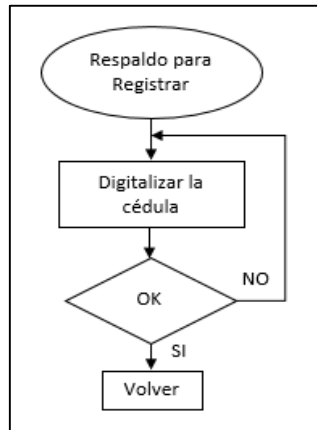
En esta opción se registra la información necesaria del usuario para que el sistema funcione correctamente.



**Fig. 4. 18** Diagrama de flujo del Usuario  
Elaborado por: Daniel Castro

## Respaldo para Registrar

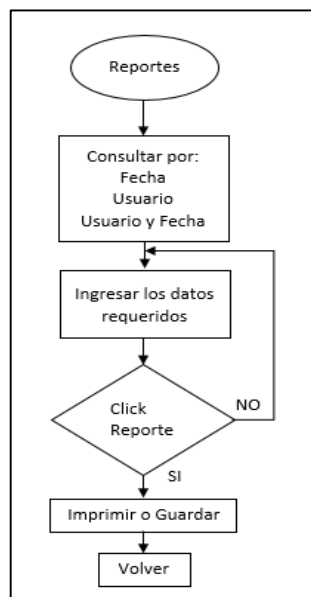
Se utiliza como respaldo para registrar la hora de entrada y salida de los usuarios, siempre y cuando exista algún error con la cámara o con el sistema de iluminación.



**Fig. 4. 19** Diagrama de flujo para Registrar  
Elaborado por: Daniel Castro

## Reportes

Permite consultar los usuarios registrados en el sistema y realiza los reportes de las actividades de los usuarios.



**Fig. 4. 20** Diagrama de flujo para Reportes  
Elaborado por: Daniel Castro

## 4.7 Funcionamiento

Para garantizar el funcionamiento del sistema se desarrolló varias pruebas con los usuarios registrados en el sistema y así establecer los porcentajes de confiabilidad. Se debe tomar en cuenta en el funcionamiento que la técnica empleada en el sistema no rechaza los rostros de los usuarios no registrados en la base de datos, debido que la técnica compara el rostro de entrada con los rostros almacenados dando como resultado al que más se parece, es decir siempre habrá un usuario semejante.

El sistema fue sometido a varias pruebas durante el día y la noche, obteniendo resultados satisfactorios. A continuación en la tabla 4.8 se observa un resumen de resultados detectados.

**Tabla 4. 8** Resumen de resultados detectados  
Elaborado por: Daniel Castro

	Durante el día	Durante la noche
<b>Rostro detectado Correctamente</b>	28	27
<b>Rostro Detectado Incorrectamente</b>	2	3
<b>Número total de capturas realizadas</b>	30	30

## 4.8 Confiabilidad del Sistema

Para determinar la confiabilidad del sistema se capturaron 30 fotografías durante el día y 30 fotografías durante la noche de los usuarios registrados.

Para calcular los porcentajes de aceptación se utiliza la ecuación 10

$$Aceptación(Dia/Noche) = \frac{\# \text{ de Aceptaciones} * 100\%}{total \text{ de capturas}} \quad (10)$$

A continuación se calculó el porcentaje de aceptación:

$$Aceptación (Dia) = \frac{\# \text{ de Aceptaciones} * 100\%}{total \text{ de capturas}}$$

$$\frac{\# 28 * 100\%}{30}$$

$$= 93.33 \%$$

$$\text{Aceptación (Noche)} = \frac{\# \text{ de Aceptaciones} * 100\%}{\text{total de capturas}}$$

$$\frac{\# 27 * 100\%}{30}$$

$$= 90 \%$$

Obteniendo los siguientes resultados durante el día:

- Correcto            28            93.33 %
- Incorrecto           2            6.66 %

Obteniendo los siguientes resultados durante la noche:

- Correcto            27            90 %
- Incorrecto           3            10 %

Finalmente se obtuvo la confiabilidad del sistema:

Confiabilidad del sistema durante el día: 93.33 %

Confiabilidad del sistema durante la noche: 90 %

La confiabilidad es un requisito muy importante para sistemas de gran escala y para aumentar la confiabilidad del reconocimiento se utiliza dos o más imágenes de la misma persona.

## 4.9 Análisis Económico del Proyecto

A continuación en la tabla 4.9 se presenta el costo de los dispositivos y demás componentes utilizados para la implementación del sistema de control de asistencia mediante reconocimiento facial.

**Tabla 4. 9** Presupuesto de Materiales y Equipos  
Elaborado por: Daniel Castro

<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Precio Total</b>
Monitor de PC	1	\$ 150	\$ 150
Focos Led	1	\$ 10	\$ 10
Cámara web	1	\$ 35	\$ 35
Parlantes	1	\$ 15	\$ 15
Cable VGA	1	\$ 25	\$ 25
Extensión	1	\$ 3	\$ 3
Licencia de Matlab	1	\$ 2500	\$ 2500
		<b>TOTAL</b>	<b>\$ 2738</b>

### 4.9.1 Costo del Diseño

Para el costo del diseño se debe tomar en cuenta el total de las horas trabajadas en el proyecto. Para obtener el costo por hora de trabajo de un Ingeniero Electrónico y Comunicaciones se tomó en cuenta el salario obtenido de la página del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, el sueldo anual de un ingeniero es de \$ 20112.

Donde:

$$\text{Mensual} = \$ 20112 / 12 = \$ 1676$$

$$\text{Diario} = \$ 1676 / 20 = \$ 83.8$$

$$\text{Hora} = \$ 83.8 / 8 = \$ 10.48$$

Para este proyecto se toman un total de 150 horas, el costo de trabajo será:

$$\text{Costo de trabajo} = 150 * \$ 10.48 = \$ 1572$$

En la tabla 4.10 se presenta el costo final del proyecto

**Tabla 4. 10** Costo total del proyecto  
Elaborado por: Daniel Castro

<b>Detalles</b>	<b>Precio</b>
<b>Presupuesto de materiales y equipos</b>	\$ 2738
<b>Costo Trabajo</b>	\$ 1572
<b>Total</b>	\$ 4310

Por lo tanto el costo total del proyecto es de \$ 4310

#### **4.9.2 Análisis de Costo - Beneficio**

Un sistema de las mismas características que le presente, tiene un costo en el mercado entre 400 y 1500 dólares. El costo final estimado para la implementación del sistema de control de acceso al personal es de USD 4310, este sistema está en plena capacidad de ser competitivo con sistemas profesionales debido a la cantidad de servicios que presta.

El monto determinado para el sistema con estas características resulta muy costoso económico debido a la compra de la licencia de Matlab.

## **CAPÍTULO 5**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 Conclusiones**

- Durante las pruebas realizadas se determinó que con matrices (imágenes) de gran tamaño la tasa de error aumenta entre el 0,4% y 9%, cuando más grande sea la imagen hay más probabilidad de detectar erróneamente el rostro, por ese motivo fue necesario realizar un ajuste a las imágenes (102 x 120 píxeles) al disminuir el tamaño de la imagen se eliminó la información que no es válida, dando como resultado un reconocimiento confiable y seguro.
- El reconocimiento facial se ve afectado por la presencia o ausencia de ciertos factores como: gorras, bufandas, gafas, entre otros, y además por la visualización de las expresiones faciales del usuario en un 30% para su extracción de caracteres.
- Al aumentar el número de imágenes faciales (mínimo 5 imágenes) de cada persona en la base de datos, se obtiene un mayor porcentaje (más del 85%) de aciertos en el reconocimiento facial.
- La técnica de Análisis de Componentes Principales (PCA) denominado método de eigenfaces proporciona un mayor rendimiento para el reconocimiento facial en entornos controlados, es una técnica estadística que se emplea para reducir la dimensionalidad (número de variables) de

un conjunto de datos, alcanzando un buen rendimiento en tiempo y complejidad computacional. PCA se desempeña mejor que las otras técnicas con una tasa de acierto comprendida entre el 85% y el 90%, además se ha tomado como parámetro de comparación para las nuevas técnicas.

## **5.2 Recomendaciones**

- Es recomendable implementar sistemas de control de acceso al personal mediante reconocimiento facial, ya que se basan en las características de cada usuario y por ende evita la suplantación de identidad a la hora de registrar la entrada y salida.
- Realizar el mantenimiento de la base de datos de los rostros de los empleados cada cierto periodo de tiempo (5 años) para no tener dificultad a la hora del reconocimiento facial, debido a que con el tiempo cambian los rasgos físicos de las personas.
- Es necesario implementar un sistema de alimentación ininterrumpida (UPS), para suministrar energía eléctrica en ocasiones de fallos de suministro y así no se vea afectado el registro a la hora de entrada y salida.
- Se recomienda a la persona encargada de administrar el sistema, tenga conocimientos básicos de manejo de software, para la correcta manipulación de la información de los empleados registrados en el sistema.



## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Gerencia, «Gerencia,» EMB, Octubre 2010. [En línea]. Available: <http://www.emb.cl/gerencia/articulo.mvc?xid=744>. [Último acceso: 14 Noviembre 2014].
- [2] E. Torres, «Sistema Electrónico para Control de Acceso de Personas por Reconocimiento de Huella Dactilar, con Autenticación remota en Base de Datos a través de una Wlan,» UTN, Ibarra, 2012.
- [3] H. A. Fuentes, «Sistemas de Reconocimiento Basados en la Imagen Facial,» UIS, Bucaramanga, 2011.
- [4] M. A. G. Aguirre, J. P. Velasco Alfaro, C. Mundo Venegas, J. C. Pedraza Ortega, E. Gorrostieta Hurtado y C. A. González Gutiérrez, «Control de Acceso del Hogar por Reconocimiento Facial,» UVMCQ, Querétaro, 2009.
- [5] P. A. Pereyra, «Reconocimiento Facial Mediante Imágenes Estereoscópicas Para Control de Ingreso,» UBA, Bueno Aires.
- [6] A. O. Morales, «Automatización del Proceso de Control de Asistencia del Personal Académico en Tiempo Real a través de Reconocimiento Biométrico,» UNAM, Universitaria, 2010.
- [7] J. O. B. Calvache, «Análisis y Diseño de un Sistema que Permita Controlar el Acceso y Asistencia del Personal para la Empresa Human Trend,» EPN, Quito, 2010.
- [8] AdXpansion, «Administración de Empresas,» 21 Agosto 2011. [En línea]. Available: <http://cursoadministracion1.blogspot.com/2011/06/proceso-e-instrumentos-del-registro-y.html>. [Último acceso: 10 Abril 2015].
- [9] D. S. M. Tejada, «Prototipo de Control de Acceso Peatonal al Campus de la Corporación Universitaria Lasallista,» Corporación Universitaria Lasallista, Caldas Antioquia, 2012.

- [10] Insevig, «Control De Accesos,» 25 Julio 2010. [En línea]. Available: <http://www.insevig.com/images/CONTROL%20DE%20ACCESOS.pdf>. [Último acceso: 10 Abril 2015].
- [11] K. Electronics, «kimaldi,» 3 Agosto 2010. [En línea]. Available: [http://www.kimaldi.com/sectores/seguridad\\_informatica/identificacion\\_y\\_control\\_de\\_acceso\\_por\\_huella\\_digital](http://www.kimaldi.com/sectores/seguridad_informatica/identificacion_y_control_de_acceso_por_huella_digital). [Último acceso: 11 Abril 2015].
- [12] Cedeinse, «Expertos en CEDEINSE Protección y Seguridad,» 2010. [En línea]. Available: [http://www.cedeinse.com.mx/nuestros\\_productos.html](http://www.cedeinse.com.mx/nuestros_productos.html). [Último acceso: 12 Abril 2015].
- [13] A. H. Briones, «UNAM-Facultad de Ingeniería Biometría Informática,» 11 Marzo 2011. [En línea]. Available: <http://redyseguridad.fi-p.unam.mx/proyectos/biometria/basesteoricas/caracteristicassistema.html>. [Último acceso: 14 Abril 2015].
- [14] L. E. B. Chuquisengo, «Verificación de Identidad de Personas mediante Sistemas Biométricos para el Control de Acceso a una Universidad,» Pontificia Universidad Católica Del Perú, Lima, 2006.
- [15] D. G. H. Arroyo y E. S. Ramírez Tapia, «Diseño e Implementación de un Prototipo para el Control de Acceso Mediante el Reconocimiento de Imágenes del Iris empleando la Herramienta de Desarrollo Labview,» Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2007.
- [16] A. V. Wilson y E. Salazar López, «Control de Acceso por Biometría Mediante Huellas Dactilares y Desarrollo de un Sistema Informático para la sala de Profesores de la Facultad de Ciencias Informáticas de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí,» Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manabí, 2009.
- [17] A. h. Briones, «UNAM-Facultad de Ingeniería,» 11 Marzo 2011. [En línea]. Available: <http://redyseguridad.fi-p.unam.mx/proyectos/biometria/clasificacionsistemas/clasificaciontipo.html>. [Último acceso: 13 Abril 2015].

