

Plan de Empresa dedicada al Reconocimiento de Rostros por Visión Artificial

**Selene Ximena Andrade
Laura Daniela Cetina**



**FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DEL VALLE
SANTIAGO DE CALI, julio de 2020**

Plan de Empresa dedicada al Reconocimiento de Rostros por Visión Artificial

**Selene Ximena Andrade
Laura Daniela Cetina**

**TRABAJO PRESENTADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERA
ELECTRÓNICA E INGENIERA INDUSTRIAL**

**HUMBERTO LOAIZA CORREA, Ph.D,
DIRECTOR**

**ANABELLA PABÓN ROMERO M.Sc.
DIRECTOR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DEL VALLE
SANTIAGO DE CALI, julio de 2020**

Contenido

<i>Nota de Aceptación.....</i>	<i>ii</i>
RESUMEN	I
ABSTRACT.....	II
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.2 OBJETIVOS.....	2
1.2.1 <i>Objetivo General</i>	<i>2</i>
1.2.2 <i>Objetivos Específicos.....</i>	<i>2</i>
1.3 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO.....	3
1.4 ORGANIZACIÓN DE LOS CAPÍTULOS.....	4
2. PLAN DE NEGOCIO.....	5
2.1 RESUMEN EJECUTIVO.....	5
2.2 ANÁLISIS DEL MERCADO.....	6
2.2.1 <i>Crecimiento y apertura del mercado.....</i>	<i>6</i>
2.2.2 <i>Preocupaciones en torno al reconocimiento facial:.....</i>	<i>7</i>
2.2.3 <i>Reconocimiento facial de Colombia.....</i>	<i>7</i>
2.2.4 <i>Reconocimiento facial como refuerzo a la seguridad:</i>	<i>8</i>
2.2.5 <i>Imagen Corporativa</i>	<i>10</i>
2.2.6 <i>Producto/Servicio</i>	<i>10</i>
2.2.7 <i>Clientes.....</i>	<i>12</i>
2.2.8 <i>Competidores</i>	<i>15</i>
2.2.9 <i>Tamaño de mercado y ventas.....</i>	<i>17</i>
2.2.10 <i>Plan de mercadeo.....</i>	<i>20</i>
2.3 ANÁLISIS OPERACIONAL.....	23
2.3.1 <i>Requerimientos preoperativos de Facelng:.....</i>	<i>23</i>
2.3.2 <i>Requerimientos técnicos del producto / servicio:.....</i>	<i>24</i>
2.3.3 <i>Inversión fija</i>	<i>25</i>
2.3.4 <i>Requerimientos operativos de Facelng.....</i>	<i>25</i>
2.3.5 <i>Proceso de ventas.....</i>	<i>26</i>
2.3.6 <i>Puntos críticos de operación</i>	<i>27</i>
2.3.7 <i>Controles de operación del servicio.....</i>	<i>28</i>
2.3.8 <i>Procesos de mejoramiento continuo.....</i>	<i>29</i>
2.3.9 <i>Presupuesto de inversiones</i>	<i>30</i>
2.3.10 <i>Elementos críticos del producto/servicio:.....</i>	<i>30</i>
2.4 ANÁLISIS ORGANIZACIONAL.....	31
2.4.1 <i>Persona jurídica</i>	<i>31</i>
2.4.2 <i>Estructura organizacional.....</i>	<i>32</i>
2.4.3 <i>Política de gobierno corporativo.....</i>	<i>33</i>

2.4.4	<i>Perfil del grupo empresarial.....</i>	34
2.4.5	<i>Perfil de los colaboradores y gestión del Talento Humano</i>	34
2.4.6	<i>Regulaciones legales.....</i>	35
2.4.7	<i>Presupuesto de nómina.....</i>	36
2.4.8	<i>Alianzas y redes empresariales</i>	37
2.4.9	<i>Leyes reglamentaciones, obligaciones tributarias y permisos.</i>	37
2.4.10	<i>Presupuesto de gastos legales.....</i>	38
2.5	ANÁLISIS FINANCIERO.....	39
2.5.1	<i>Costos y gastos y punto de equilibrio.....</i>	39
2.5.2	<i>Flujo de caja.....</i>	39
2.5.3	<i>Necesidades financieras.....</i>	41
2.5.4	<i>Estados financieros.....</i>	41
2.5.5	<i>Evaluación.....</i>	43
3.	DESARROLLO DEL SOFTWARE	45
3.1	<i>. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA.....</i>	45
3.2	<i>ENTRENAMIENTO Y CLASIFICACIÓN.....</i>	45
3.3	<i>PRUEBAS Y RESULTADOS.....</i>	46
3.3.1	<i>Selección de características.....</i>	46
3.3.2	<i>Etapas de detección de rostros.....</i>	48
3.3.3	<i>Procedimiento prueba de detección facial: Faces94 Augmented.....</i>	48
3.3.4	<i>Resultados prueba de detección facial.....</i>	48
3.3.5	<i>Análisis de resultados</i>	48
3.4	<i>ETAPA DE RECONOCIMIENTO FACIAL + DETECCIÓN</i>	48
3.4.1	<i>Descripción pruebas clasificación con máquinas de soporte vectorial</i>	49
3.4.2	<i>Análisis Comparativo.....</i>	50
3.4.3	<i>Alances y limitaciones del sistema.....</i>	51
3.5	<i>PRUEBAS DEL SISTEMA EN TIEMPO REAL</i>	51
3.5.1	<i>Descripción de la prueba</i>	51
3.5.2	<i>Resultados de la prueba.....</i>	52
3.6	<i>CONCLUSIONES.....</i>	54
4.	CONCLUSIONES GENERALES.....	56
5.	BIBLIOGRAFÍA.....	57
	ANEXOS.....	63
A1.	<i>ESTRUCTURA GENERAL DE NN3 (SZEGEDY, LIU, JIA, & SERMANET, 2015):.....</i>	63
A2.	<i>CUADRO COMPARATIVO COMPETIDORES.....</i>	64
A.3.1.	<i>Perfiles de empleados.....</i>	65
A.3.2.	<i>Proceso de contratación FaceIng.....</i>	68
A.4.	<i>REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA.....</i>	69
A.4.1.	<i>Requerimientos funcionales del sistema.....</i>	69
A.4.2.	<i>Requerimientos no funcionales del sistema.....</i>	72
A.4.3.	<i>Diagrama de Casos de Uso del Prototipo</i>	73
A.4.4.	<i>Diagrama de Actividades del Prototipo.....</i>	73
A.4.5.	<i>Conclusiones</i>	74
A.5.	<i>BASE DE DATOS GRIMACE.....</i>	75

A.5.1. Procedimiento prueba de detección facial Grimace	75
A.6. PRUEBAS CON OTROS CLASIFICADORES.....	77
A.6.1. Descripción pruebas clasificador de distancia euclidiano.....	77
A.6.2. Descripción pruebas clasificador ingenuo de Bayes	80
A.6.3. Resultados por clasificador utilizando SVM.....	83
A.7. ENCUESTA UNIDADES RESIDENCIALES	86
A.8. RANKING DE CARACTERÍSTICAS	95
A.9. IMAGEN DE ENTRADA.....	98
A.9.1. Ampliación base de datos	98
A.9.2. Mejoramiento de imagen.....	99
A.9.3. Detección del rostro	100
A.9.4. Suavizado	101
A.9.5. Alineación y segmentación del rostro.....	101
A.9.6. Extracción de características	103
A.9.7. Entrenamiento y clasificación.....	104

Lista de Figuras

FIGURA 2.1. LOGO Y ESLOGAN DE FACEING. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	10
FIGURA 2.2. ACTIVIDADES RELACIONADAS CON EL PROCESO DE VENTAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	27
FIGURA 2.3. ORGANIGRAMA FACEING. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	33
FIGURA 3.1. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	45
FIGURA 3.2. ARQUITECTURA DEL SISTEMA FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	46
FIGURA 3.3. SUJETOS AÑADIDOS A LA BASE DE DATOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	52
FIGURA 3.4. IMÁGENES DE PRUEBA CARGADAS DESDE ARCHIVO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	53
FIGURA 3.5. INDIVIDUOS CON MENOR PORCENTAJE DE ACEPTACIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	53
FIGURA 3.6. PERSONAS NO AUTORIZADAS RECHAZADAS POR EL SISTEMA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	54
FIGURA A.4.1 DIAGRAMAS DE ACCIONES DEL SOFTWARE DESARROLLADO EN ESTE TRABAJO FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	73
FIGURA A.4.2 DIAGRAMA DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DESARROLLADO FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	74
FIGURA A.5.1 IMÁGENES DE ROSTROS PERTENECIENTES A LA BASE DE DATOS GRIMACE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	75
FIGURA A.5.2 ROSTROS NO DETECTADOS POR EL SISTEMA FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	76
FIGURA A.5.3 ROSTROS DETECTADOS Y RECORTADOS EN LA ETAPA DE DETECCIÓN FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	76
FIGURA A.9.1. IMÁGENES DEL DATA SET AUMENTADO FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA..	99
FIGURA A.9.2. DIAGRAMA INTERNO DEL BLOQUE DE MEJORAMIENTO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	99
FIGURA A.9.3 PATRÓN DE HOG UTILIZADO PARA LA DETECCIÓN DE ROSTROS. FUENTE: (PARDO, 2017).	101
FIGURA A.9.4 PUNTOS UTILIZADOS PARA LA ALINEACIÓN DEL ROSTO FUENTE:(CORREA & NOPE, 2019).....	101
FIGURA A.9.5 FACIAL LANDMARKS ENCONTRADOS FUENTE: (TZIMIROPOULOS, 2013)...	102
FIGURA A.9.6 MEDIDAS DE INTERÉS PARA ALINEAR EL ROSTRO FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	102
FIGURA A.9.7 SALIDA DE IMAGEN EN EL BLOQUE DE ALINEACIÓN Y SEGMENTACIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	103
FIGURA A.9.8 SALIDA DEL BLOQUE DE EXTRACCIÓN DE CARACTERÍSTICAS FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	103
FIGURA A.9.9 ARQUITECTURA DEL SISTEMA FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	104
FIGURA A.9.10 ORGANIZACIÓN DE LOS DATOS FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	105

Nota de Aceptación

Director

Codirectora

Jurado

Jurado

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo representa la culminación de una etapa enriquecedora en mi formación profesional y personal, es por ello que, quiero agradecer en primer lugar a Dios por la fortaleza y la sabiduría durante cada paso en mi vida, en segundo lugar a mi familia, sin su apoyo y continuo acompañamiento no hubiera culminado satisfactoriamente mis estudios, ni podría ser un profesional de provecho para la sociedad, en tercer lugar a la Universidad del Valle, a todo su cuerpo docente y administrativo que hicieron parte de mis logros académicos y de mi proceso de formación personal, también a mi compañera de tesis por acompañarme en este camino, por la paciencia y por tantos años de amistad, por ultimo a Fabio que siempre me brindó su apoyo y confió en mi potencial para asumir este reto.

Laura Daniela Cetina Castellanos

A la Universidad del Valle por permitirme estar aquí y ofrecerme todos los conocimientos tanto profesionales como personal para crecer integralmente. A mis directores por apoyarnos y tenernos paciencia en este confuso pero lindo camino. A mi mamá y mi papá por siempre cuidarme, darme ánimos, creer en mí y apoyarme en todo lo que he necesitado, por ser la inspiración y el motivo para esforzarme y sacar adelante la carrera de la mejor posible, por estar siempre orgullosos de mí y porque sé que pase lo que pase siempre estarán ahí para mí.

A mis mejores amigas Paula y Camila, gracias por animarme, estar conmigo, aconsejarme y creer en mi cuando estaba llena de dudas, a pesar de no entender bien lo que hacía ustedes me llenaban de palabras de apoyo que me ayudaron a estar enfocada y motivada, a Andrés mi mejor amigo, compañero de carrera, lagrimas, traspasadas y estrés, porque tu compañía a lo largo de estos años hizo más amigable y reconfortante esta difícil carrera, gracias por creer en mi más de lo que yo lo hago, por calmarme cuando estoy llena de miedo y estar para mí siempre, a mis compañeros de clase y a los lince, porque todos nos hemos apoyado y nos hemos levantado los unos a los otros y estoy muy agradecida de tener unos profesionales tan espectaculares como ustedes en mi vida.

A mi abuela, tías, tíos y primos, gracias por siempre apoyarme y confiar en mí, por darme ánimo y ayudarme en todo lo que necesité y, por último, pero no menos importante a mi compañera de Tesis y amiga de toda la vida Laura, nos conocemos desde hace muchos años ya, y eres parte de mi familia, a pesar de que ha sido difícil, juntas siempre lo podemos sacar adelante, gracias por tu confianza y por cada momento que compartimos durante este proceso.

Selene Ximena Andrade López

Resumen

Este trabajo de grado se presenta bajo la modalidad de Creación de Empresa, teniendo como objetivo y resultado final, el desarrollo del plan de negocios de la empresa con su respectiva evaluación financiera, adicionalmente se presenta el desarrollo del sistema en su fase inicial. El software final llamado "Facelng" busca apoyar a la seguridad a partir del control de acceso por reconocimiento facial en zonas residenciales de la comuna 17 y 22 de la Ciudad de Cali.

El presente documento se compone de la estructura del plan de negocios y la documentación del prototipo del sistema desarrollado. El plan de negocios de la empresa incluye un análisis de mercado, organizacional, técnico de la empresa, y por último evaluación financiera a 5 años.

En la documentación del desarrollo se encuentran el diagrama de bloques y la respectiva explicación de cada una de las ocho etapas realizadas, también se tienen las pruebas realizadas utilizando distintos clasificadores con su respectivo análisis comparativo, por último, pruebas funcionales del reconocimiento de rostros a partir de la cámara del computador. El desarrollo del sistema se realizó utilizando Python 3.6.8. tanto para la programación del software como para el desarrollo de la interfaz. El sistema obtuvo una tasa de rechazo ante individuos impostores del 99.95% y una tasa de aceptación ante individuos autorizados del 98.85%.

Palabras Clave: creación de empresa, plan de negocios, factibilidad, reconocimiento facial, visión artificial, redes convolucionales, máquinas de soporte vectorial.

Abstract

This work is presented under the Company Creation modality, having as its objective and result, the development of the company's business plan with its respective financial evaluation. Additionally, the development of the system is presented in its initial phase. The final software called "FaceIng" seeks to support security regulating the access control with facial recognition in residential areas of the commune 17 and 22 of the City of Cali.

This document consists of the structure of the business plan and the documentation of the prototype of the developed system. The company's business plan includes a market analysis, the company's organizational and technical structure, and finally a 5-year financial evaluation.

In the development documentation have the block diagram of the system and the respective explanation of each of the eight stages carried out, there are also tests carried out using different classifiers with their respective comparative analysis, finally, functional tests of face recognition using the computer camera. System development was done using Python 3.6.8. both for software programming and interface development. The system obtained a rejection rate for imposters of 99.95% and an acceptance rate for authorized individuals of 98.85%.

Key Words: company creation, business plan, feasibility, facial recognition, artificial vision, convolutional networks, vector support machines.

1. Introducción

En Colombia la biometría ha sido adoptada por diferentes sectores como mecanismo de seguridad para validar la identidad de clientes y usuarios. Desde 1992 ha sido sometida a cambios graduales que derivan en modalidades de esta, según las particularidades del sistema en el que será empleada, con el fin de mejorar la experiencia de sus beneficiarios en diferentes actividades, entre ellas el control de acceso (PORTAFOLIO, 2018). En el país este servicio es prestado por empresas de vigilancia privada, de las cuales el 30% son ilegales (espectador, 2019) y presentan irregularidades en la prestación de este, por lo cual no garantizan el control eficaz.

En línea con lo anterior, el control de acceso por medio de dispositivos biométricos puede ser visto como una oportunidad de crear negocio, para apoyar y dar respaldo a las labores de vigilancia y seguridad en Colombia, que buscan mejorar sus prácticas de operación, a través de sistemas de información confiable y oportuna como una medida imprescindible para contrarrestar el crecimiento en las cifras de criminalidad en delitos como hurto común. Durante el año 2017 se registraron 316.411 casos, de los cuales, 46.498 (14,7%) corresponden a hurto en residencias, mientras que en el año 2016 se registraron 24.139 casos de hurto a residencias, con un incremento del 14% con respecto al año 2015 (Peñalosa, Céspedes, & Rodríguez, 2016).