- [18] C. N. G. Mauricio y A. L. Chiluisa Tambo , «Construcción e Implementación de un Circuito Electrónico Mediante un Sensor de Huellas Dactilares para el Control de Ingreso y Salida del Personal Autorizado al Cuarto de Equipos de Computación ubicado en el Instituto de Estudios del Petróleo - Quito,» Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2013.
- [19] C. Herrera, «Pulsosocial,» 4 Septiembre 2012. [En línea]. Available: <http://pulsosocial.com/2012/09/04/biometria-y-encryptacion-de-software-un-mercado-casi-virgen-en-latinoamerica/>. [Último acceso: 16 Abril 2015].
- [20] M. SL, «Kimaldi,» [En línea]. Available: [http://www.kimaldi.com/kimaldi/area\\_de\\_conocimiento/biometria/parametros\\_biometricos](http://www.kimaldi.com/kimaldi/area_de_conocimiento/biometria/parametros_biometricos). [Último acceso: 18 Junio 2015].
- [21] S. d. I. F. Rodríguez, L. García Pérez y C. Gutiérrez Borge, «Estudio sobre las Tecnologías Biométricas Aplicadas a la Seguridad,» Instituto Nacional de Tecnologías de la Comunicación, 2011.
- [22] C. T. Borja y A. Giz Bueno, «Sistemas Biométricos».
- [23] E. P. Romero, «Sobre los Colores Óptimos y sus Aplicaciones en Visión y Tecnología del Color,» Universidad de Alicante.
- [24] M. D. C. S. Cuenca y M. A. Mainato Buñay, «Análisis Comparativo de Técnicas de Reconocimiento de Rostros Basado en Modelos y en Imagen usando un Módulo de Inteligencia Artificial en MATLAB. Caso Práctico: Departamento “CLIMAGEN” de la Clínica Moderna de la Ciudad de Riobamba,» Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, 2014.
- [25] C.-S. I. GITS, «GITS Ciber seguridad,» 25 Enero 2013. [En línea]. Available: <http://gitsinformatica.com/biometria.html>. [Último acceso: 18 Abril 2015].
- [26] C. N. d. C. y. T. (NSTC), «Biometría,» Agosto 2006. [En línea]. Available: <http://www.biometria.gov.ar/metodos-biometricos/facial.aspx>. [Último acceso: 2 Mayo 2015].

- [27] H. G. Molina, Avances en Informática y Sistemas Computacionales, Juárez: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, 2006.
- [28] A. B. M. Díaz, «Reconocimiento Facial Automático mediante Técnicas de Visión Tridimensional,» Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2004.
- [29] C. V. G. Jiménez, «Diseño y Desarrollo de un Sistema de Reconocimiento de Caras,» Universidad Carlos III de Madrid, Madrid, 2009.
- [30] N. L. Pérez y J. J. Toro Agudelo, «Técnicas de Biometría Basadas en Patrones Faciales del ser Humano,» Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, 2012.
- [31] Abreproy, «Segmentación de Imágenes por Intersección Histograma,» [En línea]. Available: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11768/fichero/PROYECTO%252FCapitulo+3.pdf>. [Último acceso: 20 Julio 2015].
- [32] C. Maximiliano y M. A. Galván, «Teoría de Comunicación,» Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, 2009.
- [33] H. A. Fuentes, «Sistemas de Reconocimiento basados en Imagen Facial,» Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2011.
- [34] A. P. M. Turk, «Eigenfaces for Recognition, » Ed Lawson, 2005.
- [35] S. E. G. Sánchez, «Diseño de un Sistema de Autenticación Biométrica basado en Reconocimiento Facial,» Universidad Nacional de Loja, Loja, 2014.
- [36] J. S. Pérez, «Localización y Reconocimiento de Rostros en Imágenes Monoculares de frente con Variación en Escala,» Universidad Autónoma Metropolitana, 2009.
- [37] Matlab, «MathWorks,» [En línea]. Available: <http://www.mathworks.com/products/matlab/>. [Último acceso: 5 Mayo 2015].

- [38] J. L. S. d. I. Rosa, «Matlab/Octave,» 29 Diciembre 2002. [En línea]. Available:  
<http://nereida.deioc.ull.es/~pcgull/ihiu01/cdrom/matlab/contenido/node2.html>.  
[Último acceso: 8 Mayo 2015].
- [39] MathWorks, «MathWorks,» 2015. [En línea]. Available:  
<http://www.mathworks.com/products/image/>. [Último acceso: 10 Mayo 2015].
- [40] k. Ramírez, «Procesamiento Digital de Imágenes Usando Matlab,» de Visión Artificial, 2012, p. 12.
- [41] M. Rouse, «MySQL, » Eng. y Rob McCormack, Enero 2015. [En línea]. Available: <http://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/MySQL>. [Último acceso: 15 Mayo 2015].
- [42] W. Gonzales, «Digital Image Processing,» 2010.
- [43] R. C. Gonzalez y R. E. Woods, Digital Image Processing, New Jersey: Upper Saddle River, 2002.

## ANEXOS Y APÉNDICES


### ANEXO A

#### REQUISITOS DE PRE-INSTALACIÓN


- **Versión del Sistema Operativo**

Windows 7 de 32 bits

- **Librería de Conexión entre Matlab y MySQL**

 Mysql-connector-odbc-5.3.4-win32

- **Instalador utilizado para la Base de Datos**

 Wampserver2.5-Apache-2.4.9-Mysql-5.6.17-php5.5.12-32b.exe

- **Datos de Conexión para el Host de MySQL**

Dirección del Host de MySQL : localhost

Usuario: root

Contraseña: xxxx

Puerto: 3306

Nombre de la Base de Datos: fashion

## INSTALACIONES DE LOS SOFTWARE

A continuación se indica los pasos de cada una de la instalaciones necesarias para correcto funcionamiento del sistema.

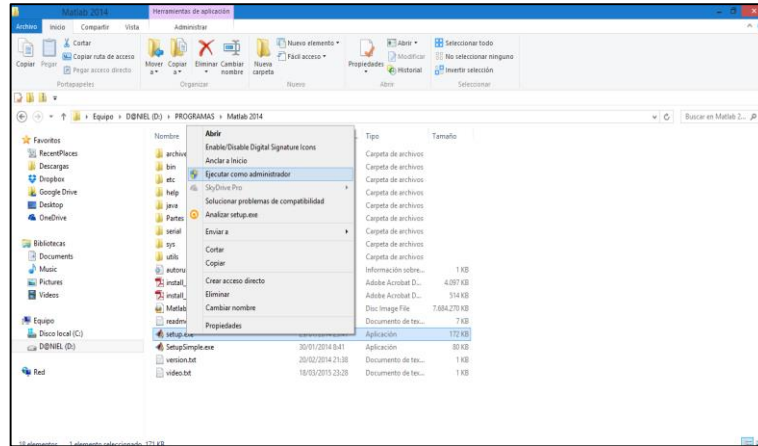
**Matlab:** Es el software en donde se realizó las interfaces de usuario del sistema.

**MySQL:** Es la Base de Datos donde se almacena toda la información de los usuarios.

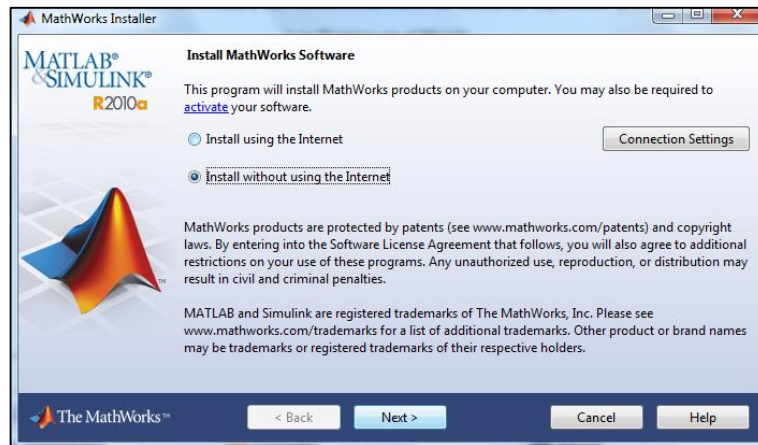
**Wampserver:** Es el entorno de desarrollo web para Windows, en el cual se puede crear aplicaciones web con Apache, PHP y base de datos en MySQL, y sirve para ingresar tablas, realizar consultas y generar scripts.

# INSTRUCCIONES PARA INSTALAR MATLAB

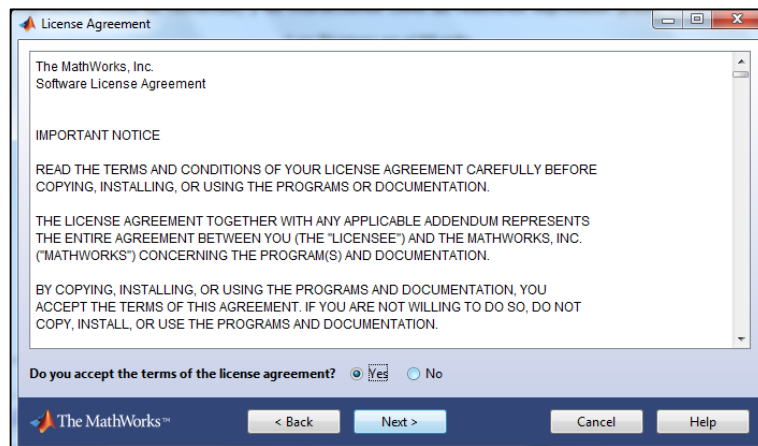
1. Ejecutar setup.exe como administrador.



2. Instalar MATLAB sin usar internet.

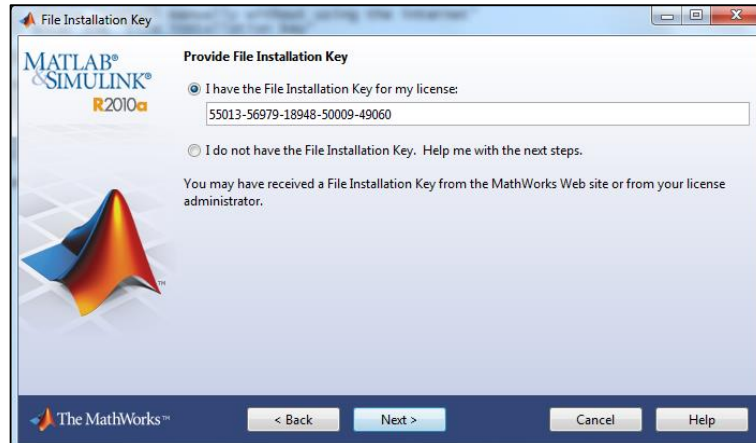


3. Aceptar los términos.

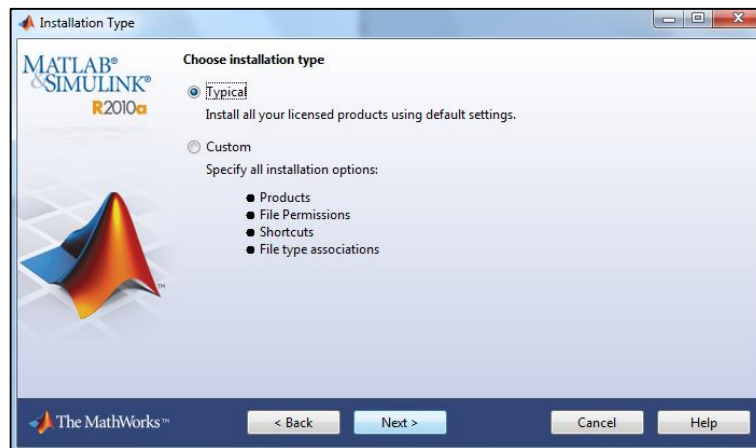




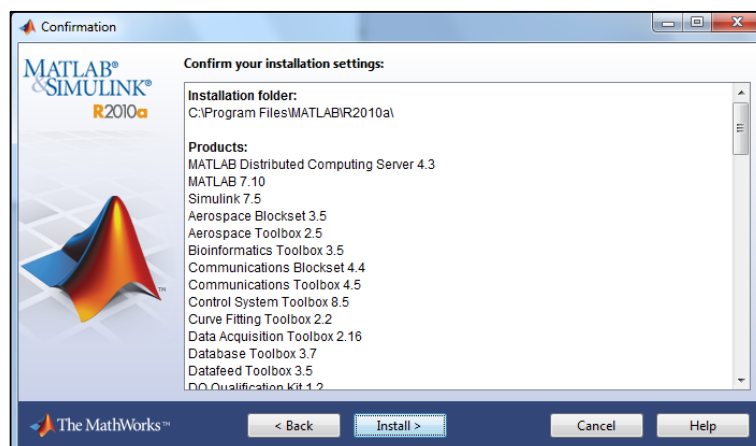
4. Ingresar el número de licencia del producto.

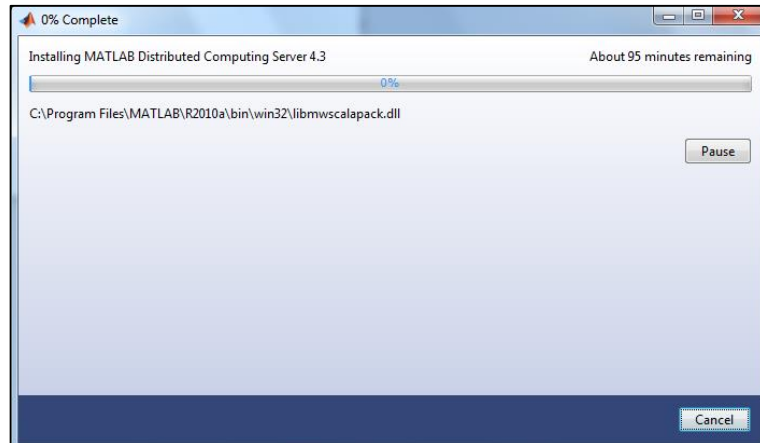


5. Escoger instalación típica.

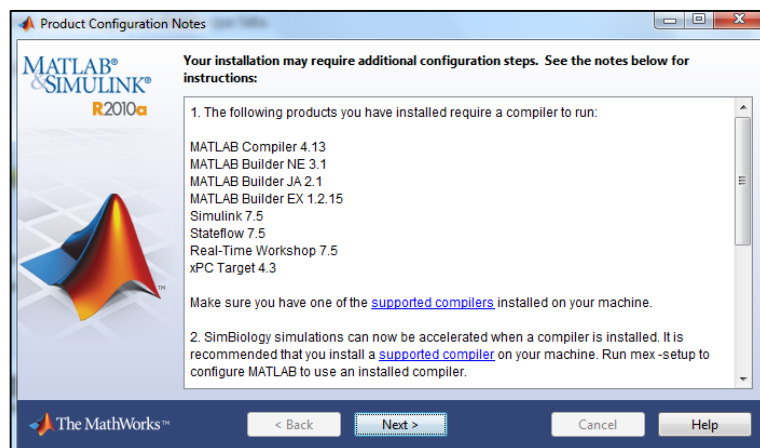


6. Click en el botón Install.

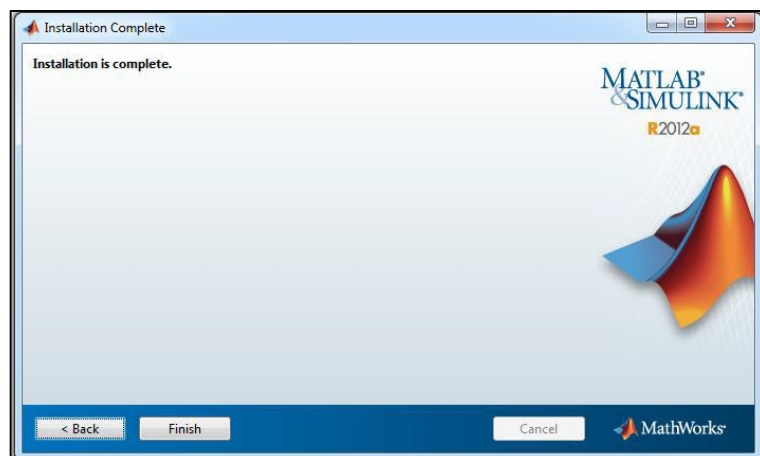




7. Click en el botón siguiente.

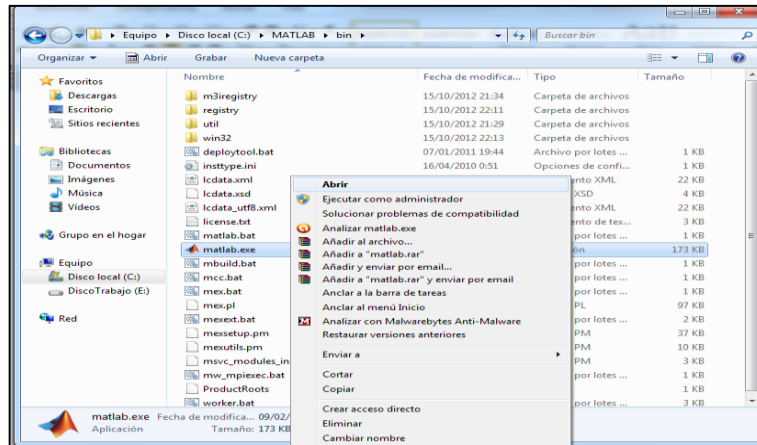


8. Click en el botón Finish para terminar la instalación.

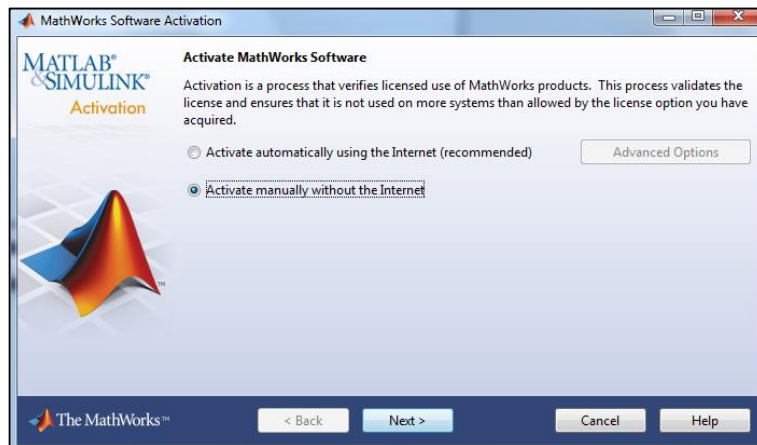


## PASOS PARA ACTIVAR MATLAB

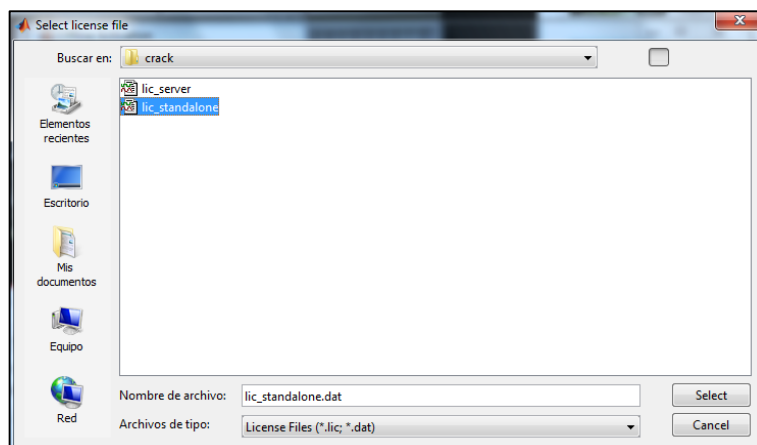
9. Abrir la aplicación matlab.exe ubicado en la ruta "C:\MATLAB\bin"

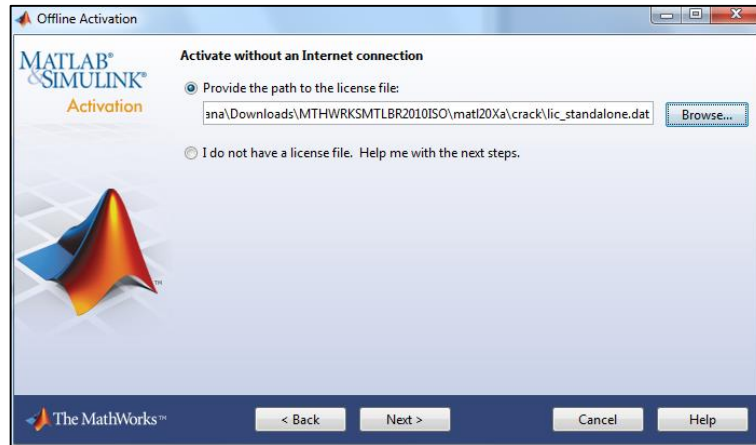


10. Activar el producto manualmente sin internet.

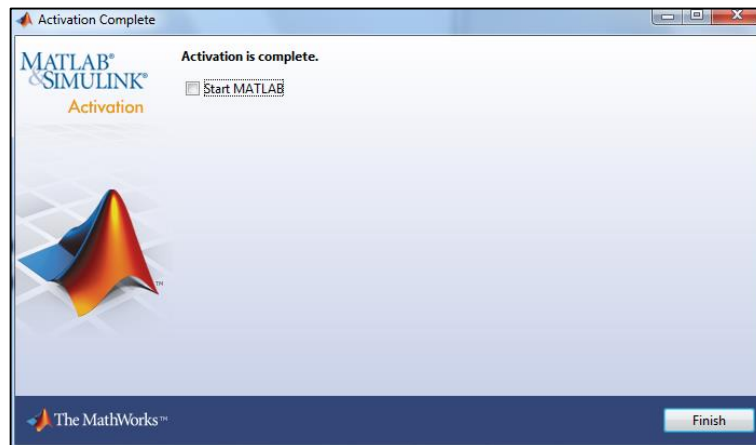


11. Ingresar la ruta en donde se encuentra el archivo de licencia standalone



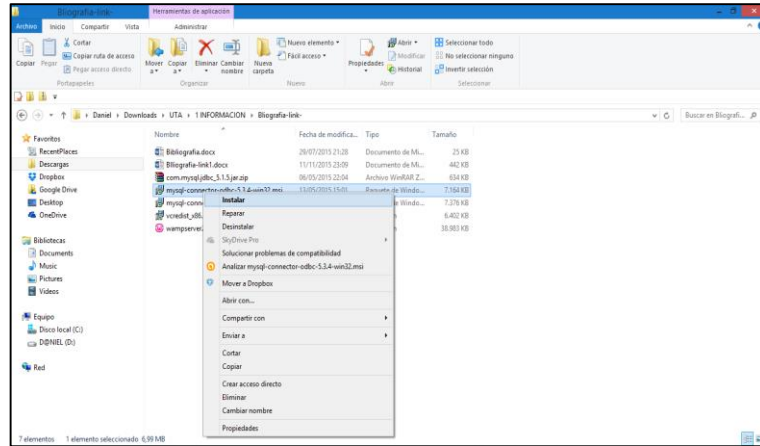


12. Finalizar la instalación.



## INSTRUCCIONES PARA INSTALA MYSQL

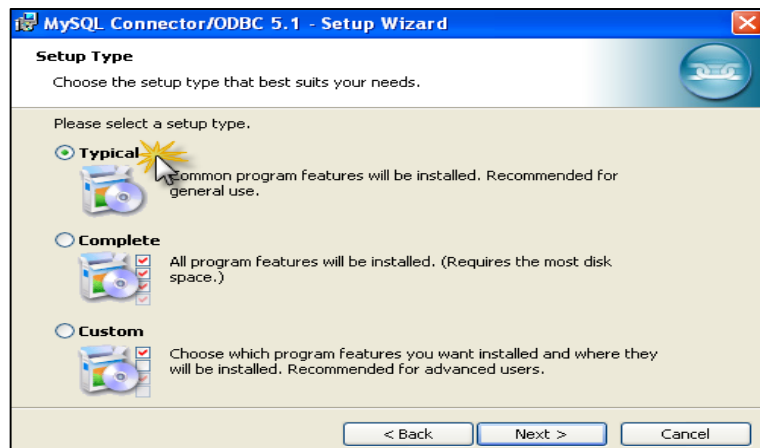
1. Ejecutar mysql-connector-odbc-5.3.4-win32.msi como administrador



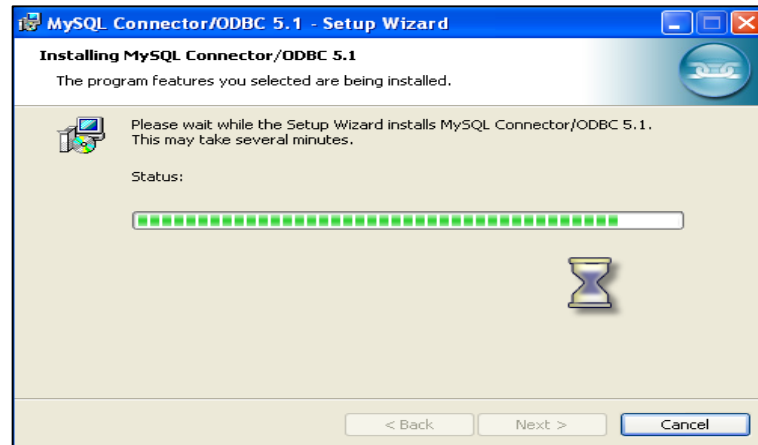
2. Click en el botón Next.