Como solución a la problemática mencionada, las instituciones de vigilancia y seguridad han adoptado estrategias como robustecer tecnológicamente la prestación del servicio, evidencia de ello es que el número de empresas de fabricación, comercialización, arrendamiento e instalación de equipos de seguridad privada para el 2017 fue de 1004, cifra que supera el registro del 2006 con 447 registros en más del doble (espectador, 2019), lo que posiciona los equipos de seguridad electrónica como una herramienta de apoyo a los programas de seguridad. Por ello, se desarrolló una iniciativa empresarial con base en tecnología de reconocimiento facial que contribuya a la prevención de los hurtos en residencias.

Esta iniciativa se llevó a cabo a partir de la realización de un estudio de factibilidad y el respectivo plan de negocios que involucró los elementos necesarios para el análisis técnico, administrativo, financiero y de mercado en el proceso de creación de una empresa dedicada al desarrollo y comercialización de un sistema de reconocimiento facial basado en técnicas de visión artificial. El plan está compuesto de diferentes análisis que permiten diseñar y definir de manera concreta el producto o servicio que se va a ofrecer, definir el modelo de negocio, la propuesta de valor, la estructura de los procesos y la viabilidad financiera, teniendo en cuenta el entorno, la competencia, los clientes, las normas y demás variables que tienen algún impacto en el negocio.

1.1 Justificación

La elaboración y estructuración de un plan de negocio que permita determinar la viabilidad en la creación de una empresa dedicada al reconocimiento de personas por medio de técnicas de visión artificial es importante ya que evalúa el potencial de esta tecnología en el mercado local, específicamente en el control de acceso a edificaciones de uso residencial. El propósito de este trabajo es construir un modelo de negocio que detalle las operaciones y la organización de la empresa en entornos legales, sociales, económicos y tecnológicos.

Esta idea de negocio nace de la preocupación debido a la creciente inseguridad en la ciudad de Cali, su ideal es utilizar la tecnología que países desarrollados han implementado para mejorar su entorno, al alcance de los caleños, para que su hogar sea un sitio donde olvidan los problemas de inseguridad que a diario deben evadir o enfrentar.

La creación de esta empresa pretende prestar un servicio que contribuya a la disminución de hurtos derivados por problemas en el control de acceso, por medio de sistemas de reconocimiento facial que garanticen el acceso a individuos previamente verificados biométricamente o que cumplan con ciertos criterios establecidos por el cliente. Para la realización de este trabajo se aplican conocimientos en ingeniería electrónica e ingeniería industrial, como desarrollo de software, reconocimiento de patrones y visión artificial, que serán útiles en el análisis técnico y en el diseño del sistema, así como conceptos en evaluación de proyectos son fundamentales en la creación del plan de negocio.

1.2 Objetivos

Para el desarrollo de este trabajo se definieron los siguientes objetivos:

1.2.1 Objetivo General

Evaluar la viabilidad de un plan de negocios de una empresa dedicada al desarrollo y comercialización de un sistema de reconocimiento facial desarrollado mediante técnicas de visión artificial para el control de acceso en residencias.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a. Definir la estructura, funciones y cualidades del producto/servicio a ofrecer.
- b. Determinar las principales características, recursos necesarios y requerimientos de los sistemas de reconocimiento de rostros basados en visión artificial.
- c. Desarrollar un algoritmo de reconocimiento facial en entorno controlado como fase inicial del producto/servicio a ofrecer.
- d. Estructurar un modelo de negocio para el producto mediante un análisis de la competencia, clientes, proveedores y canales de distribución.
- e. Determinar la factibilidad del proyecto por medio de la proyección de los principales estados financieros y criterios de factibilidad financiera.

1.3 Descripción del trabajo

El desarrollo del trabajo se llevó a cabo en dos partes: la primera tiene que ver con la creación del plan de negocio desde el análisis del mercado hasta la evaluación financiera de este y la segunda parte trata del desarrollo de un sistema de reconocimiento facial en condiciones controladas y con una base de datos de 50 personas como primer acercamiento al producto/servicio que se plantea en este trabajo.

Para la realización del plan de negocio se realizaron 4 análisis que recogen la información relacionada con el producto/servicio. El primer análisis corresponde al estudio de mercado donde se abarca el entorno global, regional y local del uso de esta tecnología en la actualidad, de igual forma se analiza cómo y quienes están vendiendo este tipo de sistemas para así poder determinar que empresas son la competencia y crear estrategias que permitan que el producto sea competitivo en su entorno. El principal resultado de este análisis es la definición del nicho de mercado, los conjuntos residenciales de estrato 5 y 6 pertenecientes a las comunas 17 y 22 de la ciudad de Cali, con base en esto se construye las proyecciones de ventas.

Seguido al análisis de mercado se tienen el análisis operacional y el análisis organizacional, el primero trata de los requerimientos tanto técnicos como financieros para la puesta en marcha a nivel operativo de la empresa, en este se definen los gastos preoperativos, las actividades de mayor demanda dentro de la empresa, los tiempos de producción del servicio y los controles necesarios para garantizar la operación de la empresa. El análisis organizacional tiene que ver con la estructura de la empresa, en este se describe la constitución legal, el perfil de los empleados, las políticas de contratación, las alianzas estratégicas necesarias para el funcionamiento de la empresa y demás gastos que tengan que ver con la nómina de la empresa, los trámites legales para el funcionamiento y operación de la empresa.

Como parte del análisis operacional y organizacional se calculan los gastos de operación de la empresa, las necesidades de inversión en activos y las fuentes de financiación. Una vez se tiene las proyecciones de ventas, gastos e inversiones necesarias para la puesta en marcha, se proyectan los principales estados financieros como son el Estado de la Situación Financiera y el Estado de Resultados. De igual manera se proyecta el Flujo de Caja Libre de la empresa, el punto de equilibrio y otros indicadores para evaluar su factibilidad financiera. También se analizan los posibles riesgos y se definen estrategias para mitigarlos.

El desarrollo del sistema de reconocimiento facial se realizó en distintas etapas que abarcan desde el mejoramiento de la imagen de entrada hasta la clasificación del individuo, esto se hace para darle robustez al sistema en cuanto a variaciones en la iluminación o ruido en la adquisición. Seguidamente, se detecta el rostro de forma automática y se segmenta para evitar problemas con el fondo de la imagen y así poder realizar la alineación del rostro brindando robustez ante variaciones en la rotación de la cara. Por último, se procede a realizar la extracción de características del rostro para así entrenar el sistema y que esté logre clasificar entre las distintas personas a identificar.

1.4 Organización de los capítulos

El documento se divide en distintos capítulos de la siguiente forma: El capítulo 2 contiene el plan de negocio y esta subdividido por:

- a. Resumen ejecutivo
- b. Análisis del mercado
- c. Análisis operacional
- d. Análisis organizacional
- e. Análisis Financiero
- f. Evaluación del plan de negocio

El capítulo 3 tiene que ver con el desarrollo del sistema, se especifica cada bloque, y se consignan las pruebas y los resultados del sistema, también se explican los alcances y limitaciones de este. En el capítulo 4 se exponen las conclusiones de todo el trabajo junto, y por último en el capítulo 5 se encuentran las referencias bibliográficas utilizadas a lo largo del documento.

2. Plan de negocio

En este capítulo se presenta el plan de negocios y evaluación de la viabilidad de la puesta en marcha de una empresa cuyo nombre será FaceIng. Inicialmente se presenta el resumen ejecutivo, donde se expone un panorama general de la empresa, y la definición de su principal producto y sus servicios. Seguido a esto se tiene el análisis de mercado se evalúa el contexto en el cual se desenvolverá la empresa, sus competidores directos y potenciales, se define el mercado objetivo, el perfil de los clientes de la empresa y se define un plan de mercadeo donde se proponen las estrategias que se deben llevar a cabo para dar a conocer la empresa y atraer clientes.

Luego se presenta el análisis técnico donde se plantea y se analiza todo lo relacionado con la operación de la empresa, teniendo en cuenta los costos y tiempos para ofrecer el servicio. A continuación de este análisis se tiene el plan organizacional, junto con la descripción de la estructura societaria y los perfiles de cada cargo del personal de la empresa. Finalmente se presenta el análisis financiero, donde se evalúa el desempeño financiero de la empresa y se determina su viabilidad financiera. Así mismo, se realiza una evaluación del comportamiento de la empresa al enfrentarse a otros panoramas.

2.1 Resumen ejecutivo

Faceing S.A.S. es una empresa vallecaucana dedicada al desarrollo de software para reforzar el sistema de seguridad y vigilancia de los conjuntos residenciales por medio de tecnología biométrica amigable con el usuario. Su principal objetivo es proteger los hogares que buscan mejorar las condiciones de seguridad y ven en la tecnología una herramienta eficaz y confiable para complementar los sistemas actuales. Esto como consecuencia de los pasos agigantados en materia de tecnología que se están presentando en el mercado de la seguridad electrónica en Colombia y que transformando los métodos empleados para el control de acceso en otros sectores.

La empresa está dirigida estratégica y operacionalmente por dos socias fundadoras, quienes aportan desde su área de conocimiento a la consecución de las metas trazadas en investigación y desarrollo, y a nivel administrativo. Así mismo, tienen a su cargo el equipo que lleva a cabo los procesos soporte de la prestación del servicio. Dado que el enfoque está en el cliente, todos los niveles jerárquicos entregan valor desde sus labores diarias, por lo tanto, se genera conciencia de cómo su trabajo salvaguarda vidas, logrando compromiso y participación.

El éxito de Faceing radica en que su producto (software) fue diseñado para suplir necesidades específicas del sector residencial, y que se complementa con un excelente servicio pre y post venta totalmente enfocado en entregar soluciones personalizadas y de calidad que contribuyen a mejorar los indicadores de seguridad diseñados en conjunto con los clientes. Para llegar eficazmente al segmento potencial, es clave el uso de estrategias publicitarias específicas, pues al ser un producto tecnológico es esencial el acercamiento al sector. Por ello se despliegan planes de promoción en redes sociales, páginas web, en eventos tecnológicos y en empresas administradoras desde antes de iniciar operaciones, con el fin de crear alianzas en el sector residencial y en el sector de la seguridad privada.

Los clientes potenciales son las unidades residenciales de las comunas diecisiete y veintidós de los estratos 5 y 6 de la ciudad de Cali, que han tenido fallas con el sistema tradicional de seguridad, pues no han garantizado al cien por ciento un control eficaz de acceso para las personas externas, lo que hace vulnerable al residente ante posibles actos delictivos a pesar de poseer los equipos tecnológicos para evitar este tipo de ataques. Faceing S.A.S se adapta a la infraestructura de tecnológica y complementa el servicio de seguridad actual.

La inversión inicial para el desarrollo del producto (Software) y la prestación del servicio (equipos tecnológicos, enseres y medios de transporte) es de 73.000.000 millones de pesos colombianos, el análisis financiero arroja que, para un periodo de 5 años de operación, bajo el supuesto de continuidad de la compañía al final de este intervalo, y las proyecciones estimadas de ventas y gastos bajo un escenario pesimista con un tamaño de mercado pequeño, el proyecto es viable. Ya que por parte de los inversionistas se tiene una tasa mínima de retorno del 18,65% y la tasa interna de retorno es del 43,56%; dando como resultado un VPN igual a 138.193.103.

2.2 Análisis del mercado

2.2.1 Crecimiento y apertura del mercado

La necesidad de mejores medidas de seguridad ha dado lugar al crecimiento del uso de la tecnología biométrica, para tener una mejor comprensión del uso de esta tecnología se presenta a continuación una visión del panorama mundial en torno a los sistemas de reconocimiento facial a través de diversos estudios que permiten determinar su tendencia en mercados internacionales.

En el 2017 IHS Markit (Dearing, 2017) previó que el reconocimiento facial daría mayores pasos para establecerse como el segundo tipo de lector biométrico más popular para el control de acceso electrónico en los próximos 5 años, esto se refleja en el crecimiento del mercado de reconocimiento facial que para el 2018 el mundo movía más de US\$3.300 millones y se proyecta que para el 2022 llegaría a US\$7.700 millones (Markets, 2019). Esta tendencia se debe a que la autenticación biométrica se ha catalogado como una medida de seguridad de preferencia en cuanto a la protección y acceso de los datos que tienen que ver con temas financieros, aplicaciones en dispositivos móviles, y en general el uso de la tecnología como medida de seguridad digital (Week, 2018).

Para el estudio de IBM (Week, 2018) se encuestaron cerca de 4000 adultos de América, Asia y Europa, de los cuales el 67% aseguró que se siente más cómodo usando la autenticación biométrica hoy, y se prevé que el 87% se sentirá cómodo en el futuro. Los resultados también revelan que existen diversos factores que tienen una gran influencia en la percepción de la tecnología biométrica, por un lado, las personas jóvenes tienen mayor apertura a adoptar este método de autenticación que las personas mayores (el 75% de los Millennials se sienten más cómodos con la biometría en comparación con 58% de los mayores de 55 años).

Otra variable que influye en el grado en que los usuarios están familiarizados y tienen una experiencia agradable al hacer uso de la biometría es la ubicación geográfica, de los encuestados de Asia el 61% tenía conocimientos de biometría y el 78% se sentía cómodo usándola, lo que evidencia un gran contraste con respecto a un 34% y 57% respectivamente, para los encuestados de Estados Unidos, esto concuerda con el hecho de que el área más grande de consumo del reconocimiento facial es China, y se estima que alcanzará el 44,59% de la participación del mercado global para 2023 (market, 2018), es evidente que la región asiática es la más informada y cómoda respecto al uso de la biometría como método de autenticación, en comparación a otras regiones del mundo.

2.2.2 Preocupaciones en torno al reconocimiento facial:

A medida que la aceptación de la biometría como forma de autenticación siga creciendo, las preocupaciones en torno a la tecnología aumentan. La privacidad y la seguridad son las principales inquietudes de los encuestados de la empresa IBM (Week, 2018).

La amenaza que representa el uso sin restricciones del software por parte de empresas y estados, ha desatado el pronunciamiento de empresas como Microsoft y Amazon, las cuales han rechazado la venta a algunas entidades gubernamentales, con el fin de evitar la vigilancia masiva, la limitación de la libertad, la persecución o la represión de las personas (Rubio, 2019); La Unión de Libertades Civiles de Estados Unidos por su parte le pidió a estos gigantes tecnológicos de la industria vender su tecnología de reconocimiento facial a los gobiernos (Casa Tiempo, 2019).

La magnitud de esta preocupación se debe a que se puede extraer cada vez más información gracias a la identificación del rostro por medio de los sistemas de reconocimiento facial de cámaras ubicadas en diversos lugares de una ciudad al punto tal que al combinar estos datos con información de la web y de las bases públicas se pueda llegar a crear el perfil de una persona con sus creencias, gustos, rutina, entre otros sin que esta se dé cuenta (Rubio, 2019), esto genera incertidumbre sobre el manejo de la información personal recolectada ya que se desconocen los procesos apropiados por medio de los cuales se debe recopilar y usar los datos faciales.

2.2.3 Reconocimiento facial de Colombia

La inclusión de reconocimiento facial por parte de las instituciones gubernamentales hace parte del panorama colombiano, una de las implementaciones es la expedición del pasaporte electrónico con chip, el cual cuenta con la fotografía y huellas digitales del viajero, con el fin de validar que sea el titular del documento, de igual forma se está trabajando en la consolidación de sistemas multi biométricos donde se incluya la identificación facial (Galindo, 2018); los datos biométricos recolectados se encuentran en una base de datos pública administrada por la Registraduría Nacional del Estado Civil (RNEC), y actualmente se emplean para combatir la suplantación (Certicamara, 2018).

La implementación de esta tecnología ha generado opiniones divididas, por un lado, se exalta la contribución de esta a los sistemas de videovigilancia, pero por otro lado se han expuesto ante la opinión pública los vacíos, el desconocimiento y subestimación de un

control a las entidades que lo implementan, es decir la biometría en sistemas de vigilancia en Colombia no está regulada, y los proyectos de ley sobre videovigilancia actualmente vigentes no dan respuesta. Debido a la creciente inversión pública en cámaras de seguridad y en biometría, y a la respuesta poco eficaz de los responsables de proyectos sobre las dudas en torno a la privacidad y la seguridad, se han desatado juicios en la comunidad sobre su impacto en los derechos fundamentales (Saenz & Spanger, 2018), algunos de ellos se presentan a continuación:

- a. No se hicieron los análisis ni estudios de impacto y necesidad previos a la implementación de la tecnología.
- b. Hay inquietud sobre el gasto público asociado con estos sistemas.
- c. No hay control ni una legislación enfocada en la priorización de la privacidad y seguridad de los datos biométricos.
- d. Los responsables de los proyectos no dan una respuesta eficaz en cuanto al funcionamiento de estos sistemas.
- e. No se ha dado a conocer el tratamiento que se les da a los datos biométricos
- f. Fallas técnicas asociada a la adquisición de las imágenes de calidad necesarias para realizar el reconocimiento.
- g. Se pasó por alto la necesidad de una base de datos que tuviera un registro previo fotográfico para la comparación del rostro captado.

2.2.4 Reconocimiento facial como refuerzo a la seguridad:

En Colombia, la Policía Nacional registra en todo el país datos entorno a la dinámica de la criminalidad para la toma de decisiones en temas de seguridad y justicia, estos datos señalan que para el año 2015 se registraron 21.139 casos, correspondientes al hurto a residencias, cifra que incrementó a 24.139 en el 2016 y a 46.498 para el 2017. Esta modalidad delictiva se ha concentrado en las principales ciudades del país, Bogotá, Medellín y Cali. Se estima que en promedio ocurren 3.875 hurtos a residencias por mes, es decir que a diario hay 127 afectados, aproximadamente 25 en Bogotá, 5 en Antioquia y 5 en Cali según el último reporte generado (Arboleda, 2018).

Por otro lado, de acuerdo con el informe anual de calidad de vida 2019 del programa “Cali como vamos”, en 2018 se registraron en Cali 2.162 denuncias de hurtos a residencias, cifra que representó un incremento de 83,4% frente a 2017, de igual forma en 2018 se registraron en Cali 88 denuncias de hurtos a residencias por cada 100 mil habitantes, el número más alto registrado desde 2012 como se aprecia en el Gráfico 2.1.

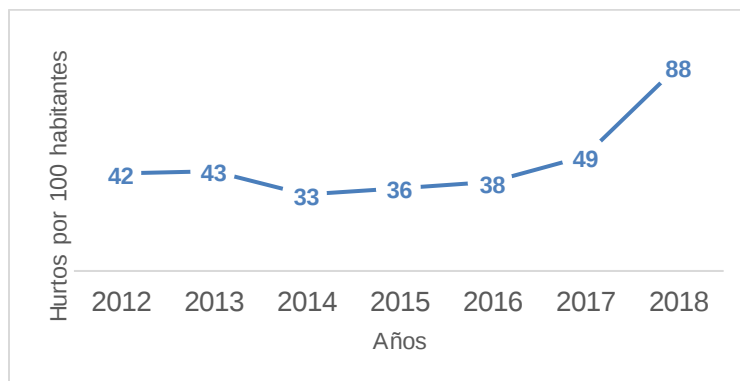


Gráfico 2.1. Número de denuncias de hurtos a residencias por cada 100 mil habitantes en Cali. Fuente: Policía Nacional

En línea con lo anterior el boletín de seguridad a agosto del 2019, presentó 1280 casos de hurtos a residencias, frente a 1295 casos en el 2018 para este mismo periodo (Cali Cómo Vamos, 2019). Con el sistema de reconocimiento facial como método de control de acceso en residencias se espera apoyar en la seguridad de estas zonas residenciales, ya que se condiciona el ingreso a personas autorizadas y registradas previamente, además permite detectar individuos no deseados y envía un aviso, reportando la irregularidad para que se tomen las medidas pertinentes.

Por otro lado, según la encuesta de percepción ciudadana 2019, de un total de 1260 encuestas realizadas, las zonas con más alta percepción de inseguridad son el Sur y el Distrito de Aguablanca la percepción de inseguridad es de 43% y 35%, respectivamente. El 28% de los estratos 5 y 6 tienen percepción de inseguridad en su barrio, a solo 2 puntos menos que los estratos 1 y 2, además los primeros tienen la más alta percepción de inseguridad de la ciudad con 35%. Cabe resaltar que el 8% y 9% de los encuestados cree que los asaltos a casas o apartamentos son el principal problema en su barrio (Cali Como Vamos, 2019).

Para el 28% de los estratos 5 y 6 tienen percepción de inseguridad en su barrio, a solo 2 puntos menos que los estratos 1 y 2, y entre 8% y 9% de los encuestados afirmaron que los asaltos a casas o apartamentos son el principal problema en su barrio, lo anterior evidencia que las medidas de seguridad puestas en marcha por los ciudadanos con mayores recursos económicos en los barrios del sur de la ciudad no son suficientes para disminuir la sensación de delincuencia en sus hogares, por el contrario, la percepción de inseguridad es muy cercana a la de los ciudadanos de menores ingresos de la ciudad que viven en zonas de alta vulnerabilidad (Cali Como Vamos, 2019).

Es importante señalar que se evidencia la oportunidad de reforzar los servicios de vigilancia en los barrios del sur de la ciudad de Cali, gracias al nivel socioeconómico y a la percepción de inseguridad los estratos 5 y 6, es posible dirigir esta tecnología hacia este sector, con el fin de brindar mayores garantías a los ciudadanos para quienes se ha generalizado un sentimiento de desconfianza en los sistemas actuales de seguridad.

2.2.5 Imagen Corporativa



Figura 2.1. Logo y eslogan de FaceIng. Fuente: Elaboración propia

FaceIng SAS es una palabra compuesta entre dos términos claves del inicio de la operación, “Face” se refiere a la tecnología biométrica que es empleada para hacer el reconocimiento de las personas y permitir el acceso en los establecimientos donde tenemos presencia, “ing” hace alusión al área de conocimiento de las fundadoras ingeniería electrónica e ingeniería industrial.

El logo fue diseñado para capturar la esencia de la compañía, incluye el nombre de la compañía y hace alusión al nicho de mercado para el que fue diseñado el software representado por una torre de un conjunto residencial en el lugar de la “i”, el punto que acompaña la “i” es un lente que pertenece a la cámara con la cual se hace el reconocimiento fácil, de él se proyecta una malla que hace alusión al momento en que el software hace la lectura de los rasgos faciales para identificar al usuario.

El slogan fue escogido con base a que el producto y servicio de la compañía están diseñados con el fin de brindar seguridad y con ello bienestar a nuestros clientes, y que la herramienta clave para asegurar la protección de estos es la mejora continua de nuestros procesos de investigación y desarrollo para brindar servicios que se ajusten cada vez más a las necesidades de los clientes por medio de tecnología.

2.2.6 Producto/Servicio

2.2.6.1 Propuesta de valor del producto/servicio

FaceIng SAS se compromete a entregar un software de reconocimiento facial, desarrollado para unidades residenciales iniciando con los estratos 5 y 6 de la ciudad de Cali que cuentan con circuito cerrado de televisión, de manera tal que se integrará el software al sistema de videovigilancia actual, lo cual disminuiría los costos de instalación, y minimizará el riesgo de hurtos al interior de la edificación. Esta tecnología no intrusiva y de bajo costo de mantenimiento, garantiza a los residentes una experiencia de seguridad, a partir de la

autenticación de la identidad gracias a la comparación uno a uno y uno a muchos en la base de datos privada construida con el apoyo y supervisión de la compañía; De igual forma el control de acceso para las personas externas que ingresen se dará a partir de la autorización de la residencia y verificación de la identidad, de forma tal que para todos se proporcione información verídica de quién y cuándo estuvo en el establecimiento.

La adquisición del software permitirá llevar la experiencia de seguridad del usuario a un nuevo nivel, puesto que el sistema genera alarmas que indican el tiempo de permanencia de usuarios externos, además envía alertas cuando la ubicación de los mismos al interior de la unidad no corresponde con la inicialmente señalada, es decir que, además de garantizar la identificación de quienes protagonizan los actos de inseguridad, también permite prever posibles ataques y dar respuesta a las acciones criminales, incluso dejar pruebas que permitan judicializar a los responsables, complementando así la labor de los guardas de seguridad. Cada persona que haya cometido una infracción se registrará en una lista negra, de tal forma que su ingreso queda restringido, disminuyendo así la posibilidad de un error por parte del personal de seguridad.

El servicio completo comprende explicación clara del diseño del sistema, estudios previos de la idoneidad del mismo para contrarrestar los hurtos en cada unidad en particular, un informe detallado del tratamiento y protección de los datos, instalación del software, asistencia técnica confiable, capacitación del personal de seguridad del uso y mantenimiento del sistema y las bases de datos, programa de mantenimiento del hardware asociado al sistema y generación de informes sobre la actividad con el fin de evaluar la efectividad del sistema en un periodo de tiempo, y darle seguimiento y control al proyecto, y así aumentar la confiabilidad en el servicio. FaceIng ofrece un producto/servicio con las siguientes características:

- a. Un sistema de reconocimiento facial en tiempo real, que registre datos de entrada y salida y horario de las personas residentes y no residentes, y para los últimos genere alarmas con base en el tiempo de permanencia y ubicación dentro de las instalaciones.
- b. Bases de datos con capacidad de expansión, acompañamiento en la recolección de información, protección a las bases de datos, capacitación al personal que tiene la autoridad y los permisos para acceder, gestionar y almacenar dicha información, así como también concientizarlo de la importancia de tener conductas seguras al momento de hacer uso del computador que tiene instalado el sistema, Por último, ejerce control y vigilancia del cumplimiento de la normatividad en el tratamiento de datos.
- c. Confiable para los residentes ya que a partir de análisis y construcción de estrategias permite garantizar la idoneidad y la eficacia del producto en el lugar de la instalación, además la construcción de indicadores (número de robos, valoración de robos, número personas externas que ingresan, rotación del personal, número de tareas del personal...), y una ubicación correcta de las cámaras apoya en la generación de reportes que indiquen el funcionamiento y eficacia del sistema en el establecimiento.

2.2.7 Clientes

2.2.7.1 Fallas de seguridad en las residencias de Cali

A finales del 2018 el periódico El País dio a conocer el informe “¿Qué hay detrás de la ola de robos a viviendas y unidades residenciales de Cali?”, en este se exponen los factores que facilitan el hurto, entre ellos están, la falta de seguridad en las viviendas y fallas en el protocolo de seguridad de unidades residenciales, además tras una extensa investigación, se halló que los guardas de seguridad permiten el ingreso de delincuentes a los edificios residenciales donde realizan su labor, aprovechándose de sus funciones y la confianza de los residentes para facilitar los asaltos (¿Qué hay detrás de la ola de robos a viviendas y unidades residenciales de Cali?, 2018).

En el boletín del mes de mayo de 2019 del programa Cali Cómo Vamos se reveló que la comuna 17, en el sur de la ciudad, fue la que presentó el número más elevado de robos a residencias y con 42 denuncias por hurto a residencias, la comuna 22 es el segundo sector más afectado por este flagelo en la ciudad. La superintendencia de vigilancia y seguridad privada con el propósito de disminuir la contratación de servicios ilegales de seguridad y vigilancia en el 2007 anunció un convenio que buscaba aportar a la seguridad en la residencia de Colombia, beneficiaba al 50% de los habitantes de Bogotá y a 12 millones de personas del resto del país, tenía como fin orientar y capacitar a los responsables de las contrataciones con servicios de vigilancia y seguridad privada, y dar a conocer las multas a las que están expuestos las empresas prestadoras de servicios ilegales como los administradores que contratan estos servicios (Salazar, 2016).

A pesar de las estrategias de seguridad anteriormente mencionadas en contra de la prestación de servicios ilegales que favorecen la criminalidad y los frentes de cooperación, en Cali los hurtos son una constante que ha afectado principalmente a barrios de las comunas 17 y 22, en las cuales el estrato de mayor frecuencia es el 5 y el 6 respectivamente, cabe resaltar que el valor de las cosas hurtadas en este sector para solo 14 víctimas que han denunciado robos ascenderían a 800 millones de pesos (Aumentó el hurto a residencias en Cali, vea las comunas con más reportes, 2018).

En conclusión, el hurto a residencias en el sur de Cali, para las unidades residenciales de estratos 5 y 6 es una constante pese a las estrategias de incremento de la seguridad y de las campañas lideradas por la Superintendencia De Vigilancia y Seguridad Privada para prevención de la contratación de servicios de compañías ilegales. Las autoridades no han logrado romper con la curva de crecimiento del hurto a residencias, modalidad que lleva una década afectando los habitantes de estas zonas, a pesar de que los dispositivos de seguridad electrónicos como los circuitos cerrados de televisión son recomendados por la policía para evitar el hurto, estos pueden ser fortalecidos con reconocimiento facial convirtiéndolos en sistemas más completos y sofisticados.

Actualmente el sector de Seguridad Privada colombiano está optando por tecnología para mejorar la gestión de riesgos de cada empresa, apoyar las actividades de supervisión y vigilancia en zonas, es así como las empresas son más conscientes de los problemas de

seguridad, esto demanda sistemas electrónicos cada vez más avanzados como: lectores biométricos y reconocimiento facial, controles de accesos, cámaras y sensores de seguridad, entre otros (Empresas colombianas de Seguridad Privada adquieren tecnología de punta, 2018), lo anterior, evidencia la apertura de la Seguridad Privada del país al uso de tecnología, por tanto la adopción tecnológica de las unidades residenciales no representa una barrera para el desempeño la labor del personal de seguridad.

Al identificar las zonas vulnerables que se adaptan al perfil de cliente de un software de reconocimiento facial se procedió a realizar una encuesta de la percepción de inseguridad, del sistema de vigilancia actual y de la apertura a un sistema biométrico de los residentes de los barrios estrato 5 y 6 de las comunas 17 y 22 del sur de Cali (véase Anexo A.7).

En total se enviaron 157 encuestas a los conjuntos residenciales estrato 5 y 6 de las comunas 17 y 22 de la ciudad de Cali, sin embargo, se obtuvieron 52 encuestas diligenciadas correctamente, es decir solo el 42,97% de las respuestas esperadas, por lo anterior es importante anotar que los resultados obtenidos no representan la percepción general de la población con el margen de error esperado (5%), sino que disminuye el nivel de precisión con un margen del (10%) con un nivel de confianza de 90%.

Los resultados muestran que el 85% del total de encuestados piensa que el hurto durante el último año ha aumentado o se mantiene, que esta delincuencia ha afectado al 86% de forma significativa y que atribuye esta problemática principalmente al inadecuado manejo de los sistemas actuales de seguridad actuales y a la falta de dispositivos de vigilancia.

Por otro lado, la encuesta mostró que la estrategia de incorporar el reconocimiento facial en el control de acceso para reforzar el sistema de vigilancia actual es de gran interés para los encuestados. El 61,9% afirmó tener conocimiento del uso de la tecnología biométrica para la vigilancia en los conjuntos residenciales, de los cuales solo el 14,3% informó que ya hace uso de esta, mientras que el 68,7% restante afirmó que probablemente si está dispuesto a invertir en tecnología biométrica, y que considera que esta clase de tecnología cumple satisfactoriamente las necesidades de seguridad (78,5%) y de confianza (85,7%).

2.2.7.2 Perfil de los clientes

Tras la investigación previamente elaborada, el mercado meta inicial son las personas que habitan en los conjuntos residenciales de estratos 5 y 6 de las comunas 17 y 22 del sur de Cali, pues la información recolectada (número de casos de hurtos, percepción de inseguridad, modalidad empleada, necesidad de mayores medidas de seguridad) de estas zonas respalda iniciar la operación de la empresa con este segmento del mercado, por lo tanto, FaceIng buscará en sus clientes:

- Condominios con circuito cerrado de televisión y computador con capacidad de soportar el sistema. El 97,6% y 88.1% de los encuestados afirma que la residencia cumple con estos requisitos.
- Conjuntos residenciales en búsqueda de algún tipo de tecnología para el control de acceso.

- Conjuntos dispuestos a adoptar el reconocimiento facial para contrarrestar las posibles amenazas y alertar a los administradores y al personal de seguridad de estas.
- Los residentes deben tener apertura a la creación de una base de datos privada para el control de acceso en pro de la seguridad de estos.
- Conjuntos que estén en pro de integrar varias soluciones: el centro automático de respuesta a través de la línea de emergencias 123, sistemas de información y alertas.
- Residentes dispuestos a que, invitados, familiares, empleados, en general personas externas sean ingresados solo tras autenticar su identidad con la base de datos del establecimiento.

2.2.7.3 Factores claves de compra y uso del servicio

Más allá del software de reconocimiento facial FaceIng se compromete a entregar un producto/servicio que brinde una experiencia de seguridad innovadora con bajo costo de mantenimiento, capaz de generar alertas antes de que se ejecute un posible hurto, el sistema será de fácil instalación con los equipos que los establecimientos ya posean, además de brindar protección al manejo de los datos biométricos de los residentes.