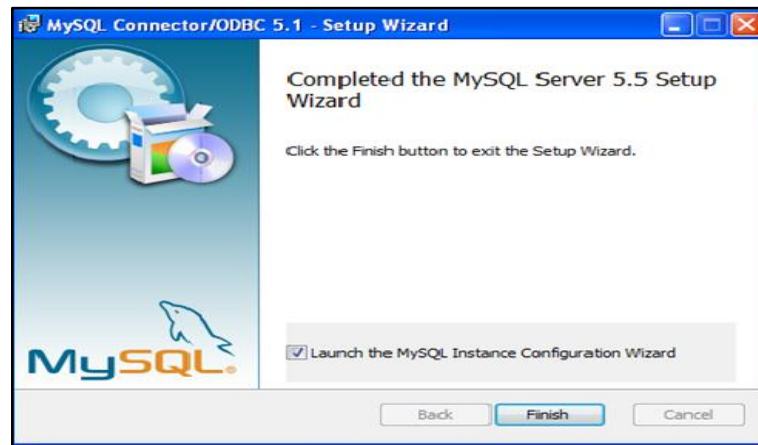
3. Escoger instalación típica, y luego hacer click en el botón Next.



4. Click en el botón Install.



5. Finalizar la instalación.

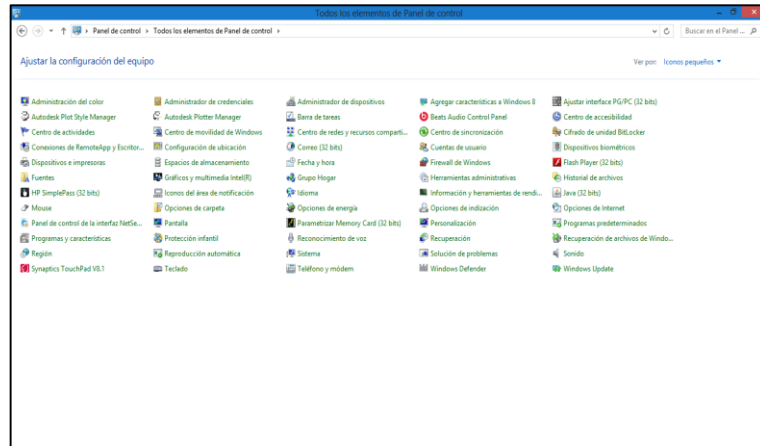


## Configuración de nuestra primera base con el conector ODBC

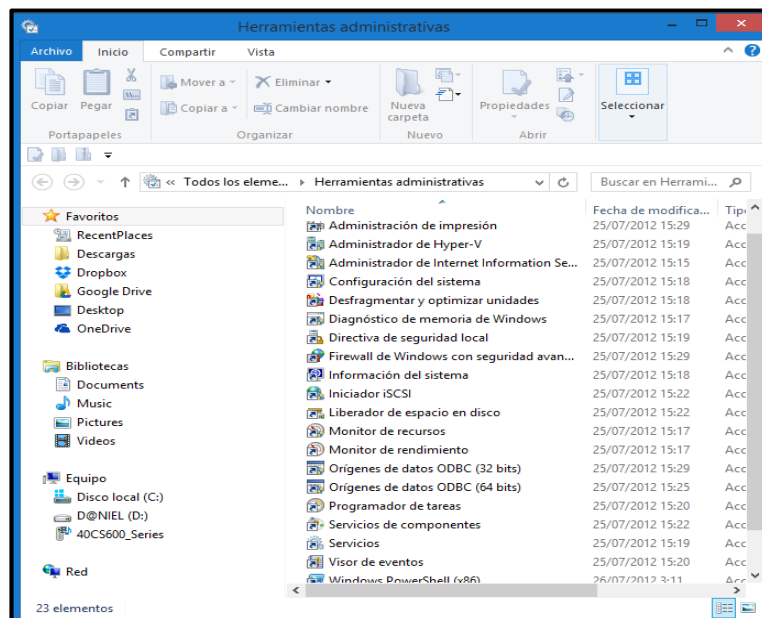
Al termina la instalación se tiene nuestro conector en el repositorio de Windows.

Pasos para configurar:

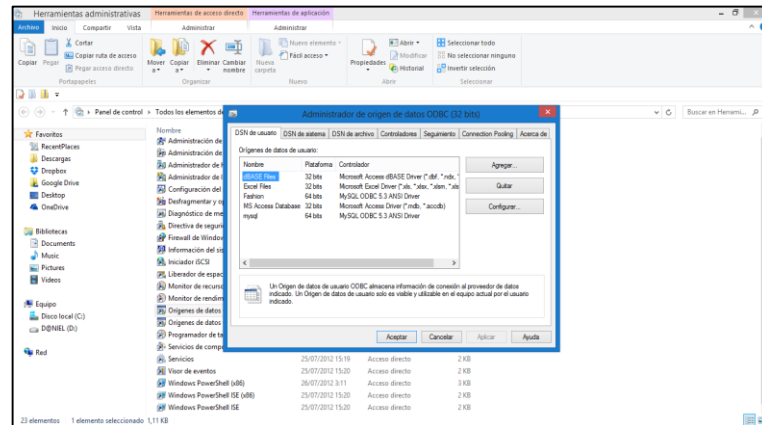
- Inicio.
- Panel de Control.



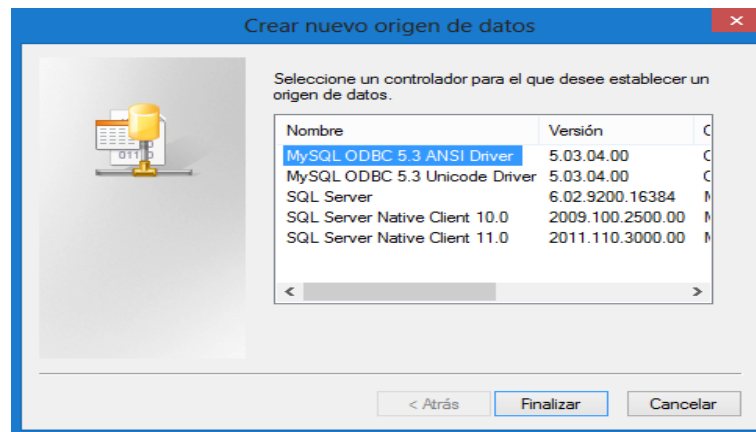
- Todos los elementos de Panel de Control.
- Herramientas administrativas.



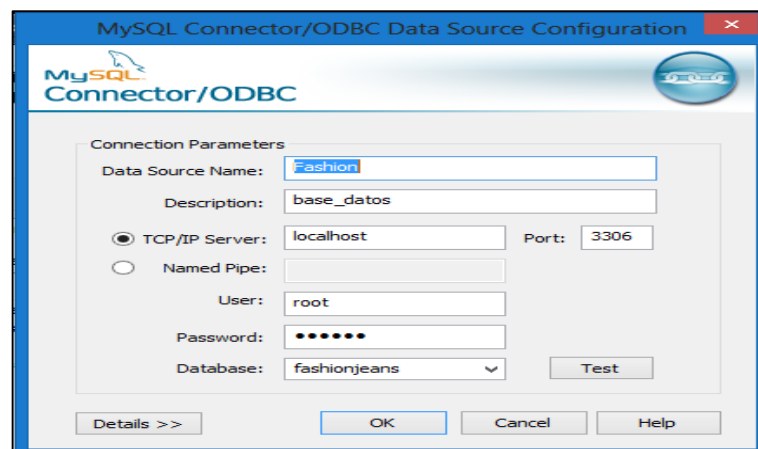
- Orígenes de datos ODBC.



- Seleccionar la pestaña DSN Usuario y dar click en Agregar, luego seleccionar MySQL ODBC 5.3 y Finalizar.



- Configurar los siguientes parámetros.

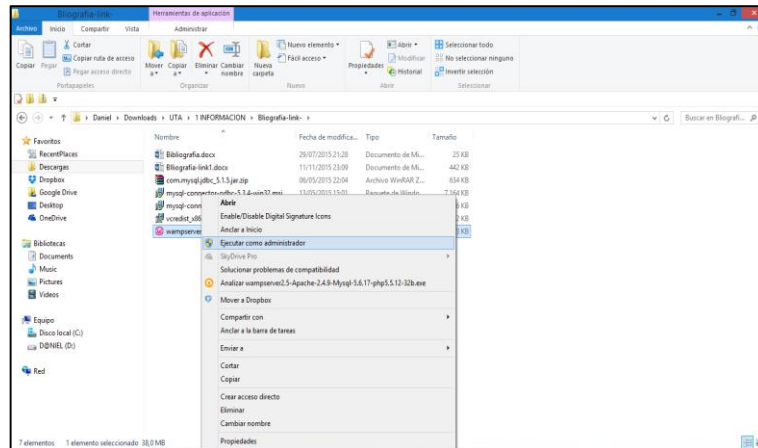


- Finalmente haga click en OK

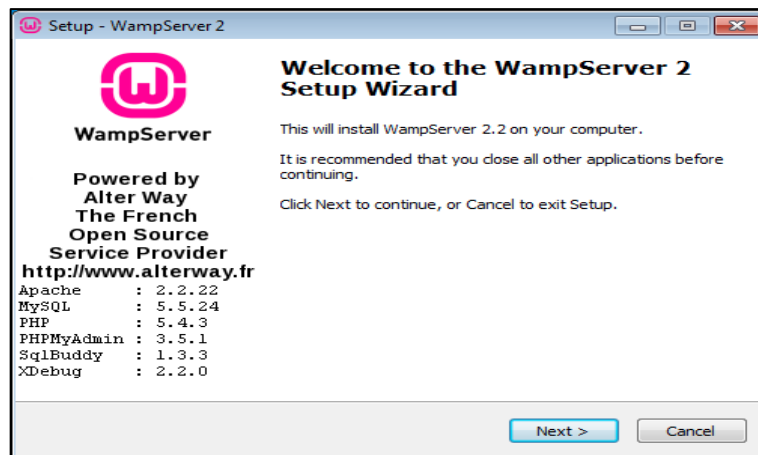


# INSTRUCCIONES PARA INSTALAR WAMP SERVER

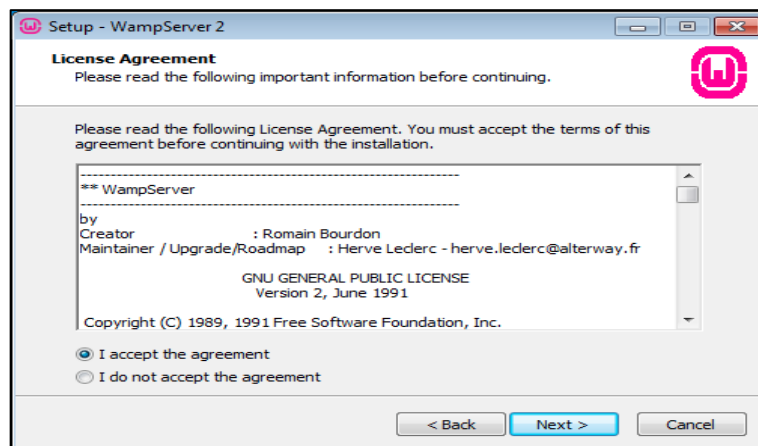
1. Ejecutar setup.exe como administrador.



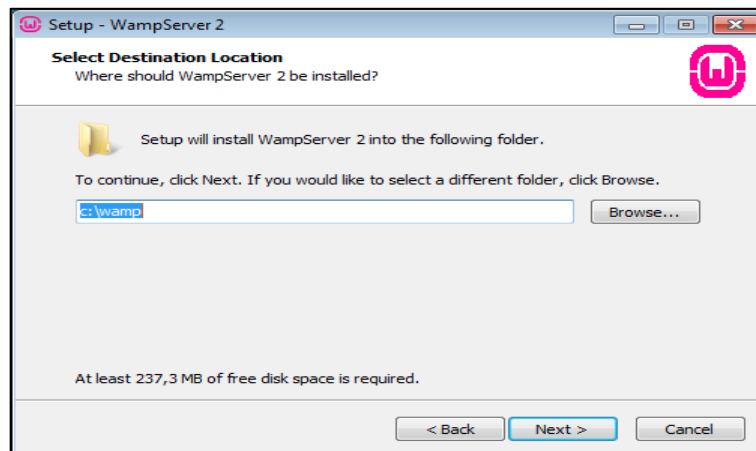
2. Click en el botón Siguiente.



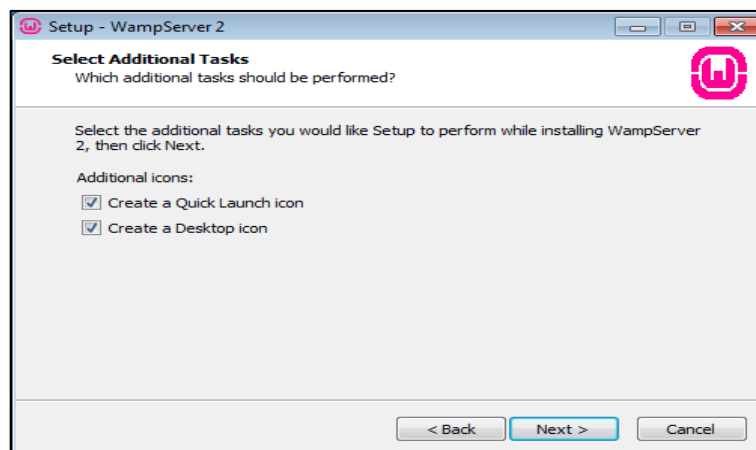
3. Aceptar los términos de licencia y seleccionar Next.