También, para la prestación del servicio se da prioridad a las expectativas e intereses de los clientes, entre las cuales se destaca el acompañamiento durante el proceso de adquisición y postventa del mismo, para ello se oferta el análisis previo de la idoneidad de la instalación de esta tecnología, asesoría a las personas sobre el tratamiento de los datos y de la información confidencial, asesoría del uso y mantenimiento del software, y por último generación de informes del desempeño del sistema.

2.2.7.4 Opinión sobre el servicio

A continuación, se exponen algunas de las opiniones registradas por los encuestados.

- Eficaz
“Excelente herramienta, rápido y eficaz” Turquesa
“Sería una gran inversión que a su vez ayudaría a mejorar la seguridad del conjunto” Edificio fuerteventura
- Confiable
“Sirve siempre y cuando se tenga un buen manejo y se tenga una base de datos amplia” Conjunto residencial marfil vis
“Sofisticado, brinda confianza a los residentes” Torres de San Joaquín
- Preferencia sobre otra tecnología
“Buena ya que a veces las personas tienen problemas con las huellas” Recodo del río
“Es mejor que otros tipos de control por biometría como la huella” Plaza Ingenio
“No tengo... pero considero que es mejor que las huellas digitales” Villas de San Joaquín II
- Preferencia sobre método actual:

“Es un buen método porque las personas no se molestarían cuando les pedimos los documentos” El baley

2.2.8 Competidores

El uso de tecnología para apoyar las actividades de control y vigilancia es un recurso cada vez más empleado por los servicios de seguridad que buscan ampliar su portafolio de productos, apostar por la transformación digital y mejorar sus operaciones ofreciendo soluciones cada vez más versátiles para el control de acceso en lugares privados que, van desde ofrecer sistemas inteligentes de detección de intrusos, automatización de ventanas y puertas con diseño y blindaje, circuito cerrado de televisión hasta cámaras con reconocimiento facial son algunas de los servicios que integran los portafolios para estar a la vanguardia.

En Colombia es común encontrar que existe gran cantidad de proveedores de estas soluciones tecnológicas que se adaptan en la misma medida a las necesidades que surgen en cada sector. La robustez, la precisión, las condiciones de luminosidad son algunas de las características que influyen al momento de comprar el software. Por ende, marcas reconocidas internacionalmente que brindan garantía, soporte técnico directo de fábrica y servicio post venta como NEC y Amazon Rekognition, se han establecido en Colombia con éxito en el sistema de vigilancia y seguridad para lugares de alta concentración de personas como estadios, o para control de acceso a los servicios bancarios digitales.

NEC de Colombia SA: es subsidiaria de la región norte de Sudamérica de NEC Corporation, se establece en el país en 1989 y actualmente es responsable del análisis, planeación, diseño, implementación, control y puesta en marcha de proyectos de telecomunicaciones. En Colombia, NEC a través del proyecto “Estadios Seguros” (NEC, 2016) ofrece una solución de vigilancia inteligente, esta hace uso de reconocimiento facial y logra identificar individuos de forma rápida y precisa al compararlo con una base de datos de personas que han ocasionado disturbios.

Amazon Rekognition: llegó a Colombia en el año 2016 por medio de Nequi, una iniciativa del grupo Bancolombia que le apostó a crear soluciones financieras 100% digitales en las que se implementó biometría de reconocimiento de rostro y voz para la seguridad de los usuarios (Izquierdo, 2018). La aplicación utiliza Amazon Rekognition para el inicio de sesión de su plataforma, con el fin de identificar si la persona que está intentando acceder es efectivamente el dueño de la cuenta y de esta manera tener un control sobre el acceso a los servicios digitales.

Actualmente es común encontrar el uso de la biometría para controlar el acceso en escenarios menos complejos comparados con los que enfrenta las multinacionales ya mencionadas, donde la respuesta no debe ser inmediata, la base de datos es más pequeña y las cámaras no deben ser especializadas. Un ejemplo de esto es la empresa nacional Proware (Proware, 2020) una compañía de desarrollo de software biométrico que ofrece control de acceso por medio de tecnología de reconocimiento facial para sector residencial a través de su aliado Seguridad en Línea.

Teniendo más de 20 años de experiencia, Seguridad en Línea (Seguridad en Línea, 2020) que inicio operaciones en la ciudad de Bogotá, incluye en su portafolio las últimas tecnologías para el control de los accesos asegurando el ingreso a personas autorizadas, entre las cuales se encuentran: reconocimiento por huella, facial, iris y voz..., éstas tienen más de mil doscientos clientes (residenciales y comerciales). Su servicio se destaca por ajustarse a la medida de las necesidades permitiendo diseñar soluciones a largo plazo que incorporan: asesoría, diagnóstico, diseño, instalación, mantenimiento y soporte técnico. Los principales canales de comunicación son: página web, medio telefónico y chat en línea.

El corporativo Autourbe que cuenta con más de 30 años de experiencia (Autourbe, 2020), ofrecen sistemas de seguridad para residencias y clientes corporativos a través de tecnología biométrica para el control de acceso, ofrecen el último desarrollo del proveedor del software Suprema (Suprema), para complementar este servicio tienen beneficios como controlar el sistema de seguridad desde una aplicación móvil, el software puede restringir o autorizar el paso y genera registros de cada persona, además tiene incorporado una batería con una duración de 5 horas para alimentar el dispositivo que hace la lectura, en caso de que se vaya la energía. Entre los canales se destacan página web, directorios empresariales, portales especializados en software y redes sociales (FaceBook). No es posible solo comprar el software, el producto de Suprema integra tanto hardware como software, por el contrario, Faceing se adapta a los equipos tecnológicos que ya posee el conjunto residencial.

Algunas empresas que prestan el servicio de seguridad y vigilancia privada en el sector residencial como G4S Colombia, Atlas Seguridad y Prosegur Colombia han incorporado a sus soluciones de seguridad herramientas tecnológicas. "La vigilancia privada hoy en día está enmarcada en la creación de innovaciones en seguridad, donde acompañamos la buena gestión del recurso humano con herramientas tecnológicas que soportan y ofrecen excelentes resultados", aseguró: (Lina María Mejía, 2019) directora general de Prosegur Seguridad.

La compañía española Prosegur ingresó al mercado colombiano en 2011, desde entonces tiene presencia en 10 ciudades donde presta servicio de vigilancia, ocupa una posición dentro del top cinco de las compañías de seguridad del sector y desarrolló el modelo llamado "Integra" para brindar soluciones personalizadas, dirigidas a las necesidades específicas y particulares de los clientes, esta consiste en entregar herramientas tecnológicas como cámaras de reconocimiento facial con el fin de controlar, rastrear y administrar el tránsito de visitas a las instalaciones de los clientes, guardar un historial de los tiempos de permanencia y puede complementarse además con otros controles de autenticación de identidad (Zambrano, 2019).

En el Anexo A.2., se presenta un cuadro comparativo donde se sintetiza las principales empresas que ofrecen servicios de autenticación para seguridad o control de acceso por medio de reconocimiento facial.

2.2.8.1 Ventajas competitivas

Existen numerosas empresas que prestan el servicio de control de acceso por medio del software de reconocimiento facial, las organizaciones internacionales mencionadas anteriormente se enfocan en ofrecer al cliente software desarrollado con tecnología de punta, para mercado exigente, es decir, son aplicados en entornos multitudinarios, sin condiciones controladas, para transacciones financieras, o uso gubernamental, entre otros ofreciendo un servicio basado en herramientas muy sofisticadas, por lo cual son costosos y requiere de unas protecciones legales para bases de datos complejas. Al contrario de estas, el alcance del software de FaceIng está dirigido a una población previamente delimitada, en condiciones de identificación controladas y previamente establecidas, por lo cual su técnica de desarrollo es suficiente como para cumplir necesidades de los clientes a cabalidad a un costo considerablemente inferior.

Para el caso de la oferta empresas colombianas tanto de desarrollo como de seguridad y vigilancia privada, el software de reconocimiento desarrollado es un producto fácil de instalar, de usar, y de bajo costo en comparación con sus beneficios, está desarrollado específicamente para las unidades residenciales de la ciudad de Cali, con el nivel de especialización necesario para satisfacer este tipo de cliente, ofreciendo además alternativas personalizables de acompañamiento pre y post venta del producto entre las cuales se incluyen asesorías, mantenimiento, actualizaciones del software, actualizaciones de programas de protección de datos y capacitación del personal de seguridad.

2.2.9 Tamaño de mercado y ventas

2.2.9.1 Tendencias

En Colombia están en auge los proyectos de propiedad horizontal, para el 2018 aproximadamente el 60% de los ciudadanos vivían en unidades residenciales, lo anterior se debe a que, durante los últimos años, las casas representaron solo el 14% de los proyectos de vivienda, mientras que los apartamentos fueron el 86%. Este panorama no es ajeno en la ciudad de Cali, según Gustavo Jaramillo, gerente de la Lonja de Propiedad Raíz de Cali y Valle del Cauca, “en este momento, aproximadamente el 90% de los desarrollos nuevos de vivienda se están haciendo en propiedad horizontal” (Florez, 2018).

Por otro lado, el DANE informa que la población de Cali tiene la tendencia de menor número de personas por hogar, este fenómeno se debe a que las familias vienen reduciéndose de 2,5 a 1,2 hijos en promedio, por ejemplo en el 2018 la población creció 6,5%, pero el número de hogares aumentó en un 38,4% esto se debe a que hay menos personas ‘bajo el mismo techo’, así crece la demanda de lugares para vivir y el tipo de vivienda de preferencia es la propiedad horizontal (Casa Tiempo, 2015).

Para el año 2016 la mitad de los habitantes de la ciudad de Cali habían optado por vivir en unidades residenciales edificadas hasta el momento en la ciudad, las proyecciones estiman que en 20 años el 75% de la población de Cali vivirá en condominios o unidades residenciales, la preferencia reside en que los caleños están prefiriendo más este modelo

de vivienda porque se comparten gastos de seguridad, diversión como salones sociales, canchas, zonas verdes, gimnasios y piscinas (Redacción de El País, 2016).

3.1.8.2 Tamaño de mercado

El artículo del periódico el país publicado en 2016 “La mitad de los caleños viven en unidades residenciales”, señala que 1.2 millones de habitantes de la ciudad han optado por vivir en las 3500 unidades residenciales edificadas hasta ese año (Redacción de El País, 2016).

Según el plan de desarrollo 2012-2015 (Cali, 2015) la comuna 17 está compuesta por 37.883 viviendas, que corresponden al 7,2% del total para Cali. En cuanto a la estratificación el estrato 5 representa el 48,15% y el estrato 6 5,94%. Para la comuna 22 (Alcaldía de Santiago de Cali, 2016) se registra que está compuesta por 2,489 viviendas, lo cual representa el 2,4% del total de viviendas. Las viviendas están distribuidas en 88,92% estrato 6 y 7,56% estrato 5.

Lo anterior arroja que la comuna 17 tienen como mínimo 136 conjuntos residenciales pertenecientes a los estratos 5 (121) y 6 (15), mientras la comuna 22 tiene como mínimo 81 conjuntos residenciales, 6 de estrato 5 y 75 de estrato 6. En conclusión, el tamaño de mercado como límite inferior es de 217 unidades residenciales como se consignó en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Tamaño mínimo de mercado

Comuna	Conjuntos	Estrato 5	Estrato 6	Total
17	252	121	15	136
22	84	6	75	81
Total		128	90	217

Fuente: Elaboración propia

A partir de la encuesta realizada al segmento de mercado objetivo (véase el Anexo A.7.1.), se identificó la necesidad o no de aumentar los controles de seguridad, también se recolectó información sobre el equipo tecnológico con el que cuentan las unidades, también se indago sobre qué recursos poseen para llevar a cabo un control efectivo y cuál es la apertura a la tecnología biométrica como refuerzo al sistema de seguridad actual. El análisis de la encuesta completo se encuentra documentado en el Anexo A.7.2. A continuación, se mencionan los resultados clave para estimar los clientes potenciales:

1. El 40,38% de los encuestados han tenido inconvenientes con el ingreso de individuos no autorizados en el establecimiento.
2. El 85,71% de los encuestados que tuvieron este inconveniente afirman que los perjuicios causados por los episodios delictivos patrocinados por la falta de control efectivo han sido de alto impacto.
3. El 100% de los encuestados cuentan con los requerimientos tecnológicos necesarios para soportar el buen funcionamiento de la tecnología biométrica

4. El 57,14% de los residentes afectados respondieron que definitivamente si están dispuestos a adquirir tecnología de reconocimiento facial para complementar el sistema actual de seguridad.

A partir de los resultados expuestos previamente se calculó la cantidad de clientes potenciales en la Tabla 2.2, partiendo de la necesidad de mejorar las medidas de seguridad en la entrada del establecimiento.

Tabla 2.2. Clientes con problemas por el ingreso de No autorizados

Resultados encuesta	Margen de error	Población
%	10%	217
40,38%	30,38%	65
85,71%	75,71%	49
100%	90,00%	44
57,14%	47,14%	20
Clientes potenciales		20

Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, es importante considerar que los residentes que pudieron no haber tenido inconvenientes con el ingreso de personas no autorizadas, podrían haber tenido inconvenientes con personas cuyo comportamiento al interior del establecimiento no fue el debido y aun así fue autorizado el ingreso. Es posible prevenir esta situación con el producto, a través de una alerta que arroja el software al verificar que la persona pertenece a una lista negra (individuos a los que se les deniega el ingreso por mal comportamiento), a continuación, se enlistan los resultados de la encuesta que fueron tenidos en cuenta para estimar estos potenciales clientes

1. El 35,48% han tenido problemas con el ingreso de personas autorizadas en el establecimiento.
2. El 100% de los encuestados que tuvieron este inconveniente afirman que los perjuicios causados por los episodios delictivos patrocinados por la falta de control efectivo han sido de alto impacto.
3. El 100% de los encuestados cuentan con los requerimientos tecnológicos necesarios para soportar el buen funcionamiento de la tecnología biométrica
4. El 27,3% de los residentes afectados respondieron que definitivamente si están dispuestos a adquirir tecnología de reconocimiento facial para complementar el sistema actual de seguridad.

Tabla 2.3. Clientes con problemas con personas autorizadas

Resultados encuesta	Margen de error	Población
%	10%	217
59,62%	49,62%	107
35,48%	25,48%	27
100%	90,00%	24
54,54%	44,54%	10
Clientes potenciales		10

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta los resultados anteriores (Tabla 2.2. y Tabla 2.3.) la cantidad de clientes potenciales es de 30 unidades residenciales, es importante tener en cuenta que se está analizando el escenario de cantidad de clientes esperados mínimo, dados los decrementos por el margen de error, además que la información obtenida del número de unidades residenciales en la Ciudad de Cali esta actualizada hasta el año 2016.

Faceing establece como meta vender un servicio por mes, tal que, al cabo del primer año, la empresa tenga en su portafolio de clientes 15 unidades residenciales, lo anterior debido a que la organización realiza una inversión en fuerza de ventas los tres meses previos a iniciar operaciones. A partir del primer año la estimación de la proyección de ventas, se hace teniendo en cuenta que Colombia busca posicionarse como uno de los países más competitivos a través del programa Transformación Productiva, para ello se establece que el sector software debería tener un crecimiento en ventas del 17% al 19% anual (Beleño, 2017), y en este camino de preparar al país para la digitalización, la industria de Tecnologías de la Información (TI) ha mostrado, un crecimiento anual de 16,7%.

2.2.10 Plan de mercadeo

Dado que el mercado objetivo son unidades residenciales, se hace indispensable identificar cuales estrategias funcionan para los competidores del sector. Este referente arroja que promociones a través de los canales tradicionales como televisión, volantes, pendones o vallas publicitarias no son medios efectivos para publicitar este tipo de producto, dado que no es posible garantizar que las personas impactadas, sean aquellos con una necesidad de seguridad en su vivienda, ello imposibilita entonces medir su efectividad. Por el contrario, herramientas en internet como campañas masivas en email, anuncios de Google, redes sociales y páginas web tienen la ventaja de que se puede medir y decidir el público objetivo a los cuales les llegará la pauta publicitaria.

Hoy el marketing digital es una canal que funciona mejor para este mercado objetivo, no solo para promocionar el producto/servicio sino también para el lanzamiento de campañas con contenido de valor como novedades, tendencias y otros temas relacionados con seguridad biométrica empleada para el control de acceso. También es importante generar alianzas con entidades que se desenvuelven en este gremio, no solo vía digital también a

través de eventos y ferias realizados anualmente, dado que ello permite dar a conocer el servicio y mejorarlo gracias la retroalimentación de expertos en esta materia.

2.2.10.1 Estrategia de promoción

Durante el año 0 la estrategia de promoción será a través de la fuerza de ventas que a partir de bases de datos de las unidades residenciales realizará un primer acercamiento de la empresa, los productos y servicios que oferta, esta persona será quien ante dudas o consultas brindara el apoyo necesario a los clientes y para ello contará con el soporte de una compañía de marketing y publicidad que se contratará previo a iniciar operaciones, ello con el fin de generar las estrategias y material publicitario como la página web, que incluirá un demo del programa cuyo contenido permita generar expectativa alrededor de la tecnología biométrica. Cabe destacar que la asistencia eventos, conferencias y stands entorno a la seguridad privada y a la propiedad horizontal, serán claves para darle exposición a la empresa en el gremio.

Para el primer año de operación el fin es dar a conocer los servicios de Faceing y atraer la atención de los clientes para ello se plantea una estrategia digital por medio de redes sociales, que, dado su bajo costo, facilidad de uso y alcance, logra impactar gran parte de la comunidad sin necesidad de una gran inversión. Por este medio se compartirá contenido de interés en temas como: inseguridad, control de acceso, tecnología biométrica, que permita que los clientes visualicen una necesidad de contar con un servicio de mayor grado de especialización que brinde confiabilidad y seguridad.

Para el segundo y tercer año se intensificará la estrategia en redes generando anuncios publicitarios en Facebook y en Google, además de posicionar la página web de manera que sea sobresaliente al momento de realizar búsquedas, el objetivo es posicionar la organización en el mercado, generando una cuota mayor de clientes, campañas a través de correo electrónico y de la página web donde se dé a conocer la labor que se ha realizado y la contribución a la seguridad.

Para el cuarto y quinto año se tiene como meta fidelizar los clientes y que, a través de la voz a voz los servicios prestados que generaron una experiencia agradable permitan atraer nuevos clientes, para ello se brindarán beneficios como que las alertas de intrusos también lleguen al celular de los residentes, entre otras estrategias que liderará la agencia de marketing especializada.

2.2.10.2 Estrategia de precios

Para el establecer el precio de la prestación del servicio, se contactaron a las empresas de la competencia que ofertan productos y/o servicios similares, se realizó una cotización a una empresa especializada en el desarrollo de software para control de acceso, la cual comercializa su producto a través de un aliado en la ciudad de Cali y otra cotización de una compañía seguridad y vigilancia que tiene una filial que comercializa software de reconocimiento para el servicio de control de acceso y lo complementa con un sistema de alarmas en Colombia. Dado que la información es de carácter confidencial debido a que se cotizo como cliente, la información expuesta no revela la identidad de la organización.

La cotización incluye el software y hardware, botón de salida y de emergencia, el costo es de 5.365.000 COP, incluye IVA la forma de pago es de contado, cobran adicional por llevar el producto hasta el cliente, no incluye ningún tipo adecuaciones físicas o eléctricas del lugar para instalar el producto, no incluye la creación de la base de datos y el costo de mantenimiento anual es de 1.000.000 COP. Teniendo en cuenta lo anterior la cuota mensual es de 530.417 COP.

La otra cotización incluía el panel de alarmas, el cableado del producto y del botón de pánico y el receptor por un costo de 1.203.804 COP, este valor incluye IVA, para una cuota mensual de 100.317\$ por el sistema de alarmas. En total se tiene que la prestación del servicio de control de acceso más el sistema de alarmas tiene un costo de 630.734 COP.

Faceing SAS ofrece no solo el producto sino un servicio que incluye el acompañamiento al cliente y servicio postventa, reportes de listas negras, un software potente que retiene más información por cada individuo ingresado, y la generación de alarmas al identificar un usuario registrado en la lista negra y que un usuario externo permanece más tiempo del estimado. Por lo anterior, el precio establecido es de 650.000 COP por mes.

2.2.10.3 Estrategia de plaza y distribución

Los clientes tienen acceso a los servicios e información de interés como información sobre los planes, experiencias de otros clientes, colaboraciones con otras entidades, foros y eventos destacados en el sector mediante la página web, el servidor también contará con un espacio en el cual los clientes puedan realizar la retroalimentación de la calidad de la prestación del servicio y/o producto, cuyo tiempo de respuesta son 5 días hábiles. Para realizar las cotizaciones los nuevos clientes pueden comunicarse a través de correo electrónico, Facebook y línea telefónica cuyo tiempo de respuesta es un día máximo.

Los clientes antiguos contarán con un servicio personalizado a través de WhatsApp para mantener una buena comunicación dado los servicios postventa que ofrece la empresa como el mantenimiento cuyo tiempo de respuesta son 3 días hábiles, la actualización que es anual, la frecuencia de la depuración de la base de datos que debe hacerse de acuerdo con el número de personas registradas y el mejoramiento del servicio se hará a través de los informes mensuales. La instalación del software, asesoramiento para el uso de este y soporte técnico, lo realizará el director de desarrollo del software para los dos primeros años de operación, a partir del tercer año será función del técnico, quienes realizarán telefónicamente estas labores a menos que sea necesaria la asesoría presencial.

2.2.10.4 Presupuesto

El presupuesto de gastos para el año cero es de \$4.899.108 COP como se observa en la Tabla 2.4, ello con el fin de cubrir los gastos de la agencia de marketing y el contrato por servicios de la fuerza de ventas, que darán la apertura al mercado 3 meses antes del inicio de la operación. Para los años siguientes se estableció por política de la empresa que el presupuesto de publicidad 5% de las ventas, de acuerdo con el portal puomarketing.com quienes para servicios recomiendan que la inversión en publicidad sea entre un 2 y 4% sobre los ingresos (Moreano, 2016) (Ver anexo Excel; Gastos)

Tabla 2.4. Presupuesto de gastos Facelng año 0

Año	2020
Presupuestogastos	
Plan de marketing digital	\$ 1.611.000
Fuerza de ventas	\$ 3.288.108
Total	\$ 4.899.108

Fuente: Elaboración propia

2.3 Análisis operacional

2.3.1 Requerimientos preoperativos de Facelng:

Para la puesta en marcha de la empresa se debe cumplir con los siguientes requerimientos preoperativos:

a. Inscripción ante la Dirección Nacional de Derechos de Autor:

Se debe diligenciar el formulario “Solicitud de Inscripción de Soporte Lógico o Software” donde se da toda la información sobre los autores y el funcionamiento del programa o software, este registro es gratuito y tiene una validez de toda la vida de los autores.

b. Página web y obtención del certificado Secure Sockets Layer o capa de conexión segura (SSL):

Al ser el producto un software que se dará a conocer desde una página web oficial de la empresa, se debe contratar personal para el desarrollo de la página tanto en la programación de la misma como en el diseño de la interfaz con la que el cliente interactúa, esta página debe contar con seguridad informática que proteja los datos propios y de los usuarios para garantizar que la información compartida entre cliente y usuario esté protegida y así poder ofrecer un servicio confiable, generalmente estos certificados se compran en planes anuales y son de bajo costo por lo que son un apoyo para las pequeñas y medianas empresas que desean ofrecer sus productos o servicios vía web.

c. Alquiler de oficina:

Debido a que la empresa ofrece servicios que no tienen que estar en constante exhibición no es necesario que la locación sea en un sitio concurrido, más bien se debe tener una oficina donde los clientes puedan acudir, la distancia que recorran los asesores sea razonable, además se debe tener en cuenta los gastos asociados a los servicios públicos y de internet que necesita la empresa.

Facelng debe estar localizada en un punto medio donde la movilidad hasta los clientes por cuestiones de ventas, asesoramiento o mantenimiento se facilite, por lo tanto teniendo en cuenta las distancias presentes en una ciudad como Cali se elige como posibles locaciones los barrios Lido y Santa Isabel, también se busca que dentro de estos barrios las oficina se

encuentre cercana a la calle 5ta. Ubicando la oficina en este lugar se tiene que la distancia hasta la zona norte (comuna 2, comuna 4 y comuna 5) es de aproximadamente 9 km, para la zona de centro empresa la distancia es cercana a los 4 km, la comuna 17 se encuentra aproximadamente a 7.3 km y otras zonas con gran cantidad de unidades residenciales se encuentran a menos de 5 km de la empresa.

2.3.2 Requerimientos técnicos del producto / servicio:

2.3.2.1 Requerimientos de Hardware

Los requerimientos técnicos a nivel de hardware del sistema están relacionados con requisitos mínimos de equipos que se espera que los clientes tengan a la hora de realizar la adquisición del software.

- a. Cámara de 4MP de resolución, la imagen obtenida debe tener un tamaño mínimo de 64x64 píxeles.
- b. Computador con memoria RAM de 4 GB, disco duro de 250 GB y procesador Intel core i3 de quinta generación o superior.
- c. Sistema de iluminación en el puesto donde se realiza el control de acceso.
- d. DVR donde se obtiene la información captada por las cámaras de interés.

2.3.2.2 Requerimientos de Software

Los requerimientos técnicos del software que se ofrece a los clientes serán refinados durante los tres meses previos a iniciar operaciones por la socia fundadora encargada del desarrollo del software, y estos son:

- a. Base de datos donde se consigne la siguiente información por persona: Fecha, Nombre, Estatus (residente, empleado o invitado), Apartamento, hora de llegada y hora de salida.
- b. El reconocimiento debe ser en tiempo real con un tiempo de respuesta menor a 2 segundos.
- c. El ambiente donde se desarrollará el software es Python versión 3.6.3 debido a que es un software de uso libre.
- d. El software debe ser implementable en el hardware disponible de los clientes.
- e. La base de datos debe ser expandible de acuerdo con la necesidad de reconocer más personas del cliente.
- f. El software debe ser capaz de crear listas negras para ayudar a evitar el acceso de individuos no autorizados en el establecimiento.
- g. El software debe permitir el registro de nuevos usuarios y debe registrarlos en la base de datos con los campos mencionados en el numeral a.
- h. El software debe realizar reconocimiento 1:1 y 1: N.

2.3.2.3 Proceso de ventas

En el proceso de ventas además de realizar la adquisición del software se ofrece los siguientes servicios:

- a. Se realiza antes de iniciar la negociación con el establecimiento un análisis de idoneidad sobre la instalación esta tecnología, es decir, se analiza cómo esta tecnología ayudaría como solución a la problemática que se esté presentando.
- b. Se ofrece como servicio de postventa el seguimiento semestral durante el primer año de adquisición y revisión anual durante los primeros 10 años después de obtenido el software, con el fin de evaluar el rendimiento del sistema y analizar posibles mejoras al sistema.

2.3.3 Inversión fija

Los insumos que debe tener la empresa se encuentran listado a continuación:

- a. PC con procesador i7 de octava generación, 8GB RAM, tarjeta graficadora Nvidia.
- b. Kit de prueba y cámaras para realizar pruebas del sistema.
- c. Material de papelería para oficina
- d. PC con procesador i3 de quinta generación, 4GB RAM para llevar la contabilidad de la empresa.
- e. Tablet para que la fuerza de ventas realice la demostración del software por medio del demo desarrollado
- f. Escritorio y sillas de oficina
- g. Servicio de internet para el desarrollo
- h. Motocicleta para llevar a cabo la instalación del software

2.3.4 Requerimientos operativos de Facelng

Se debe tener el software que se va a ofrecer como servicio listo para la venta, debe ser ajustable de acuerdo con la necesidad del cliente puesto que cada establecimiento es diferente, sin embargo tener el software final no es suficiente para la empresa, se debe estar en constante mejoramiento e innovación conforme avance la tecnología para brindar siempre un producto de calidad y actualizado a los clientes, por lo que se debe contar con equipos tecnológicos y licencias de programas con los que se pueda mejorar y corregir errores del software a partir de la realimentación de los clientes.

Dentro del marco legal se debe realizar todos los trámites que permitan la legalidad y el funcionamiento de la empresa, en Colombia se han simplificado el número y la complejidad de las diligencias en cuestión de crear empresa. Para poder constituir el negocio se debe suscribir los estatutos de esta, es decir, el contrato que regulará la relación entre los socios y la sociedad, también la empresa debe estar inscrita en la Cámara de Comercio y se requiere abrir una cuenta bancaria, así la DIAN registra el RUT donde se establece los

detalles de organizacionales de la empresa formalmente y emite la resolución de facturación.

Si bien el software, la constitución legal y la ubicación de la empresa son importantes, para que la empresa tenga clientes y pueda generar ganancias necesita estrategias de publicidad efectivas que lleven la información de forma eficiente a los posibles clientes, el mercado al que se le ofrece este servicio no conoce bien este tipo de sistemas de control de acceso por lo que se deben utilizar métodos de publicidad eficaces que consigan el interés de los clientes.

Entre los requerimientos técnicos para el funcionamiento de la empresa se tiene todo lo necesario para realizar la instalación del sistema en el establecimiento, desde contactar al asesor de ventas, contactar al técnico e instalar el sistema de acuerdo con lo contratado por el cliente.

Se tienen activos con deterioro a tres años como los computadores y la pantalla, las cámaras de pruebas, la Tablet y la impresora. Los muebles de oficina deben renovarse en 10 años, y la motocicleta se renovará el cumplimiento de su vida útil (5 años).

2.3.5 Proceso de ventas

La actividad principal de la empresa es vender un sistema de reconocimiento facial para el control de acceso, para llegar a los clientes se necesita de publicidad que dé a conocer la empresa y cómo este tipo de servicio sirve como apoyo a la seguridad del establecimiento, una vez se tienen clientes interesados se realiza la asesoría donde se diagnostica el plan perfecto de acuerdo con las necesidades que el interesado tenga, esta asesoría puede ser tanto presencial como virtual, seguido a esto se procede a realizar la negociación con el cliente y si se llega a un acuerdo el cliente adquiere el software, de lo contrario se realiza una realimentación de cómo se llevó a cabo el proceso y se ejecutan estrategias de mejoramiento.

Cuando el cliente ya tiene el software y este se encuentra funcionando la empresa se encarga de hacer el seguimiento del funcionamiento del servicio 2 veces cada 6 meses durante el primer año de la compra, esto con el fin de revisar problemas en el sistema que deban ser mejorados a nivel de software y también buscar nuevas necesidades que se puedan solucionar con el servicio para así tener nuevas propuestas de valor agregado del sistema, una realimentación continua y así estar en constante mejoramiento, en la Figura 2.2. se tiene el flujograma de las actividades asociadas al proceso de venta de FaceIng.

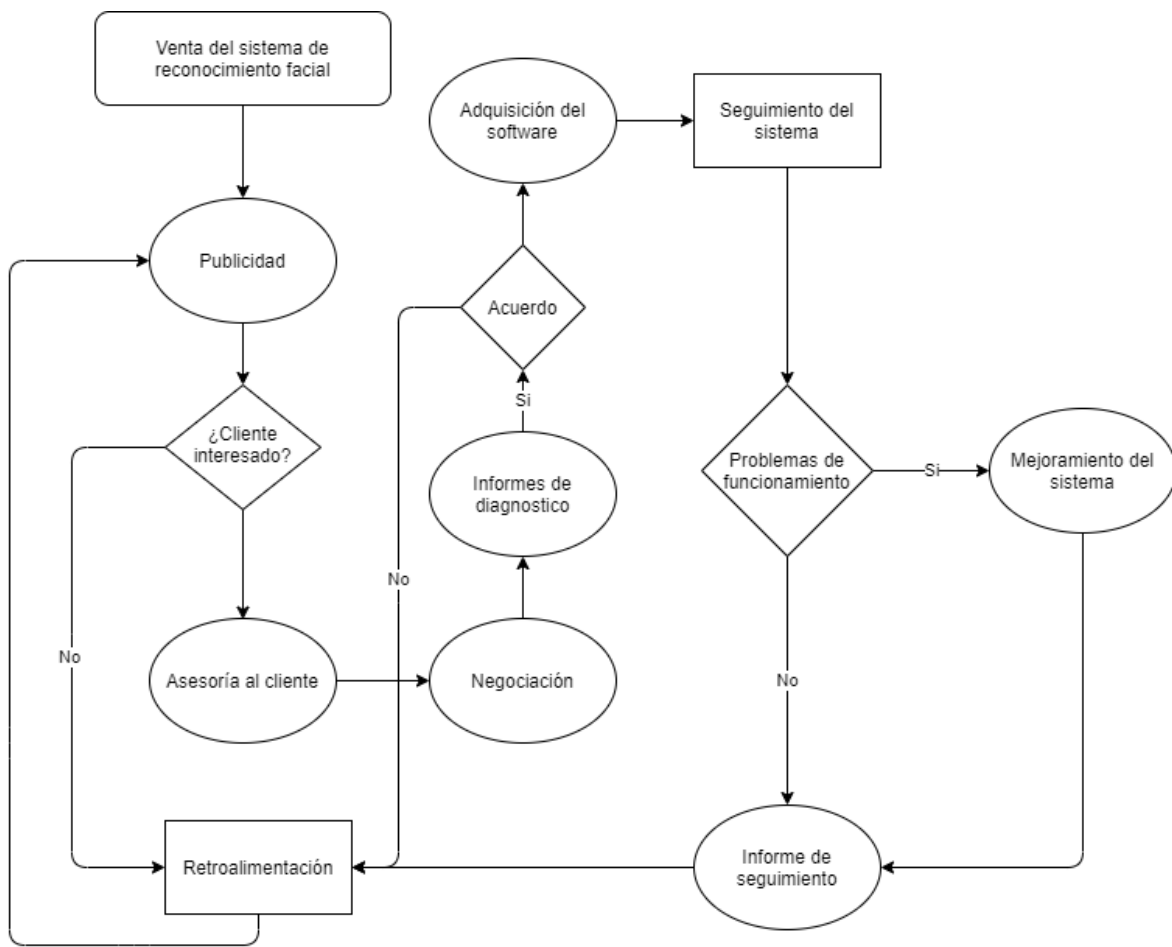


Figura 2.2. Actividades relacionadas con el proceso de ventas. Fuente: Elaboración propia

2.3.6 Puntos críticos de operación

2.3.6.1 Publicidad

La empresa ofrece un producto de base tecnológica con una gran variedad de aplicaciones, sin embargo, los principales clientes no están familiarizados con empresas que ofrezcan esta misma tecnología por lo que las actividades de publicidad que realice la empresa son de suma importancia puesto que se debe dar a conocer no solo la empresa, sino también el funcionamiento de los sistemas de reconocimiento facial para despertar el interés de clientes, estas actividades de publicidad, no solo son muy importantes sino que también son costosas, por lo que se debe destinar un gran capital en contratación de personas encargadas del diseño y en canales de distribución.