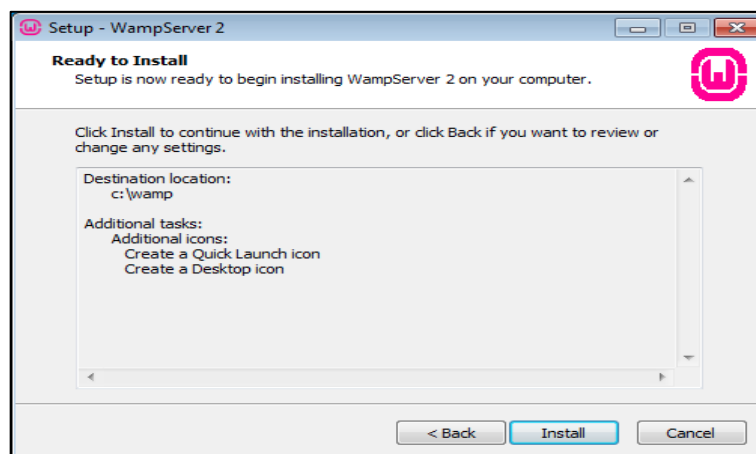
4. Si es la ubicación donde se quiere instalar wampserver, haga click en el botón Next.

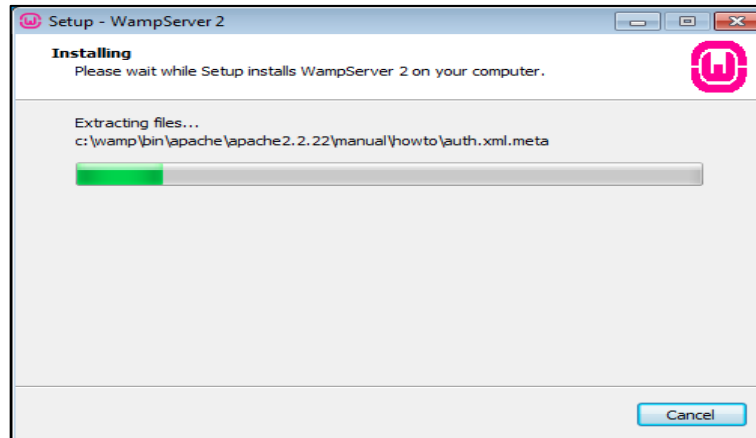


5. Configurar las opciones según la comodidad, para continuar dar click en el botón Next.

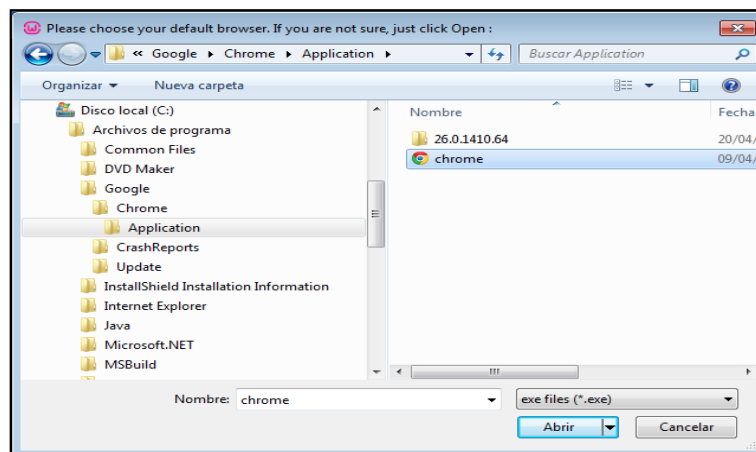


6. Click en el botón Install.





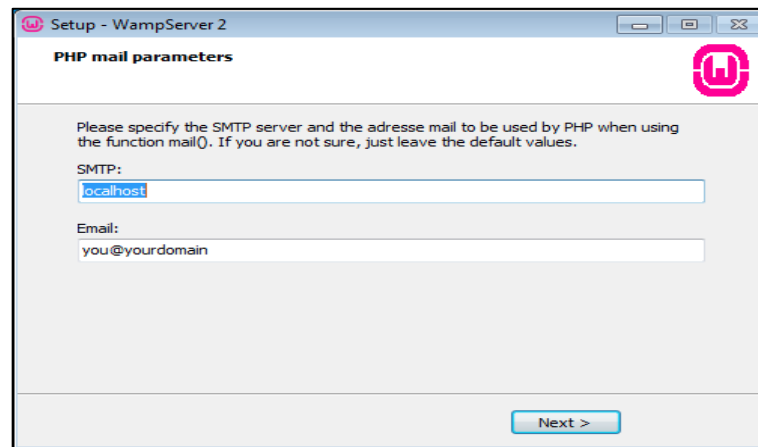
7. Antes de finalizar el proceso de instalación seleccionar el navegador por defecto.



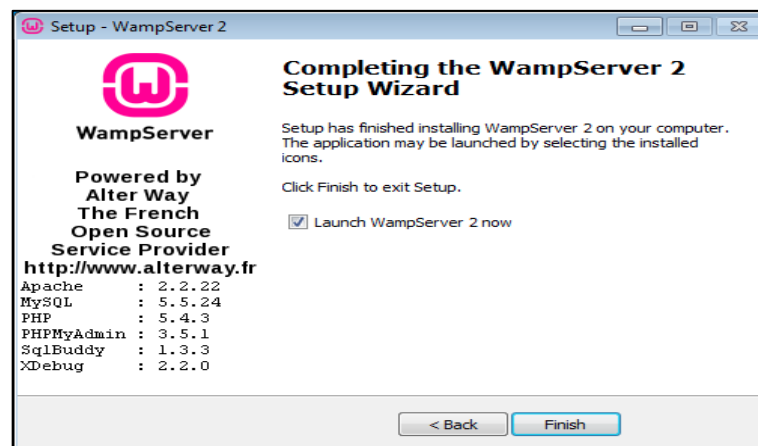
8. AL finalizar la instalación el *FireWall* se activa bloqueando el Apache del *WampServer*, ya que lo detecta como amenaza en la red, pero como se sabe que no lo es, seleccionar en Permitir acceso.



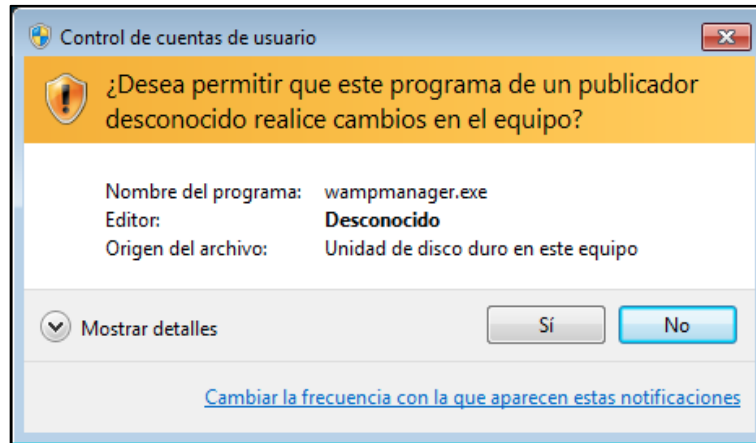
9. Al desbloquear el apache y permitirle acceso, iniciar el proceso de configuración, los parámetros que se colocaran serán los por defecto.



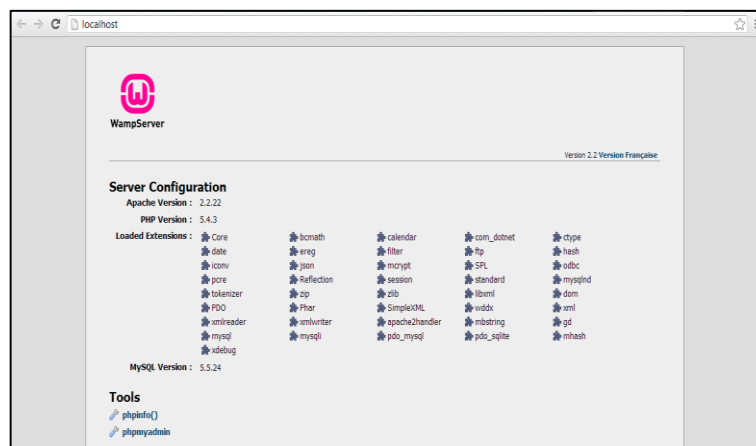
10. Click en el botón para terminar la instalación.



11. Al iniciar los servicios de *WampServer* el sistema operativo detecta que un software intenta hacer cambios en el equipo, seleccionar "Si" para continuar.



12. Permitted that *WampServer* runs freely and the configured browser will open on the start page.



## ANEXO B

### CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN EN MATLAB ETAPA DE RECONOCIMIENTO

```
function OutputName = Reconocimiento(m, A, Eigenfaces)
ProjectedImages = [];
Train_Number = size(Eigenfaces,2);
for i = 1 : Train_Number
temp = Eigenfaces'*A(:,i); %Proyección de imágenes centradas
    ProjectedImages = [ProjectedImages temp];
end
% La extracción de las características PCA de la imagen de prueba
InputImage = imread('ImagenEntrada.jpg');%leer la imagen de entrada
temp = InputImage(:,:,1);
[irow, icol] = size(temp); %Vector de tamaño de la imagen de entrada
InImage = reshape(temp',irow*icol,1);% remodelar usando el vector de
tamaño, para definir el tamaño (InImage)
Difference = double(InImage)-m; % Imagen de prueba Centrada
ProjectedTestImage = Eigenfaces'*Difference; % Proyeccion de la imagen
de prueba presenta el vector
% ===== Cálculo de distancias Euclidianas
DistanciaEuclidianas = [];
for i = 1 : Train_Number
    q = ProjectedImages(:,i); %imagnes proyectadas
    temp = ( norm( ProjectedTestImage - q ) )^2; % La norma de una
matriz
    DistanciaEuclidianas = [DistanciaEuclidianas temp];
end
[Euc_dist_min , Recognized_index] = min(DistanciaEuclidianas);%
Distancia Euclidianas minima
OutputName = (Recognized_index);
end
```

### PROGRAMACIÓN DE LA ETAPA EIGENFACES

```
%Creando la Técnica EigenFaces
function [m, A, Eigenfaces] = EigenfaceCore(T)
%Cálculo del promedio de la imagen
m = mean(T,2); % Calcular el valor promedio o media de matriz
Entrenar_Numeros = size(T,2);% Calcular el Tamaño
%Cálculo de la desviación de cada imagen del promedio de las imagenes
A = []; % representacion de imagenes en vectores
for i = 1 : Entrenar_Numeros % selecciona una imagen de la BD
    temp = double(T(:,i)) - m; % Cálculo de la diferencia de cada
imagen en el conjunto de entrenamiento
    A = [A temp]; % Unir todas las imágenes centradas
end
% Método instantánea del método Eigenfaces
L = A'*A; %La matriz de covarianza
[V D] = eig(L); % Encontrar (v) eigenvectores y (D)eigenvalores de la
matriz
% Ordenar y eliminar
%Selección de eigenvectores y eigenvalores
L_eig_vec = [];% eigenvectores de la matriz L
for i = 1 : size(V,2) % Tamaño de los eigenvectores
    if ( D(i,i)>1 )%
        L_eig_vec1 = [L_eig_vec V(:,i)];%
```

```

    end
end
% Calcular los vectores propios de matriz de covarianza
% Matriz de la imagen de proyección (PCA-salida)
Eigenfaces = A * L_eig_vec1; % A: vectores de la imagen centrada
save train %Guardar las variables del espacio de trabajo para
presentar
end

```

## PROGRAMACIÓN DE LA ETAPA DE RECONOCIMIENTO FACIAL

```

. function procesar_Callback(hObject, eventdata, handles)
% Procesamiento Reconocimiento
global video existe hora registro conn id
conn = database('Fashion','root','daniel');
if existe==1
if isconnection(conn)
pause(2);
ObtenerFoto=getsnapshot(video);% captura lo que ve la camara
RecortarFoto=imcrop(ObtenerFoto,[180,20,280,380]); % recortar la
imagen
ConvertirFoto=ybcr2rgb(RecortarFoto); % se convierte a rgb
ConvertirFoto=rgb2gray(ConvertirFoto); % convertir de rgb a escala de
gris
EcularizarFoto=histeq(ConvertirFoto); % ecualiza la imagen
FiltrarFoto=medfilt2(EcularizarFoto); % aplicar el filtro de mediana a
la imagen ecualizada
filename = strcat('D:\R-Facial\TestImage\ImagenEntrada.jpg'); %
colocar nombre a la foto capturada
imwrite(uint8(FiltrarFoto),filename);% se guarda la foto capturada en
8 bits
axes(handles.axes4);
imshow(FiltrarFoto);% visualiza la imagen de entrada
%Eigenfaces
load train.mat ; %cargar variables almacenadas
cd D:\R-Facial\TestImage; % dirigirse a la ruta
ImagenSalida=Reconocimiento(m, A, Eigenfaces);% funcion de
reconocimiento
    n=((ImagenSalida+1)/2); % calcular la imagen de salida
    n1=round(n); %redondear
    cd ..; % Salir de la ruta
    ImagenSalida=strcat('D:\R-
Facial\TrainDatabase\s',int2str(n1),'\1.jpg');% elegir la imagen de
salida
    SeleccionImagen=imread( ImagenSalida);% Seleccionar la imagen
de salida
    axes(handles.axes5);
    imshow(SeleccionImagen); % visulalizar la imagen de salida

end
else
errordlg('Iniciar los Servicios de WAMPSEVER.','Error','error');
end
else
msgbox('Encender la Webcam,', 'Error', 'error');

end
close (conn)

```

## **ANEXO C**

### **Manual de Usuario**

Sistema de control de acceso al personal de la lavadora de jeans FASHION  
mediante reconocimiento facial.