2.3.6.2 Prestación del servicio

Las actividades para la operación de la empresa conllevan cierto tiempo, inicia a partir de la reunión entre cliente y asesor de ventas hasta la instalación del servicio en el establecimiento, además se espera seguir en contacto para tener un seguimiento de los resultados después de la adquisición del software, este proceso de negociación y firma de contrato entre el cliente y la empresa se espera que sea de máximo una semana, mientras

que la puesta en marcha del sistema en el lugar de interés no debe tardar más de tres horas en realizarse, el horario de actividades de operación de la empresa se consigna en la Tabla 2.5.

Tabla 2.5. Horario de actividades de operación de Facelng

Días	Horas	Actividad
Lunes a viernes	9:00 - 13:00	Atención al cliente
	14:00 - 18:00	
Lunes, miércoles y viernes	9:00 - 12:00	Instalación según servicio contratado
	14:00 - 18:00	

Fuente: Elaboración propia

Como se trata de un servicio que no requiere de instalación de máquinas o automatización para su fabricación la capacidad de prestación tiene que ver con el personal necesario en cada etapa del proceso de venta, en la primera fase de prestación se requiere de un asesor de ventas que guíe al cliente de forma que sus necesidades y expectativas sean aterrizadas al servicio que se ofrece, una vez se logra esto, se pasa a la realización de los informes diagnósticos donde se le indica al cliente el mejor plan que se ajusta a su necesidad y como este sistema contribuye al establecimiento, este reporte tardará de 2 a 5 días hábiles de acuerdo con los tiempos que tome la recopilación de la información del conjunto.

Una vez se tengan todos los requerimientos y pautas del servicio se procede a la fase de ejecución que consiste en realizar la instalación del software para lo cual el cliente cuenta con el acompañamiento técnico por parte del personal especializado de la empresa. Ya con el servicio en funcionamiento se llegará a la fase de seguimiento donde se evalúa el rendimiento del sistema con personal técnico de la empresa que informe y genere reportes del desempeño que ha tenido el servicio, y, en caso de necesitar correcciones se tenga la capacidad de dar soluciones al cliente.

En este proceso de prestación de cada servicio se necesita de 2 a 3 personas puesto que el personal de la fase de ejecución como la de seguimiento puede ser el mismo. Como se trata de una empresa que está iniciando en el mercado, las actividades que se necesitan durante la prestación del servicio serán encargadas a las fundadoras hasta la consolidación de la empresa.

2.3.7 Controles de operación del servicio

Para garantizar la operación de la empresa se debe considerar tanto la atención al cliente como la calidad del software, para esto se deben tener en cuenta varios aspectos necesarios para la prestación de un buen servicio.

Puntualidad: La persona encargada de la instalación del servicio debe ser puntual a la hora de realizar su trabajo, puesto que estos encuentros son acordados con fecha y hora, y se deben realizar con el cliente o alguien autorizado el cual puede tener otros compromisos en el transcurso del día.

Atención al cliente: La persona encargada de llevar el proceso de asesoramiento para la adquisición del servicio debe ser amable y agradable con los clientes, debe tener

conocimiento del servicio que se está vendiendo y de las necesidades del cliente para ofrecer de manera objetiva la solución que mejor satisfaga las necesidades del establecimiento.

Confiabilidad: Al tener un sistema de control de acceso basado en biometría se debe garantizar un nivel de confiabilidad de reconocimiento aceptable, para ello se debe realizar seguimiento de los porcentajes de reconocimiento de acuerdo con las distintas métricas aceptadas para medir la confiabilidad del sistema de reconocimiento facial en funcionamiento.

Calidad: A partir de lo mencionado anteriormente se debe realizar un control de la calidad del servicio prestado como un todo, desde el primer contacto con el cliente hasta que ya se tiene el sistema instalado y trabajando, esto con el fin de verificar que se está cumpliendo con la propuesta de valor que es ofrecer un servicio confiable, honesto y de calidad.

2.3.8 Procesos de mejoramiento continuo

Para el mejoramiento del servicio se necesita estar realizando evaluaciones y encuestas a los clientes para que a partir de sus opiniones y experiencias se logren crear mejores estrategias de acercamiento, mejorar los planes que se ofrecen y/o establecer métodos efectivos para la realización de ventas. Este servicio necesita interacción con el cliente para llegar a acuerdos que se ajusten a necesidades reales, por lo cual, conocer la opinión de los clientes durante todas las fases de la prestación del servicio será la base para mejorar las actividades de la empresa en cuanto a ventas y estrategias de mercado.

Actualmente, una clave para el éxito de una empresa es trabajar en el mejoramiento continuo, pues con su aplicación se contribuye a mejorar las debilidades y afianzar las fortalezas, teniendo siempre presente trabajar en función de satisfacer las necesidades de los clientes, por eso los procesos que se van a implementar son los siguientes:

Auditorías internas: a nivel de software se realizarán auditorías que informen del desempeño de este cuando se ha puesto en funcionamiento en los diferentes establecimientos, esto con el fin de mejorar las versiones anteriores del sistema a partir de la corrección de errores y mejoramiento de la interfaz.

Retroalimentación: llevar registro de los comentarios y reacciones que tengan los clientes al momento de obtener el servicio, con el fin de evaluar la satisfacción que están obteniendo los clientes. Tener seguimiento de PQRS tanto en la atención al cliente como en el funcionamiento del software.

Benchmarking: mantener al pendiente de nuevas estrategias y prácticas que hayan aplicado y tenido éxito en otras compañías, que puedan ajustarse a las necesidades de la empresa y contribuir a la mejora del servicio.

Análisis de la cadena de valor: determinar cuáles son las actividades que están agregando valor para potenciarlas y cuáles no, para reducirlas o eliminarlas.

Plan de calidad: Se recogen las actividades y acciones orientados a maximizar la calidad de las operaciones y, por consiguiente, la satisfacción de los consumidores. Estas acciones han de ser lo suficientemente relevantes como para tener un impacto en los objetivos de la compañía.

2.3.9 Presupuesto de inversiones

El presupuesto asociado a las inversiones tanto de desarrollo del sistema como de los materiales de la oficina para cada año se observa en la Tabla 2.6, la proyección en el aumento de precios se realizó basándose en el método de pronósticos suavización simple.

Tabla 2.6 Presupuesto activos Facelng

Inversiones	Cantidad	Costo (\$)	Costo total	2021	2022	2023	2024	2025
Software			12.169.000					
Desarrollador de software (horas)	1.920	5.500	10.560.000					
Servicio de internet (mes)	10	160.900	1.609.000					
Equipos tecnológicos			9.929.708	728.264	757.778	11.186.527	820.442	853.691
Computador OptiPlex 7470	1	5.693.202	5.693.202	-	-	6.413.799	-	-
Computador SFF 3471	1	1.734.390	1.734.390	-	-	1.953.914	-	-
Computador DELL Chromebook			-	728.264	757.778	-	820.442	853.691
Pantalla	1	552.416	552.416	-	-	622.336	-	-
Kit de prueba / DVR y 4 cámaras	1	651.900	651.900	-	-	734.412	-	-
Samsung Galaxy Tab	1	749.900	749.900	-	-	844.816	-	-
Impresora	1	547.900	547.900	-	-	617.249	-	-
Muebles y enseres			779.400	499.140	281.284	-	914.337	-
Escritorio de oficina	3	159.900	479.700	166.380	173.123	-	-	-
Sillas de oficina	3	99.900	299.700	103.949	108.161	-	-	-
Mesa para juntas + sillas			-	-	-	-	914.337	-
Biblioteca			-	228.812	-	-	-	-
Vehículos			5.400.000	-	-	-	-	6.586.556
Motocicleta	1	5.400.000	5.400.000	-	-	-	-	6.586.556
Total Inversión			28.278.108	1.227.404	1.039.062	11.186.527	1.734.779	7.440.247

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la anterior tabla la mayor inversión se debe realizar en el año cero puesto que se debe adquirir los activos más costosos como lo son: el desarrollo del software, los implementos tecnológicos y el vehículo de transporte, los muebles y enseres como las sillas, mesas y biblioteca se irán comprando conforme se vea la necesidad de adquirirlas.

2.3.10 Elementos críticos del producto/servicio:

Para la realización del servicio se debe contar con hardware, software y personal, a nivel de hardware el activo más importante es el computador, ya que en este se llevará a cabo la programación, pruebas y validaciones necesarias para ofrecer el servicio, de igual forma, el kit de pruebas es esencial ya que permite llevar el producto a un escenario aproximado al que se tendría en el establecimiento. El software en el que se desarrolle el producto es de gran importancia debido a que la versatilidad de este determina qué tan escalable y funcional puede ser el servicio. De igual forma actualmente existen muchas librerías y códigos libres disponibles para trabajar y mejorar, por lo que la elección de un software que tenga una vasta documentación simplifica la creación y aumenta la calidad del producto.

En línea con lo anterior, existen softwares que permiten y facilitan la realización de pruebas y comparación de algoritmos puesto que están diseñados para ello, lo que permite optimizar el producto y estar en constante mejora, este tipo de programa de prototipado rápido es fundamental en la puesta en marcha de un sistema robusto y confiable.

Por último, la persona encargada de realizar la programación es la pieza más importante en la creación del servicio, para este sistema en específico se requiere de un ingeniero electrónico o de sistemas enfocado en el desarrollo de software, el tiempo que llevará a realizar el sistema de reconocimiento facial con los requerimientos funcionales que necesita

un servicio como este se estima es de 10 meses, por lo que los costos asociados al personal encargado de desarrollar el sistema se pueden observar en la Tabla 2.7.

Tabla 2.7. Costos asociados al desarrollo de software

Desarrollo	Meses	Horas	Semanas	Costo (\$)	Costo total
Software					12.169.000
Desarrollador de software (horas)	10	48	4	5.500	10.560.000
Servicio de internet (mes)	10			160.900	1.609.000

Fuente: Elaboración propia

Una vez se tiene desarrollado el sistema se debe tener en cuenta que, para prestar el servicio se necesita instalar el software, esto lo realiza en los primeros dos años de operación el director de investigación y desarrollo, para el tercer año se contratará un técnico en sistemas. Por lo anterior en la Tabla 2.8 se analiza por años el costo de transporte y el de instalación (Prestación).

Tabla 2.8. Costos asociados a la prestación del servicio

Año	2021	2022	2023	2024	2025
Transporte	1.893.695	1.970.439	2.050.293	2.133.383	2.219.840
Tecnomecanico	148.733	154.760	161.032	167.558	174.349
SOAT	499.557	519.802	540.867	562.786	585.594
Mantenimiento	124.863	129.923	135.189	140.667	146.368
Seguro	38.395	39.951	41.570	43.255	45.008
Gasolina	1.082.147	1.126.002	1.171.634	1.219.116	1.268.522
Sueldo personal de instalación	25.340.479	26.364.496	20.211.624	20.967.404	21.723.184
Director I+D	25.340.479	26.364.496			
Tecnico en sistemas			20.211.624	20.967.404	21.723.184

Fuente: Elaboración propia

2.4 Análisis organizacional

2.4.1 Persona jurídica

La empresa se va a constituir como Sociedad por Acciones Simplificadas (S.A.S), este es el tipo de sociedad más utilizado en Colombia, debido a que se trata de una sociedad flexible y menos costosa para facilitar la realización de negocios, también simplifica los procesos para recibir el apoyo de fondos de capital de riesgo y capital semilla, tan importantes en la fase de emprendimiento y no compromete el patrimonio personal y familiar de las personas que han conformado este esquema societario.

Una S.A.S puede constituirse por una o varias personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, su naturaleza es comercial, pero puede hacer actividades tanto comerciales como civiles, se crea por documento privado y nace después del registro en la cámara de comercio, una vez inscrita en el registro mercantil, formará una persona jurídica distinta de sus accionistas.

Requisitos para constituir una S.A.S.:

- Nombre, documento de identidad, domicilio de los accionistas (ciudad o municipio donde residen). Razón social o denominación de la sociedad, seguida de las palabras “sociedad por acciones simplificada”, o de las letras S.A.S.
- El domicilio principal de la sociedad y el de las distintas sucursales que se establezcan en el mismo acto de constitución.
- El término de duración, si éste no fuere indefinido. Si nada se expresa en el acto de constitución, se entenderá que la sociedad se ha constituido por término indefinido.
- Una enunciación clara y completa de las actividades principales, a menos que se exprese que la sociedad podrá realizar cualquier actividad comercial o civil, lícita. Si nada se expresa en el acto de constitución, se entenderá que la sociedad podrá realizar cualquier actividad lícita.

Teniendo en cuenta lo anterior al momento de realizar la constitución de la empresa el documento deberá ser el siguiente:

Accionistas:

- Selene Ximena Andrade López, CC.1143879691, Cali, Colombia
- Laura Daniela Cetina Castellanos, CC.10107516246, Cali, Colombia

Razón social: FaceIng SAS

Domicilio principal: Cali, Colombia

Término de duración: Indefinido

Actividades principales: Vender y desarrollar servicios dedicados al control de acceso en tiempo real a partir de sistemas biométricos, específicamente reconocimiento facial, para apoyar en seguridad a establecimientos con alto flujo de personas.

Distribución de acciones:

- Selene Ximena Andrade López: 50%
- Laura Daniela Cetina Castellanos: 50 %

Representante legal: Laura Daniela Cetina Castellanos

2.4.2 Estructura organizacional

Como se está en la fase inicial de la empresa las 2 fundadoras asumen tanto los cargos administrativos como los de desarrollo del software, cada una enfocada de acuerdo con sus habilidades, es decir, la mayoría de las responsabilidades administrativas las asume Laura Cetina debido a que es su fuerte con sus conocimientos en ingeniería industrial, de igual forma Selene Andrade asume las responsabilidades con respecto al desarrollo de software por sus conocimientos en ingeniería electrónica.

La compañía contará con un asesor comercial que se encarga de llevar a buen fin las ventas y dar atención post venta a los clientes con el apoyo de los conocimientos técnicos y administrativos de las fundadoras, quien será contratado por servicios tres meses previos a iniciar operación junto a la compañía de marketing y publicidad, quienes lideraran las estrategias de promoción en el sector. Sin embargo, con el paso del tiempo la empresa planea contar con un auxiliar administrativo y técnico en sistemas o afines, cuando la empresa alcance mayor grado de madures, se planea contar con más colaboradores en las diferentes áreas, en especial desarrolladores.

La estructura organizacional que se planea a futuro de la empresa es la de la Figura 2.3:

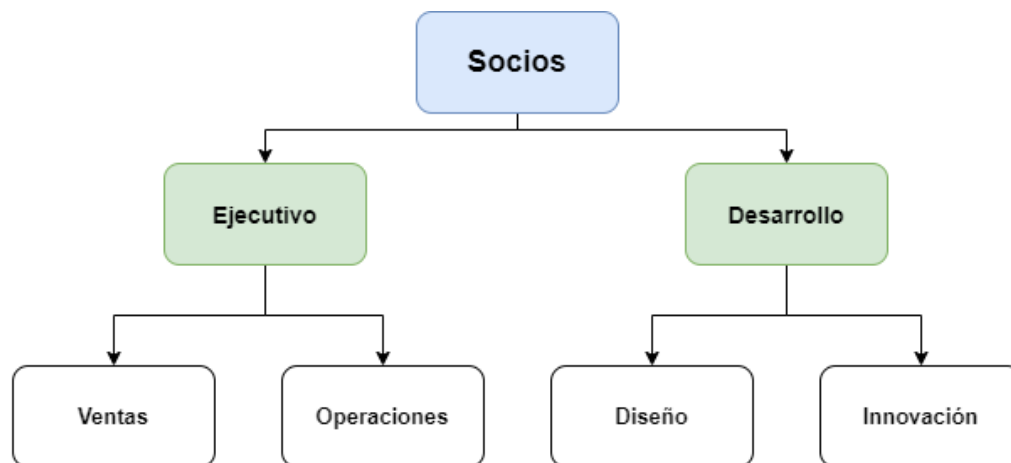


Figura 2.3. Organigrama Facelng. Fuente: Elaboración propia

2.4.3 Política de gobierno corporativo

Las políticas de gobierno corporativo están orientadas a ser una compañía integral en su relación con el Estado, los clientes, los empleados, el entorno, socios e inversionistas. También están enfocadas en el cumplimiento de la misión, visión, valores y filosofía de la empresa.

En relación con el Estado, se cumplirán con todas las leyes y normas, acatando lo estipulado por las instituciones y autoridades legítimamente establecidas tanto en prestación de servicio y protección de datos de los clientes a partir. Con relación a la comunidad, se busca mejorar la calidad de vida de los usuarios al disminuir la inseguridad en el lugar donde viven para que tengan un verdadero ambiente de descanso y tranquilidad. En relación con el entorno, se trabajará en ser una empresa sostenible y amigable con el medio ambiente, mediante las buenas prácticas en la, disposición de residuos, manejo de recursos, etc.

Por otro lado, el vínculo con los empleados se basará en el respeto, la buena comunicación, el intercambio de ideas, el compromiso; favoreciendo un adecuado clima organizacional. Finalmente, frente a los socios e inversionistas habrá una relación transparente y veraz, respetando sus derechos legítimos. La repartición de los beneficios (utilidad) dependerá de las condiciones de la empresa. Adicional a lo anterior, se realizarán las siguientes actividades para la toma de decisiones estratégicas en la empresa.

Reuniones del equipo de trabajo de cada subdivisión (operaciones, ventas, publicidad, diseño e innovación): se realizarán reuniones periódicas con el fin de discutir el desempeño de cada subdivisión, identificar oportunidades de mejora, debilidades, cómo están percibiendo los clientes el servicio, que ideas y propuestas tienen, entre otras situaciones de interés por área, de cada una de estas reuniones debe quedar un acta. En un comienzo (desde tercer año), estas reuniones se harán cada dos semanas entre las subdivisiones, ya que habrá muchos aspectos por mejorar y es necesario tener realimentación de los procesos que están funcionando y los que no. A partir del cuarto año se realizarán semestralmente.

Reuniones del equipo de trabajo de cada subdivisión con los respectivos directores (mercadeo, finanzas y software): se realizarán reuniones periódicas con el fin de discutir el desempeño de la división como un todo, para identificar oportunidades de mejora,

debilidades entre subdivisiones, de cada una de estas reuniones debe quedar un acta. En un comienzo (primer año), estas reuniones se harán cada 3 semana. Para el segundo y tercer año, se realizan cada 4 meses. Para el cuarto y quinto año se realizarán cada 8 meses y a partir del sexto año se realizarán cada 14 meses.

Informe de desempeño: con base en la información y la discusión obtenida en el punto anterior y en la actividad que haya presentado la empresa (ventas, PQRS, proveedores, productividad, etc) el director ejecutivo debe elaborar un informe de desempeño conciso, que refleje la situación de la empresa y facilite la toma de decisiones. Para el primer y segundo año estos informes se realizan mensualmente, para el tercer año se realiza trimestralmente y a partir del cuarto año se realizan semestralmente.

Reuniones de los socios: en la primera etapa de la compañía, se necesita que los socios tengan participación además del aporte económico. Por lo que para el primer y segundo año se realizarán reuniones trimestrales y cuando se considere necesario; en las cuales, analizando el informe de desempeño y la presentación que realice el director ejecutivo se tomarán decisiones estratégicas convenientes y se pautarán las directrices. Para el tercer, cuarto y quinto año se realizarán las reuniones un mes después de tener los informes de desempeños del periodo respectivo, y a partir del sexto año se realizarán 3 meses después, igualmente los socios estarán pendientes de todos los movimientos de la empresa. De cada una de las reuniones debe quedar un acta y control de asistencia.

2.4.4 Perfil del grupo empresarial

Esta empresa nace de la preocupación debido a la creciente inseguridad en la ciudad de Cali, su ideal es utilizar la tecnología biométrica y colocarla al alcance de los hogares caleños y mejorar su calidad de vida disminuyendo índices de inseguridad y hurtos en las zonas más afectas por la delincuencia. La empresa está basada en la confianza, transparencia, la sinceridad entre socios y empleados, y la integración de tecnología para salvaguardar las vidas y bienes de nuestros clientes.

Nuestra junta de socios busca consolidar la empresa en la región y siempre estar a la altura de las necesidades y exigencias de los clientes, ofreciéndoles tecnología confiable y calidad en la atención que reciben, todo esto a partir de una comunicación basado en el respeto, la eficacia, la objetividad y la honestidad, siempre teniendo como meta los objetivos, principios y valores de la empresa.

2.4.5 Perfil de los colaboradores y gestión del Talento Humano

El perfil de los colaboradores necesarios y el proceso de selección y contratación para la operación de FaceIng se encuentra en el Anexo A.3, este perfil comprende la sede donde estará ubicado, sus responsabilidades, el horario de trabajo, la formación, aptitudes requeridas, el tipo de contrato y el salario correspondiente.

Se dice que una empresa será buena o mala, dependiendo de la calidad de sus recursos humanos. Es por ello por lo que es crucial que los empleados sientan confianza y tranquilidad al momento de dar a conocer su criterio sin temor a ser juzgados o castigados. Del mismo modo es indispensable una buena relación entre los distintos niveles jerárquicos de la compañía. Para motivar a los empleados con el fin de que obtengan un mejor desempeño en el logro de los objetivos empresariales la empresa utilizará las siguientes prácticas:

1. Proporcionar un ambiente de trabajo positivo: promoviendo la creatividad, las nuevas ideas, las iniciativas.
2. Permitir la participación en las decisiones: posibilite la toma de decisiones por parte de los empleados y sobre todo respeto a las opiniones proporcionadas.
3. Involucrar a los empleados en los resultados: comuníquese a sus subordinados la importancia de su trabajo para el desempeño eficiente de la empresa y el logro de las metas.
4. Incentivar el sentimiento de pertenencia al grupo: se debe estimular al empleado para que se identifique con la imagen de la compañía. Una buena acción es proporcionar tarjeta de presentación para que el trabajador se sienta representante de la empresa.
5. Proporcionar los medios que ayuden a crecer: brindar desarrollo por medio de capacitaciones constantes al empleado, como también que los superiores sean mentores compartiendo su conocimiento con los subordinados.
6. Reconocer la excelencia: premiar el buen desempeño del trabajador alienta a seguir con el mismo rendimiento.

2.4.6 Regulaciones legales

En Colombia el decreto 1072 de 2015 regula y unifica las normas que los empleadores deben tener para sus empleados en el trabajo, en esta regulación se establece que se debe velar por cumplir o brindar toda la protección en temas de seguridad y la salud para los trabajadores. Las prestaciones sociales que se deben tener en cuenta por parte de los empleadores en Colombia son las siguientes:

Prima de servicios: corresponde a 30 días de salario por año, el cual se reconocerá en dos pagos, así: la mitad máximo el 30 de junio y la otra mitad a más tardar los primeros veinte días de diciembre. A partir de la Ley 1788 de 2016, se reconoce el pago de primas de servicios a:

- Trabajadoras y trabajadores del servicio doméstico
- Choferes de servicio familiar
- Trabajadores por días
- Todos los trabajadores dependientes

Cesantías: Corresponde a un mes de salario por año de servicio trabajado y proporcionalmente por fracción de año.

Auxilio de transporte: Tienen derecho los trabajadores que devenguen hasta dos (2) veces SMLMV.

Vacaciones: El empleador deberá pagar 15 días hábiles de vacaciones remuneradas por cada año de servicio.

La Seguridad Social Integral, se compone de tres sistemas:

Sistema de Salud: Los trabajadores tienen derecho a la cobertura a la salud, la cual se cubre con el pago de un aporte que corresponde al 12,5%, del cual el 8,5% es aportado por el empleador y el valor de 4% es descontado del salario del trabajador. El sistema le otorga al trabajador dos tipos de prestaciones:

- Prestaciones asistenciales: las cuales corresponden a atención médica, tratamientos, medicamentos, intervenciones quirúrgicas entre otros

- Prestaciones económicas: correspondientes a todo tipo de auxilio otorgado al trabajador por encontrarse en imposibilidad de laborar, entre esas: licencia de maternidad y pago de auxilio por incapacidad de origen común.

Sistema General de Pensiones: Este sistema garantiza a la población, el amparo contra las contingencias generadas por los riesgos de Invalidez, vejez o muerte. El aporte realizado al sistema corresponde al 16%, del cual el empleador aporta el 12% y el trabajador cubre el restante, correspondiente al 4%.

Sistema de Riesgos Laborales: Este sistema, cubre los riesgos que se generen con ocasión del trabajo o en ejercicio de las funciones del trabajador; es decir, otorga a ellos, protección frente a un accidente de trabajo o una enfermedad de origen laboral, garantizando prestaciones asistenciales o económicas.

2.4.7 Presupuesto de nómina

Bajo los parámetros de la Tabla 2.9 se calcula el presupuesto de nómina de la empresa consignado en la Tabla 2.10.

Tabla 2.9. Parámetros para el cálculo de presupuesto de nómina

	Unidad	2020
Salario		
SMLV	\$/mes	877.803
Auxilio de transporte	\$/mes	102.854
Seguridad social		
Pensión	% SMLV	12%
Salud	% SMLV	8,50%
ARL (riesgo clase I)	% SMLV	0,52%
Prestaciones sociales		
Prima	% SMLV + auxilio de transporte	8,33%
Cesantías	% SMLV + auxilio de transporte	8,33%
Intereses cesantías	% SMLV + auxilio de transporte	1%
Vacaciones	% SMLV	4,17%
Aportes fiscales	% SMLV	9%
Intereses cesantías	% SMLV + auxilio de transporte	1%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2.10. Presupuesto de nómina

Presupuesto de nómina	2021	2022	2023	2024	2025
Salario + Auxilio	49.127.546	64.236.260	80.364.674	83.369.878	86.375.082
SMLV	33.862.393	46.973.670	60.996.853	63.276.620	65.556.386
Auxilio de transporte	3.977.689	5.519.173	7.168.450	7.437.935	7.707.419
Seguridad social	8.202.578	10.047.488	13.023.023	13.534.562	14.051.289
Pensión	4.682.728	5.735.959	7.434.647	7.726.677	8.021.668
Salud	3.316.932	4.062.971	5.266.208	5.473.063	5.682.015
ARL (riesgo clase I)	202.918	248.558	322.168	334.823	347.606
Prestaciones sociales	10.999.302	13.448.795	16.905.248	17.558.197	18.215.505
Prima	4.522.181	5.419.685	6.774.223	7.037.370	7.302.572
Cesantías	4.522.181	5.419.685	6.774.223	7.037.370	7.302.572
Vacaciones	1.412.062	1.958.802	2.543.569	2.638.635	2.733.701
Intereses cesantías	542.879	650.622	813.232	844.822	876.659
Caja de compensación	3.047.615	4.227.630	5.489.717	5.694.896	5.900.075
Aportes fiscales	3.047.615	4.227.630	5.489.717	5.694.896	5.900.075
Comisiones	5.160.340	825.989	958.536	1.112.352	1.290.851
Salario anual	76.537.382	92.786.163	116.741.197	121.269.884	125.832.802

Fuente: Elaboración propia

2.4.8 Alianzas y redes empresariales

En cuestión de alianzas se sabe que existen empresas y grupos dedicados a la administración de unidades residenciales por lo que ser aliados de estas puede llevar al aumento de la clientela gracias a que los administradores son los encargados de realizar cotizaciones y buscar soluciones que los conjuntos residenciales adquieren, por lo que tener convenios y alianzas con estos supone un beneficio para ambas partes ya que se pueden ofrecer soluciones y precios especiales a los cuales no tendría acceso un cliente normal.

De igual forma otros aliados estratégicos son las empresas prestadoras de seguridad privada a las unidades residenciales puesto que estas a veces son las encargadas de ofrecer la tecnología que se utiliza en la unidad, el convenio permitiría que estas empresas puedan ofrecer en su portafolio de servicios la tecnología FaceIng y así generar mayores ganancias y prestigio para ambas partes.

2.4.9 Leyes reglamentaciones, obligaciones tributarias y permisos.

FaceIng es catalogada una microempresa según la Ley para el Fomento de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa, Ley 590 por lo que es beneficiaria de un descuento del 25% en el registro de marca por lo que el precio a pagar por este sería de \$660.000, también teniendo en cuenta que se trata de una empresa joven tiene descuentos en el pago del registro mercantil y su renovación en el primer año.

Teniendo en cuenta que es una empresa constituida como sociedad tipo S.A.S, no es necesario que los estatutos consten en escritura pública, con lo que sólo deberá ser autenticada en la notaría más cercana. El valor de una autenticación es de \$3.450 por firma y huella. El registro de la empresa en cámara de comercio genera un impuesto de registro con cuantía que corresponde al 0.7% sobre el valor del capital suscrito. Los derechos de inscripción corresponden a \$32.000 por el registro del documento.

Faceing al ser una empresa de desarrollo de software está excluida de pagar IVA de acuerdo con las definiciones expuestas en el decreto 1412 de 2017. Por otro lado, también cumple los requisitos para ser excluido del impuesto a la renta según el decreto 1669 del 12 de septiembre de 2019, que se refiere al incentivo tributario para empresas de economía naranja que corresponden al desarrollo de industrias de valor agregado tecnológico y actividades creativas, las empresas que desarrollen este tipo de actividades tendrán renta exenta por un término de siete (7) años.

El Impuesto de Industria y Comercio y su complementario de Avisos y Tableros es un tributo de carácter municipal que grava la realización de actividades industriales, comerciales y/o la prestación de servicios. Al ser una empresa de sistemas y tecnologías de la información paga una tarifa de 3,3 x 1000.

La retención en la fuente por pagos de servicios y honorarios por actividades de análisis, diseño, desarrollo, implementación, mantenimiento, ajustes, pruebas, suministro y documentación, fases necesarias en la elaboración de programas de informática, según el artículo 1 del decreto 260 de 2001 es del 10%

2.4.10 Presupuesto de gastos legales

Estos gastos por impuestos y reglamentaciones se tienen en la Tabla 2.11 y Tabla 2.12.

Tabla 2.11. Gastos asociados a los impuestos por año Faceing

Año	2021	2022	2023	2024	2025
Impuestos	470.004	567.299	658.334	763.977	886.572
ICA (industria y comercio)	408.699	493.304	572.464	664.328	770.932
Complementario de avisos y tableros	61.305	73.996	85.870	99.649	115.640

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2.12. Gastos asociados a reglamentaciones Faceing

Año	2020
Legal	1.381.387
Matricula mercantil	614.462
Inscripción Camara y Comercio	32.000
Certificado SSL	37.825
Registro de marca ante la SIC	660.000
Autenticación notarial	6.900
Inscripción a libros contables	15.000
Certificado Matricula mercantil	3.000
Certificado de existencia y representación legal	6.100
Formulario para el registro mercantil	6.100

Fuente: Elaboración propia

2.5 Análisis financiero

2.5.1 Costos y gastos y punto de equilibrio

Como se puede observar en la Tabla 2.13 la compañía alcanza el punto de equilibrio en el segundo año de operación con 17 conjuntos residenciales afiliados por un año, cumpliendo el punto de equilibrio en un 109%. El primer año se está 41% por debajo del punto de equilibrio, sin embargo, durante los periodos siguientes de análisis la compañía puede cubrir sus costos con el volumen de ventas generados, incluso a pesar de que para el año 2023 los costos tienen el mayor crecimiento con respecto al periodo anterior, pues hay una inversión en activos y gastos en personal significativos para la operación de este periodo, esto debido al corto periodo de vida útil de los equipos tecnológicos de la compañía, y a la contratación de personal adicional para dar soporte a los clientes, tras el incremento del volumen de ventas.