#### **Índice del manual de usuario**

Manual de Usuario.....	2
1. Ingreso al Sistema.....	2
2. Menú del Sistema.....	3
3. Opciones del Sistema.....	4
3.1. Control de Asistencia.....	4
3.2. Usuario.....	4
3.3. Respaldo para Registrar.....	12
3.4. Reporte.....	13
3.5. Detalles.....	19
4. Salir.....	20



## Manual de Usuario

El siguiente manual tiene como finalidad detallar a los usuarios todas las opciones del sistema como: Control de asistencia, usuario, Respaldo para registra, reportes y detalles. Además el funcionamiento de cada una de las interfaces y las configuraciones que deberán estar almacenadas en la Base de Datos de MySQL.

Para que el usuario comprenda de mejor manera el funcionamiento del sistema se ha realizado una captura de pantalla de cada interfaz con información.

### 1. Ingreso al Sistema

A continuación darle doble click en el ícono Fashion para poder ingresar al sistema.



Luego se visualiza la ventana principal del sistema donde se observa la portada de la fábrica, la hora, fecha actualizada.

La interfaz principal del sistema 'Fashion' muestra la siguiente información:

- Control de Acceso al Personal**
- LAVADORA FASHION**
- Servicio y Procesos de Lavado de Jeans**
- Dirección: Parroquia Totoras, Barrio La Merced**
- BIENVENIDO...** (junto a un ícono de una mujer en un vestido rosa)
- HORA - FECHA**: 13:40:30 16-Nov-2015
- SALIDA**
- RECONOCIENDO...** (junto a una imagen de una lavadora industrial)
- Control de Asistencia**: Encender webcam, Apagar webcam, Procesar
- Usuario**: Crear BD Rostros, Registrar, Actualizar / Eliminar
- Respaldo para Registrar**: # Cédula: [campo de texto] OK
- Reportes**: Reportes
- Detalles** (tabla):

	Cedula	Nombres	Apellidos	Registro	Hora	Fecha
1						
2						
3						
4						

Botón **SALIR** en rojo.

Señales numeradas 1 a 5 indican elementos de la interfaz:

- 1: Botón 'Encender webcam'
- 2: Botón 'Registrar'
- 3: Botón 'Reportes'
- 4: Botón 'Reportes' (dentro del panel de reportes)
- 5: Botón 'SALIR'

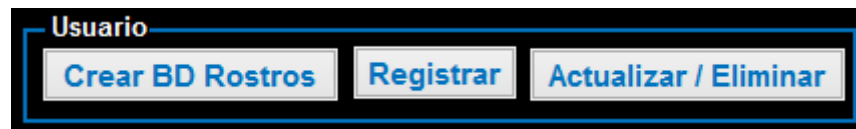
## 2. Menú del Sistema

EL sistema cuenta con las siguientes opciones:

- 1 El control de asistencia sirve para el registro de la hora de entrada y salida los usuarios.



- 2 La opción usuario sirve para ingresar información básica del usuario.



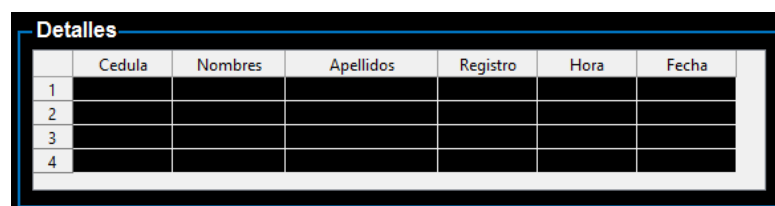
- 3 Respaldo para registrar se utiliza como respaldo a la hora de registrar la entrada y salida siempre y cuando exista algún error.



- 4 Se realiza los reportes de las actividades de los usuarios.



- 5 Detalles aquí se visualizará la información del usuario a la hora de registrar la entrada y salida de la fábrica.





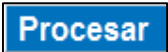
A screenshot of a software window titled "Detalles" showing a table with 7 columns and 4 rows. The columns are labeled "Cedula", "Nombres", "Apellidos", "Registro", "Hora", and "Fecha". The rows are numbered 1, 2, 3, and 4.

	Cedula	Nombres	Apellidos	Registro	Hora	Fecha
1						
2						
3						
4						

### 3. Opciones del Sistema


#### 3.1. Control de Asistencia

Esta opción permite tres tipos de acciones como:

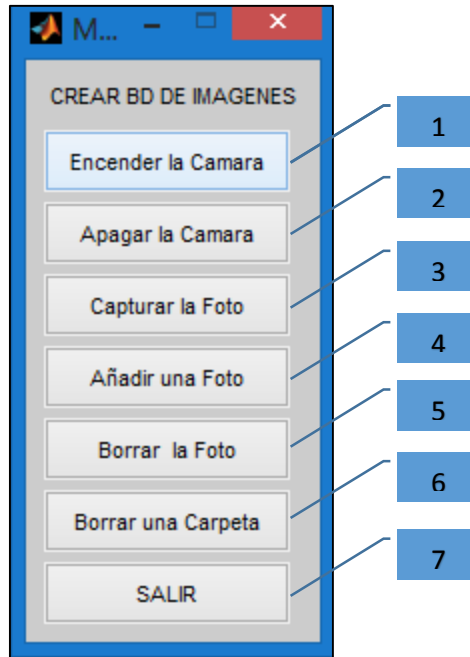
- ✓  Encender la webcam
- ✓  Apagar la webcam
- ✓  Realiza el reconocimiento facial y registrar la hora de entrada y salida.

#### 3.2. Usuario

En esta opción se registra la información necesaria del usuario para que el sistema funcione correctamente.

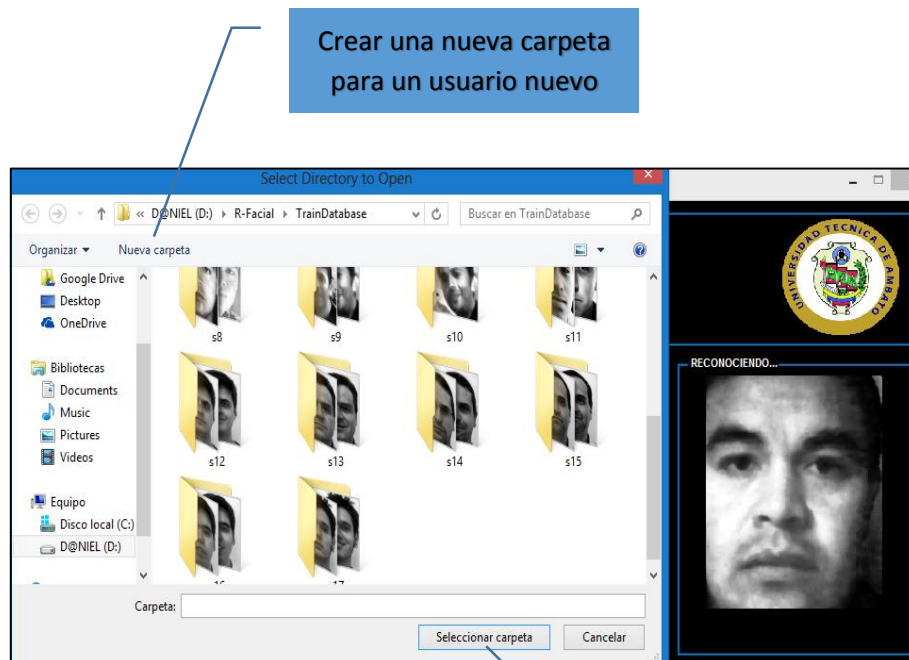
- ✓  Se utiliza para almacenar, borrar y actualizar los rostros de los usuarios en la base de datos.

Haga click en el botón y se visualizará una ventana llamada “Crear BD de Imágenes” donde se obtiene el siguiente menú:



- 1** Encender la webcam.
- 2** Apagar la webcam.
- 3** Capturar el rostro del usuario.

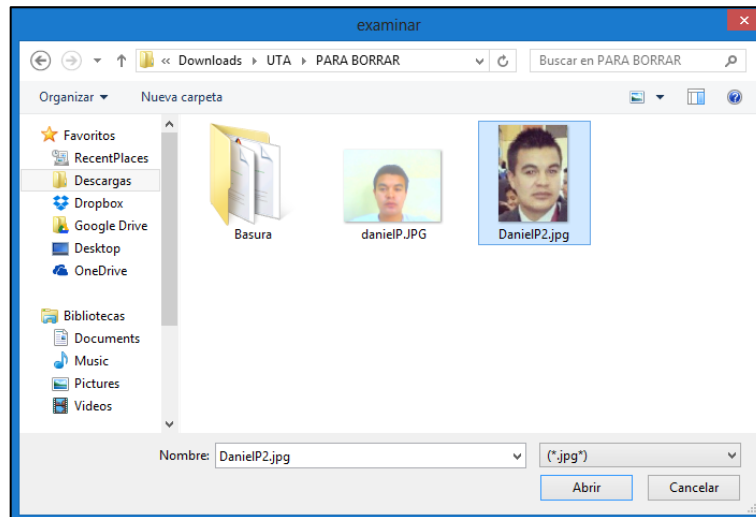
Una vez capturada la imagen, se debe elegir la carpeta del usuario y finalmente dar click en “seleccionar carpeta” para guardar.



Seleccionar la carpeta para guardar la imagen capturada

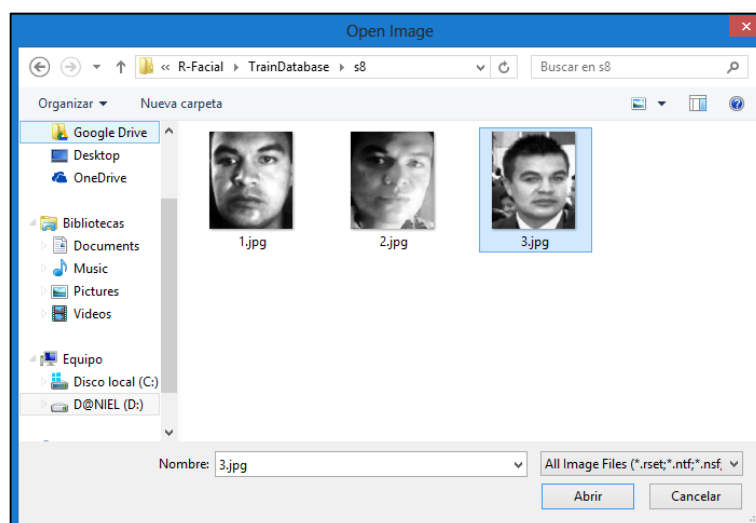
**4** Añadir una imagen desde una unidad interna o externa.

Una vez seleccionado la imagen dar click en “abrir” y posteriormente almacenar en la BD, como la opción anterior.



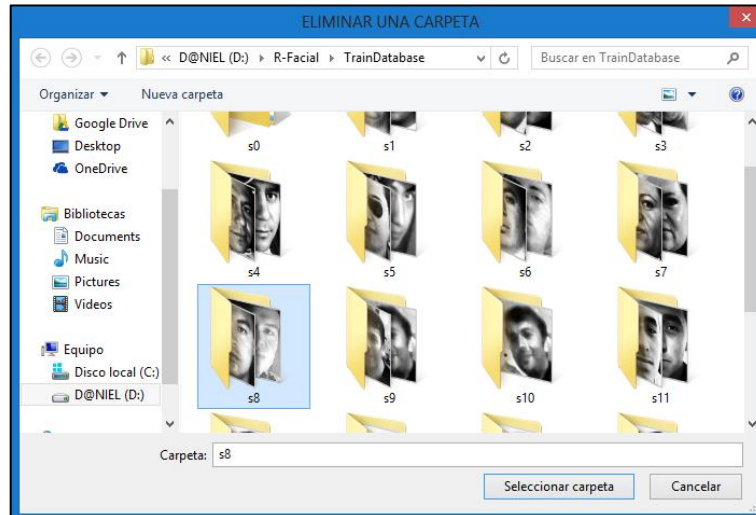
**5** Borrar una imagen que este almacenado en la Base de Datos (BD).

Una vez seleccionado la imagen dar click en “abrir” para borrar.

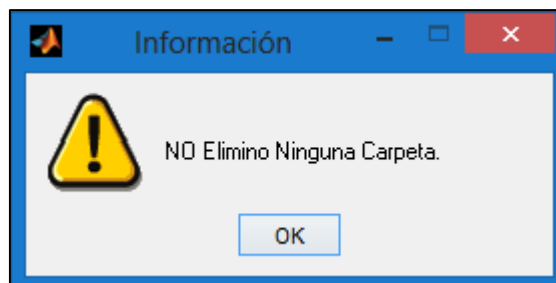


**6** Borrar una carpeta de un usuario que este almacenado BD.

Una vez seleccionado la carpeta dar click en “seleccionar carpeta” para borrar.



Si por alguna razón dio click en “cancelar” le mostrara un mensaje de información, dar click en ok para regresar a la ventada principal.



**7** Si desea regresar a la interfaz principal del sistema. Haga click en el botón “SALIR”.

✓ **Registrar** Sirve para registrar un nuevo usuario al sistema

Haga click en el botón “registrar” e ingresar la información requerida

**REGISTRO DE EMPLEADOS**

*Ingrese los Datos*

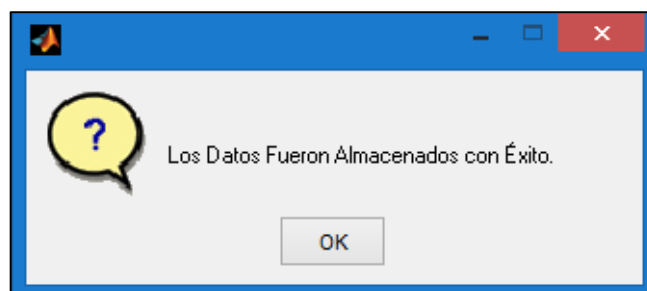
CÉDULA :	1804350831
NOMBRES:	Romel Daniel
APELLIDOS:	Castro Arias
TELÉFONO:	032748746
CELULAR:	0999015979
DIRECCIÓN	Totoras
CORREO:	daniel.iec@hotmail.com
EDAD:	25
GÉNERO:	M
OBSERVACIÓN:	Ninguna

SELECCIONE LA IMAGEN QUE DESEA INGRESAR

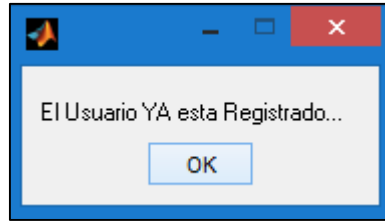
1

2

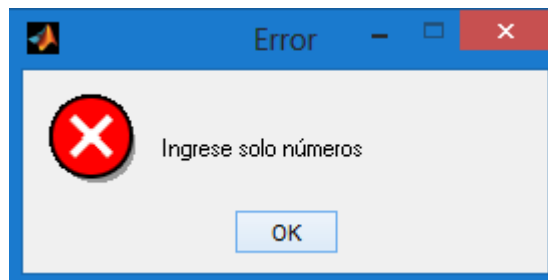
- 1** Si la Información ingresada es correcta, haga click en el botón “Guardar”. El sistema le mostrará un mensaje de información.



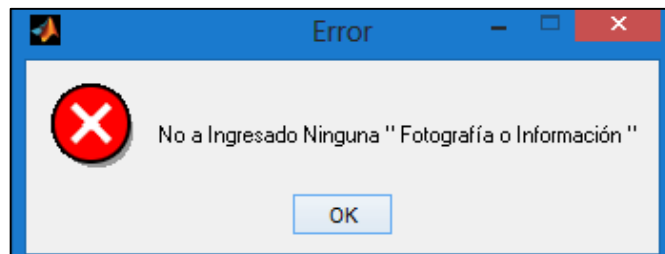
Pero si la cédula y el apellido del usuario ya se encuentran registrado anteriormente en la base de datos, el sistema le mostrará un mensaje de información.



Si no se ingresa un número de: cédula, teléfono, celular y edad el sistema mostrar un mensaje de error.



Es importante mencionar que si no ha ingresado una fotografía o alguna información el sistema le mostrará un mensaje de error.



**2** Si desea regresar a la interfaz principal del sistema. Haga click en el botón "volver".

- ✓ **Actualizar / Eliminar** Se utiliza para actualizar información del usuario o eliminar a un usuario de la base de datos.



Haga click en el botón “Actualizar/Eliminar” y se visualizará una ventana donde se debe seleccionar una opción si desea actualizar o eliminar, luego se ingresará el número de cédula del usuario.

The screenshot shows a web application window titled "actualizar". The main content area is titled "ACTUALIZACIÓN DE INFORMACIÓN". It features a "Usuario" section with two radio buttons: "Actualizar" (selected) and "Eliminar". Below this is a "Cédula" field containing the number "1804350831" and a "Consultar" button. The "Datos del Usuario" section contains a table of user information and a photo of a man. The table has the following data:

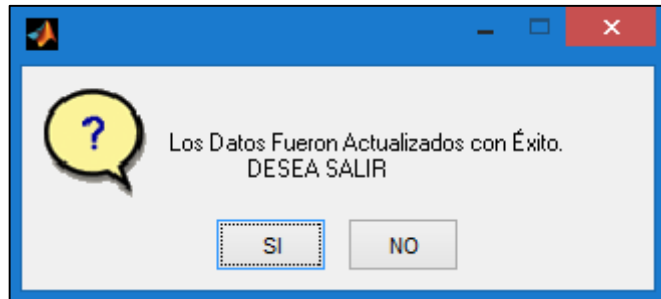
# REGISTRO (ID):	8
NOMBRES:	Romel Daniel
APELLIDOS:	Castro Arias
TELÉFONO:	2748746
CELULAR:	999015979
DIRECCIÓN:	Totoras Barrio Santa Rit
CORREO:	daniel.iec@hotmail.com
EDAD:	25
GÉNERO:	M
OBSERVACIÓN:	Ninguna

Below the table is a photo of a man. At the bottom of the form, there is a section titled "SELECCIONE LA IMAGEN QUE DESEA ACTUALIZAR" with an "Examinar" button and a file path "D:\R-Facial\TrainDatabase\s8\1.jpg". At the very bottom of the window, there are two buttons: "Actualizar" and "VOLVER".

Numbered callouts in the image point to the "Actualizar" radio button (1), the "Actualizar" button at the bottom (2), and the "VOLVER" button (3).

**1** Si desea actualizar información de un usuario dar click en la opción “Actualizar” e ingresar el número de cédula, luego dar click en “Consultar”.

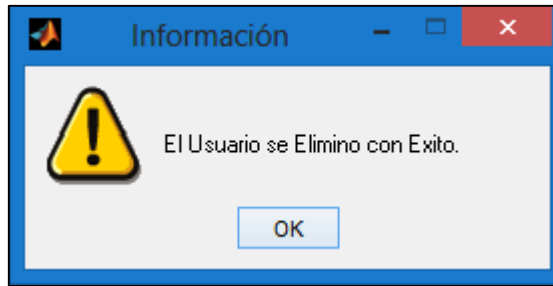
**2** Una vez actualizado la información necesaria del usuario haga click en el botón “Actualizar”, posteriormente el sistema le mostrara un mensaje de información, si desea actualizar a otro usuario haga click en NO, caso contrario si desea salir haga click en SI.



Si desea eliminar a un usuario de la BD haga click en la opción eliminar e ingrese el número de cédula, luego presione el botón consultar. Una vez realizado la consulta haga click en el botón “Eliminar”.

Datos del Usuario	
# REGISTRO (ID):	8
NOMBRES:	Romel Daniel
APELLIDOS:	Castro Arias
TELÉFONO:	2748746
CELULAR:	999015979
DIRECCIÓN:	Totoras Barrio Santa Rit
CORREO:	daniel.iec@hotmail.com
EDAD:	25
GÉNERO:	M
OBSERVACIÓN:	Ninguna

Una vez eliminado al usuario el sistema mostrara un mensaje de información.



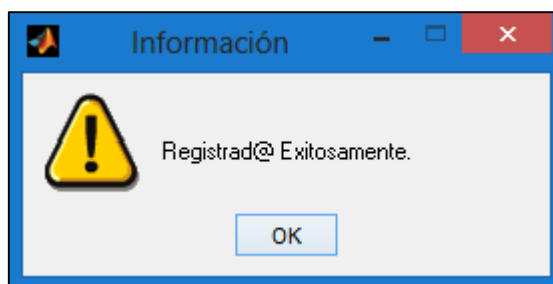
**3** Si desea regresar a la interfaz principal del sistema. Haga click en el botón "volver".

### 3.3. Respaldo para Registrar

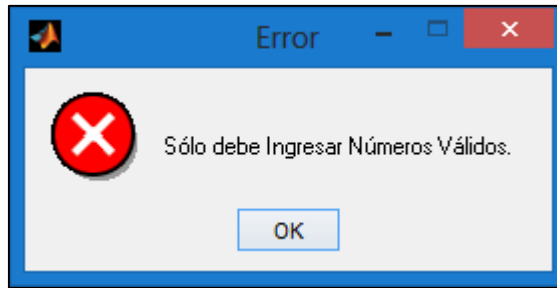
Esta opción se utilizará como respaldo para registrar la hora de entrada y salida de los usuarios, siempre y cuando exista algún error con la cámara o con el sistema de iluminación.



Una vez ingresado el número de cédula del usuario haga click en el botón "ok", si el número de cédula es correcto el sistema le mostrara un mensaje de información.



Si se ingresa letras en el número de cédula, el sistema le mostrará un mensaje de error.

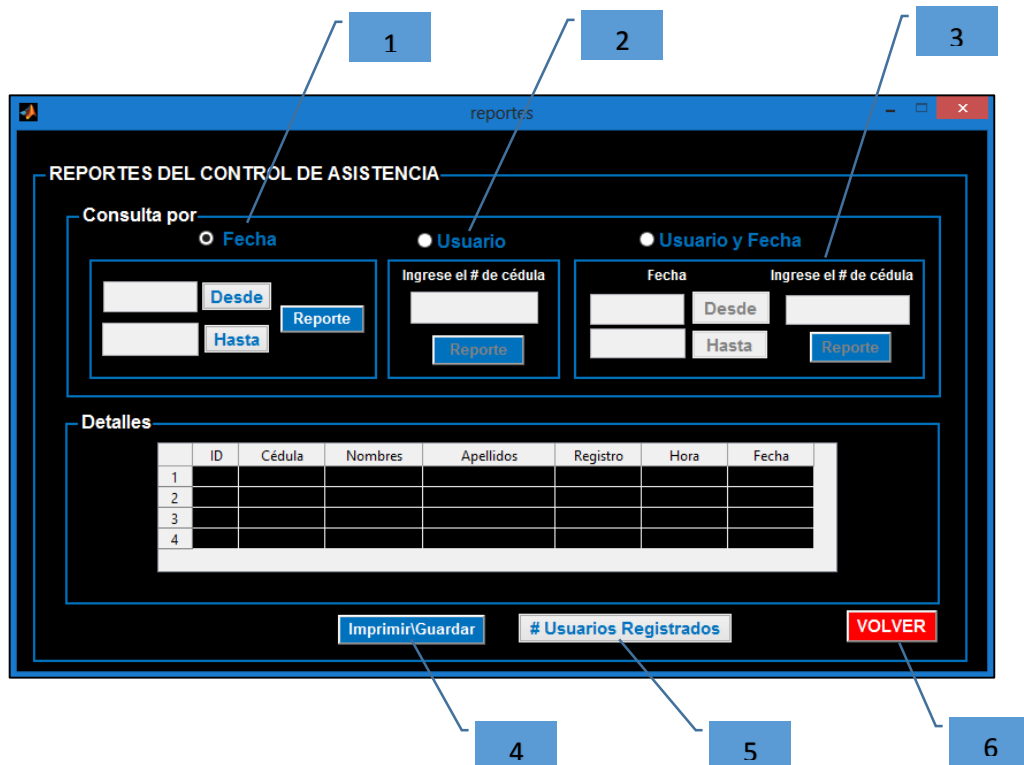


### 3.4. Reportes

Aquí permite consultar los usuarios registrados en el sistema y realiza los reportes de las actividades de los usuarios.

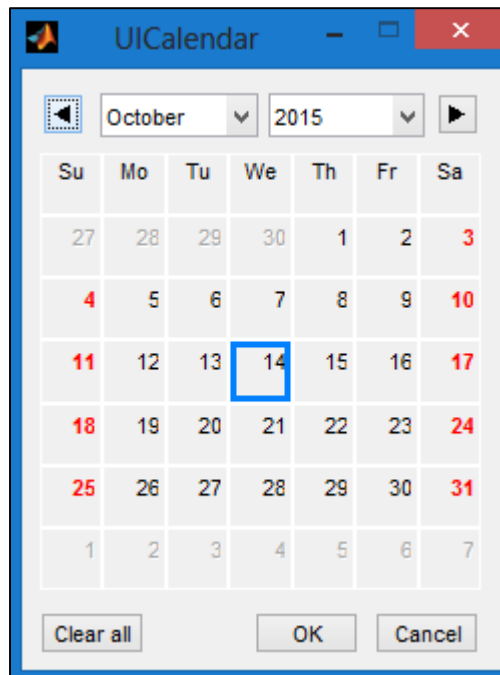


Al hacer click en "Reportes", se visualiza una ventana con tres opciones: Fecha, Usuario y Usuario/Fecha para realizar los reportes y el boton # Usuarios Registrados.



1

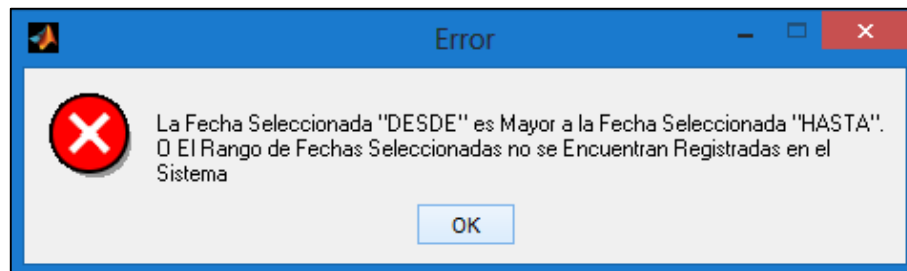
Para realizar la consulta por fecha seleccione la opción Fecha, luego haga click en el botón “Desde” y “Hasta” para activar el calendario, se le mostrará en pantalla la siguiente ventana. Una vez seleccionado el mes y el día haga click en el botón “OK”.



Una vez ingresado el rango de fechas, haga click en botón “Reporte”, para observar los registros de los usuarios en la tabla detalles.



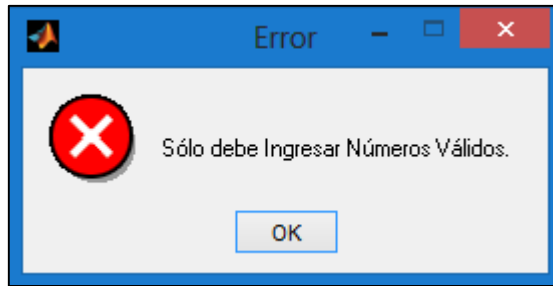
Si el rango de fechas es incorrecto o no existe ninguna fecha de registro del usuario en la base de datos, el sistema mostrará un mensaje de error.



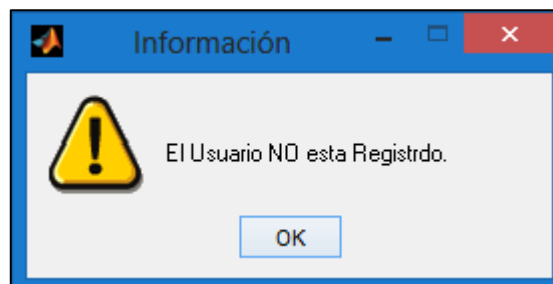
- 2 Para realizar la consulta por usuario seleccione la opción Usuario, luego ingrese el número de cédula del usuario que desea buscar, luego haga click en el botón "Reporte", para observar el registro del usuario en la tabla detalles.



Si se ingresa letras en el número de cédula, el sistema le mostrará un mensaje de error.



Si el número de cédula no se encuentra almacenado en la base de datos, el sistema le mostrará un mensaje de información.



- 3** Para realizar la consulta por usuario y fecha seleccione la opción Usuario y Fecha, luego haga click en el botón "Desde" y "Hasta" para activar el calendario. Una vez seleccionado el mes y el día haga click en el botón "OK". Además debe ingresar el número de cedula del usuario que desea buscar, finalmente haga click en el botón "Reporte", para observar el registro del usuario en la tabla detalles.

reportes

### REPORTES DEL CONTROL DE ASISTENCIA

Consulta por

Fecha     Usuario     Usuario y Fecha

Desde: [ ] Hasta: [ ]

Ingrese el # de cédula: [ ]

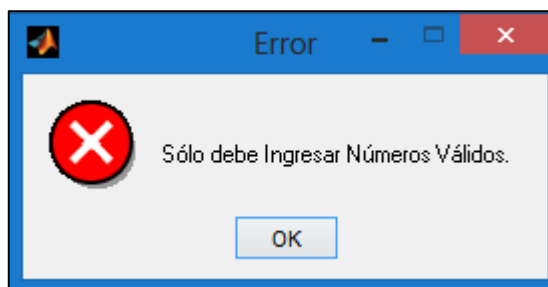
Fecha: 12-Nov-2015 Desde: 1804350831 Hasta: 13-Nov-2015

Detalles

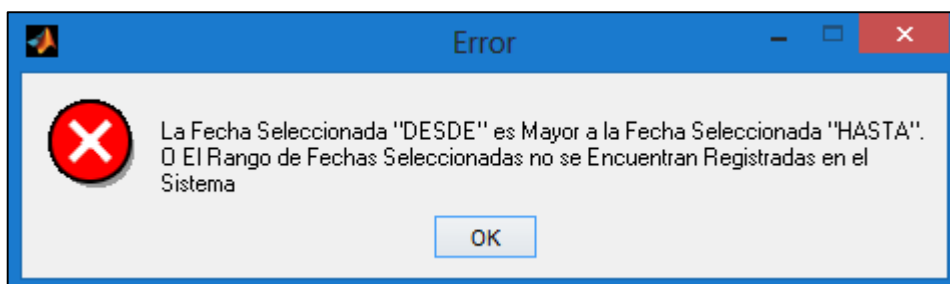
	ID	Cédula	Nombres	Apellidos	Registro	Hora	Fecha
1	195	1804350831	Romel Daniel	Castro Arias	SALIDA	21:28:53	12-Nov-2015
2	198	1804350831	Romel Daniel	Castro Arias	ENTRADA	0:33:18	13-Nov-2015
3	199	1804350831	Romel Daniel	Castro Arias	ENTRADA	0:33:59	13-Nov-2015
4	200	1804350831	Romel Daniel	Castro Arias	ENTRADA	0:34:20	13-Nov-2015

Si se ingresa letras en el número de cédula, el sistema le mostrará un mensaje de error.

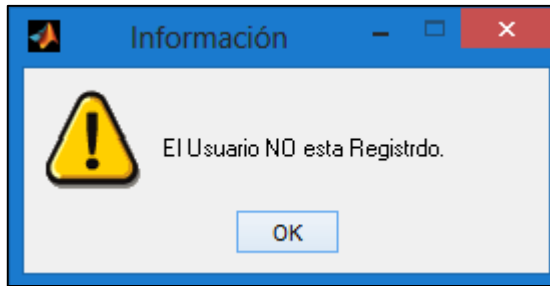


Si el rango de fechas es incorrecto o no existe ninguna fecha de registro del usuario en la base de datos, el sistema mostrará un mensaje de error.

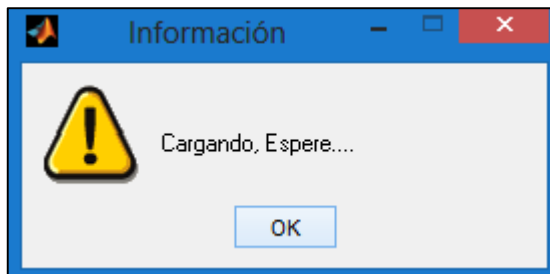


Si el número de cédula no se encuentra almacenado en la base de datos, el sistema le mostrará un mensaje de información.





- 4 Si desea imprimir o guardar los reportes consultados de los usuarios, haga click en el botón “Imprimir/Guardar” y el sistema le mostrará un mensaje de información.

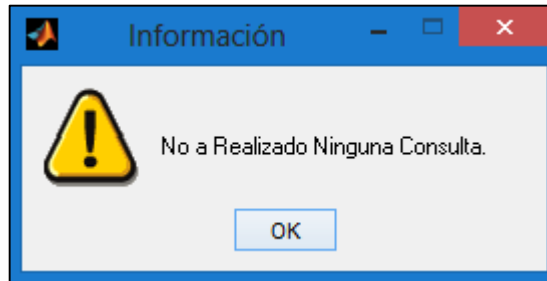


Luego de varios segundos se abrirá un archivo de Excel.

**LAVADORA FASHION**  
Servicio y Proceso de Lavado de Jeans  
Dirección: Parroquia Totoras, Barrio Palahua s/n, Vía a Cevallo  
REPORTE POR EMPLEADOS

#	Cédula	Nombres	Apellidos	Registro	Hora	Fecha
195	1804350831	Romel Daniel	Castro Arias	SALIDA	21:28:53	12-nov-15
198	1804350831	Romel Daniel	Castro Arias	ENTRADA	0:33:18	13-nov-15
199	1804350831	Romel Daniel	Castro Arias	ENTRADA	0:33:59	13-nov-15
200	1804350831	Romel Daniel	Castro Arias	ENTRADA	0:34:20	13-nov-15
201	1804350831	Romel Daniel	Castro Arias	ENTRADA	0:35:08	13-nov-15
203	1804350831	Romel Daniel	Castro Arias	ENTRADA	0:36:05	13-nov-15
204	1804350831	Romel Daniel	Castro Arias	ENTRADA	0:36:44	13-nov-15
205	1804350831	Romel Daniel	Castro Arias	ENTRADA	0:37:43	13-nov-15
206	1804350831	Romel Daniel	Castro Arias	ENTRADA	0:37:49	13-nov-15
207	1804350831	Romel Daniel	Castro Arias	ENTRADA	0:37:56	13-nov-15
208	1804350831	Romel Daniel	Castro Arias	ENTRADA	0:38:01	13-nov-15
209	1804350831	Romel Daniel	Castro Arias	ENTRADA	0:41:11	13/11/2015

Si da click en el botón “Imprimir/Guardar” sin realizar ninguna consulta el sistema le mostrará un mensaje de información.



- 5 Este botón nos permitirá consultar los usuarios registrados en el sistema, si desea imprimir o guardar haga click en el botón “Imprimir/Guardar” y se abrirá un archivo en Excel. Haga click en el botón “volver”, para regresar a la ventada de reportes.



The screenshot displays the "InfoRegistros" application window. At the top, the title bar reads "InfoRegistros". Below the title bar, the text "INFORMACIÓN DE LOS USUARIOS REGISTRADOS" is centered. A table with 12 columns and 8 rows of data is shown. The columns are: ID, CÉDULA, NOMBRES, APELLIDOS, TELÉFONO, CELULAR, DIRECCIÓN, CORREO, EDAD, GENERO, OBSERVACIÓN, and RUTA ROSTRO. Below the table, there are two buttons: "Imprimir/Guardar" (blue) and "VOLVER" (red).

ID	CÉDULA	NOMBRES	APELLIDOS	TELÉFONO	CELULAR	DIRECCIÓN	CORREO	EDAD	GENERO	OBSERVACIÓN	RUTA ROSTRO	
1	1	1804374625	Angel Misael	Gutierrez Acosta	2748745	NaN	Barrio Santa Rita	startutty1111@gmail.com	24	M	Ninguna	D:\R-FacialTrainDatabase\111.j
2	2	1804422341	Alex Guillermo	Rugel Garces	2748790	983587469	Latacunga	alex@gmail.com	23	M	Ninguna	D:\R-FacialTrainDatabase\211.j
3	3	1804418861	Romel Daniel	Cardenas Salidas	2834567	991751753	Huachi Toloras	doncame@hotmail.com	23	M	Ninguna	D:\R-FacialTrainDatabase\311.j
4	4	1803534054	Tifo Miguel	Perez Acosta	2748771	992414820	Barrio La Libertad	tfomiguel@hotmail.com	34	M	Ninguna	D:\R-FacialTrainDatabase\411.j
5	5	1804422325	Dennis Stalin	Garces Fialos	2748748	999825417	Robamba	stalin123@yahoo.es	23	M	Ninguna	D:\R-FacialTrainDatabase\511.j
6	6	1804800109	Christian Mauricio	Balladares Pillajo	2834562	998880645	San Jose de Totoras	leibomaur@yahoo.com	23	M	Ninguna	D:\R-FacialTrainDatabase\611.j
7	7	1803752912	Lady Paola	Gutierrez Acosta	2748771	882968822	Tarremoto	leidygsa84@gmail.com	38	F	Ninguna	D:\R-FacialTrainDatabase\711.j
8	8	1804350831	Romel Daniel	Castro Arias	2748746	999015975	Totoras Barrio Santa Rita	daniel.ec@hotmail.com	25	M	Ninguna	D:\R-FacialTrainDatabase\811.j

- 6 Si desea regresar a la interfaz principal del sistema. Haga click en el botón “volver”.

### 3.5. Detalles

Aquí se vizualizara la información del usuario a la hora de registrar la entrada y salida de la fábrica.



#### 4. Salir

Si desea cerrar el sistema, haga click en el botón “SALIR” y nos presentará un cuadro de diálogo que nos pregunta si deseamos cerrar el sistema.