Tabla 2.13. Análisis del punto de equilibrio de la empresa

	2021	2022	2023	2024	2025
Numero productos o servicios proyectados	10	17	20	23	27
Punto de Equilibrio	16	16	18	18	18
Cumplimiento del punto de equilibrio	59%	109%	112%	130%	151%

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar para la compañía el mayor gasto generado con respecto a los ingresos en los periodos evaluados son los de administración y ventas, el rubro más representativo es el gasto en la nómina y el pago por alquiler, cabe resaltar que para el 2023 se presenta un aumento del 33,58% debido a que a partir de este año se asume en el rubro el salario del director investigación y operaciones.

Los gastos de operación no representan más del 37% de las ventas durante el periodo de análisis, en el año 2023 se tiene una variación negativa del cayendo a 13,35%, esto se debe en parte al incremento de las ventas, pero también a que para el año 2023 el personal que instala el software empieza devengar un salario menor, ya que se contrató un técnico para la realización de dicha labor.

Tabla 2.14. Análisis vertical de los gastos

	2021	2022	2023	2024	2025
Gastos de operación	36,60%	20,15%	13,35%	11,53%	9,96%
Gastos de administración y ventas	101,43%	69,00%	76,36%	67,25%	59,22%
Gastos preoperativos (diferidos)	9,97%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Fuente: Elaboración propia

2.5.2 Flujo de caja

El flujo de caja de la empresa desde el año 0 se consigna en la Tabla 2.15, en este se tiene en cuenta tanto los ingresos por venta, lo egresos en todos los aspectos analizados anteriormente y el financiamiento por parte de los socios.

Tabla 2.15. Flujo de caja Facelng

	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Disponible		106.430.450	145.236.571	194.278.818	239.448.682	321.277.187
Caja Inicial		37.037.773	5.277.330	19.958.675	29.042.504	67.314.798
Ventas		69.392.677	139.959.242	174.320.143	210.406.179	253.962.390
Egresos	35.962.227	101.153.121	125.277.896	163.412.189	163.048.707	178.715.064
Inversiones en activos	28.278.108	1.227.404	1.039.062	11.186.527	17.34.779	7.440.247
Egresos por gastos de operación		27.925.564	29.054.344	23.010.481	23.879.687	24.753.490
Egresos por gastos de admón. y ventas		72.000.152	94.891.884	128.657.532	136.761.153	145.708.901
Egresos por preoperativos diferidos	7.684.119	-	-	-	-	-
Egresos por impuestos locales		-	292.606	557.650	673.089	812.425
Financiamiento	-35.962.227	5.277.330	19.958.675	30.866.629	76.399.975	142.562.124
Aporte de Socios	73.000.000	-				
Distribucion de Excedentes	-	-	-	1.824.125	9.085.177	23.889.078
Cambio en efectivo y equivalentes	37.037.773	5.277.330	19.958.675	29.042.504	67.314.798	118.673.046

Fuente: Elaboración propia

La política de colchón de efectivo es de 15 días con el fin de tener suficiente dinero ante emergencias y no recurrir al endeudamiento por un imprevisto esto se observa en la Tabla 2.16.

Tabla 2.16. Colchón efectivo de Facelng

	2021	2022	2023	2024	2025
Colchon de Efectivo (Regla de caja)	4.183.078	4.760.044	5.791.663	6.020.044	6.237.885

Fuente: Elaboración propia

A los socios se les distribuirá las utilidades a partir del segundo año de operación 2023, esto con el fin de incentivar a los socios tras la gran inversión que se debe desembolsar al iniciar operaciones, dado que en este periodo la compañía aún no ha se recuperado la inversión de los socios, los porcentajes de distribución solo crecerán un 10% a partir del 2023.Los porcentajes de distribución de las utilidades se muestran en la Tabla 2.17

Tabla 2.17. Distribución de utilidades a los socios

	2021	2022	2023	2024	2025
Distribución de utilidades (%)	-	-	10	20	30

Fuente: Elaboración propia

2.5.3 Necesidades financieras

La compañía requerirá de una inversión de 73.000.000 para cubrir los gastos preoperativos, la inversión de los activos y poder mantener las operaciones durante el tiempo del análisis. En primera instancia como fuente de financiación se tienen en cuenta los socios que están interesados en el proyecto, ya que para acceder a préstamos bancarios al inicio de la operación bajo la figura jurídica es poco probable que el crédito sea otorgado, además ninguno de socios tiene un respaldo o experiencia crediticia para acceder a los préstamos en nombre de la compañía. Por lo anterior, también se contempla en primera instancia que cada socia busque por su propia cuenta la fuente de financiamiento, ya sea apoyo de los familiares o ahorros para dar inicio al negocio.

2.5.4 Estados financieros

En el estado de resultados de la el primer año de operación la empresa tiene pérdidas, pues con las ganancias generadas no alcanza a cubrir el rubro más representativo el de gastos de administración y ventas, que cabe resaltar es el mayor gasto asumido con respecto a las ventas de cada periodo. Por otro lado, que los gastos de operación disminuyen para el tercer año, puesto que se contrata un técnico para realizar la instalación del software, mientras que los gastos administración y ventas aumentan tras asumir el salario del director de investigación y desarrollo. Y por último que los gastos preoperativos se causan la finalizar el primer año de operación.

Tabla 2.18 se evidencia el primer año de operación la empresa tiene pérdidas, pues con las ganancias generadas no alcanza a cubrir el rubro más representativo el de gastos de administración y ventas, que cabe resaltar es el mayor gasto asumido con respecto a las ventas de cada periodo. Por otro lado, que los gastos de operación disminuyen para el tercer año, puesto que se contrata un técnico para realizar la instalación del software, mientras que los gastos administración y ventas aumentan tras asumir el salario del director de investigación y desarrollo. Y por último que los gastos preoperativos se causan la finalizar el primer año de operación.

Tabla 2.18. Estado de resultados de Facelng

	2021	2022	2023	2024	2025
Ventas netas/Ganancia bruta	77.102.975	146.943.271	177.362.017	214.077.752	258.394.016
Gastos de operación	28.218.170	29.611.994	23.683.570	24.692.112	25.734.096
Gastos de admón. y ventas	78.206.424	101.390.824	135.437.193	143.959.753	153.029.661
Gastos preoperativos (diferidos)	7.684.119	-	-	-	-
Utilidad operacional (EBIT)	- 37.005.738	15.940.453	18.241.255	45.425.887	79.630.259

Fuente: Elaboración propia

Al analizar un balance general de la empresa, podemos observar que la organización está en capacidad de hacer frente a las obligaciones contraídas en el corto plazo para operar con normalidad a en los cinco años de análisis, por otro lado, que la empresa carece de deuda, pues la totalidad del activo se ha financiado con fondos propios. En la Tabla 2.19

se observa que el patrimonio va aumentando a partir del segundo año, tras asumir las pérdidas del primer periodo de operación. El rubro más importante de los activos corrientes es la caja y el efectivo, y para los no corrientes son los bienes adquiridos, el pasivo corriente hace referencia a los impuestos por pagar y patrimonio va disminuyendo debido a las pérdidas acumuladas del primer año de operación, tendencia que para en el cuarto año, en el cual se recupera la inversión.

Tabla 2.19. Estado de la situación financiera de Facelng

	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Activos						
Activos corrientes	37.037.773	12.987.627	34.653.002	46.778.705	88.722.573	144.512.448
Activos no corrientes	35.962.227	23.299.241	17.839.363	22.246.229	16.782.407	16.901.894
Total activos	73.000.000	36.286.868	52.492.365	69.024.934	105.504.980	161.414.341
Pasivo + Patrimonio						
Pasivos corrientes	-	292.606	557.650	673.089	812.425	980.605
Patrimonio	73.000.000	35.994.262	51.934.716	68.351.845	104.692.555	160.433.736
Total pasivo + patrimonio	73.000.000	36.286.868	52.492.365	69.024.934	105.504.980	161.414.341

Fuente: Elaboración propia

Los indicadores de liquidez dan un parte de tranquilidad, pues se observa en la Tabla 2.20 que se cuenta con la capacidad para enfrentar las obligaciones de corto plazo.

Dado que la empresa es principalmente financiada con recursos propios, la razón de endeudamiento es muy bajo durante los periodos evaluados, en promedio tiene el valor de 1%, porcentaje que va disminuyendo en la medida que la compañía va fortaleciendo su patrimonio. Por otro lado, el apalancamiento como es de esperarse tiene un valor promedio de 1, puesto que los activos están 100% financiados con capital de la compañía.

Para realizar una valoración efectiva acerca del grado de rentabilidad de una empresa, el ROA por sí solo es suficiente, ya que la empresa carece de deuda, pues la totalidad del activo se ha financiado con fondos propios sin acudir a la deuda. El ROA en el primer año de operación los gastos superan los ingresos generados, es por ello el valor de este indicador es negativo, y para el tercer año hay una caída debido al incremento en 33,58% en los gastos de administración y ventas.

Tabla 2.20. Indicadores financieros de Facelng

	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Liquidez						
Razón Corriente		44.39	62.14	69.50	109.21	147.37
Capital de trabajo		7 417 692	14 136 677	17 063 113	20 595 350	24 858 796
Inversión en capital de trabajo		7 417 692	6 718 986	2 926 435	3 532 237	4 263 446
Endeudamiento						
Endeudamiento		0.81%	1.06%	0.98%	0.77%	0.61%
Razón Deuda capital		0.81%	1.07%	0.98%	0.78%	0.61%
Apalancamiento	1.00	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
Rentabilidad						
ROA		-50.69%	43.93%	34.75%	65.81%	75.48%
NOPAT		37 005 738	15 940 453	18 241 255	45 425 887	79 630 259

Fuente: Elaboración propia

2.5.5 Evaluación

En la Tabla 2.21 se realiza el supuesto de que la empresa no se vende al final del periodo de análisis, la compañía sigue operando indefinidamente con el mismo nivel de ventas y los mismos flujos del periodo 5, entonces al dividir el último flujo entre la TMR da como resultado un aproximado del valor de la empresa de \$403.470.243

La TIR del proyecto es 43,56%, lo cual indica que por cada 100 pesos que se invirtió en el negocio se recuperan 43,56 pesos, dado que el VPN es positivo, y que la tasa mínima de retorno (TMR) es de 18,65%, el proyecto genera valor para los accionistas, y por tanto Facing SAS es un proyecto rentable.

Tabla 2.21. Flujo de caja del accionista

	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Utilidad Neta	-	-37 005 738	15 940 453	18 241 255	45 425 887	79 630 259
Total deterioro	-	6 206 271	6 498 940	6 779 661	7 198 600	7 320 760
Flujo de caja bruto		-30 799 466	22 439 393	25 020 916	52 624 487	86 951 019
Inversión en activos	-	1 227 404	1 039 062	11 186 527	1 734 779	7 440 247
Inversión en capital de trabajo	-	7 417 692	6 718 986	2 926 435	3 532 237	4 263 446
Flujo de caja neto		-39 444 562	14 681 346	10 907 954	47 357 471	75 247 326
Inversiones de socios	73 000 000	-	-	-	-	-
Inversiones netas del periodo	73 000 000	-	-	-	-	-
Valor de la empresa en el año 5	-	-	-	-	-	403 470 917
Flujos de caja totalmente netos	-73 000 000	-39 444 562	14 681 346	10 907 954	47 357 471	478 718 243
Balance de proyecto	-73 000 000	-126 059 062	-134 887 732	-149 136 340	-129 592 796	324 956 391
Periodo de pago descontado	4.29	0.00	0.00	0.00	0.00	4.29
Tasa interna de retorno	43,56%					
Valor presente neto	138.193.103					
Tasa mínima de retorno (TMR)	18,65%					

Fuente: Elaboración propia

3. Desarrollo del software

En este capítulo se describe el funcionamiento del sistema de reconocimiento facial, se utilizaron dos etapas para el mejoramiento de la imagen. En total se realizaron tres fases de obtención de información con el propósito de detectar, alinear y extraer características del rostro. Por último, se tienen dos bloques: el primero para clasificación y el segundo para el post procesamiento de la información.

Para el desarrollo del sistema se partió de los conocimientos adquiridos en las asignaturas de visión artificial y reconocimiento de señales sensoriales, para cada etapa se realizó una revisión bibliográfica de las técnicas utilizadas en el reconocimiento de rostros, tanto para mejoramiento de imágenes como extracción de características y finalmente la clasificación.

La definición del software se realizó a partir de la investigación del mercado y sus principales necesidades, para esto se establecieron una serie de requerimientos tanto funcionales como no funcionales, adicionalmente se realizaron los casos de usos del software a desarrollarse en este trabajo esta información se encuentra en el Anexo A.4.

3.1 . Diagrama de bloques del sistema

El sistema se divide en distintos bloques que cumplen una función específica para el correcto funcionamiento del software como se presenta en la Figura 3.1.

El primer paso fue obtener la imagen de entrada, seguido del mejoramiento de la misma, se realizó la detección automática del rostro para así alinear y segmenta la cara, posteriormente se realizó la extracción de características y luego a partir de un clasificador, junto con una opción de rechazo realizar el reconocimiento. La descripción detallada de cada bloque se encuentra en el Anexo A.9.

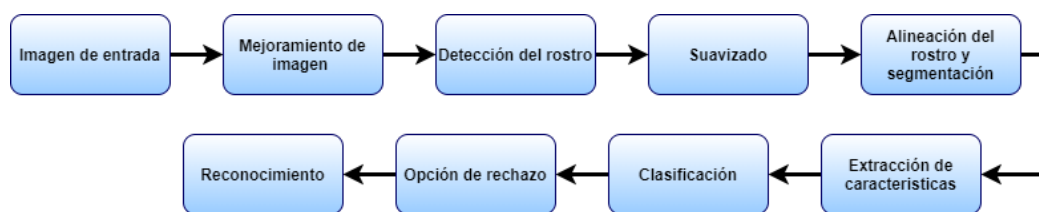


Figura 3.1. Diagrama de bloques del sistema. Fuente: elaboración propia.

3.2 Entrenamiento y clasificación

En esta fase se realizó una división de datos de 60% para entrenamiento y 40% para prueba, al tratarse de un sistema que debe ser capaz de añadir nuevos usuarios se utilizó una arquitectura como se observa en la Figura 3.2 donde se tiene un número N de clasificadores, siendo N la cantidad de personas en la base de datos, de esta forma, al añadir una nueva persona se genera un nuevo clasificador especializado en la identificación de esta y no se debe volver a entrenar todo el sistema.

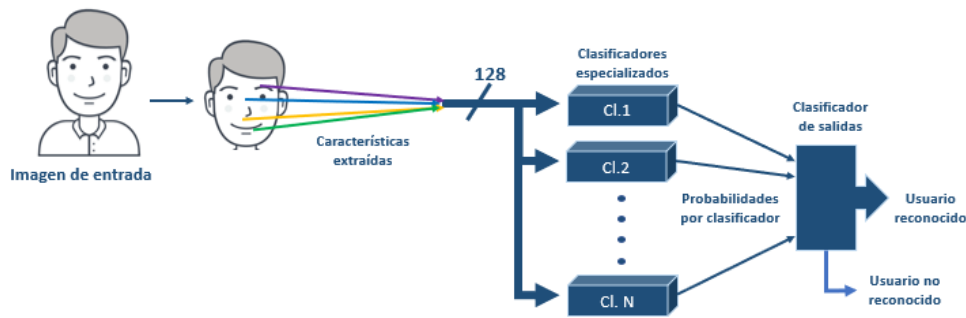


Figura 3.2. Arquitectura del sistema Fuente: elaboración propia.

Cuando se tiene una imagen de entrada, esta es procesada por los bloques anteriores hasta que se obtiene el vector de características, el cual es dirigido como entrada a todos los clasificadores cuya salida corresponde a una probabilidad que indica el porcentaje de similitud entre la imagen y la persona asignada al clasificador, este conjunto de probabilidades se analiza en un clasificador de salidas donde, si se cumplen ciertas condiciones se retorna en la salida la persona identificada, de lo contrario, indica que la persona no ha sido reconocida.

3.3 Pruebas y Resultados

Para las pruebas se utilizaron las bases de datos faces94 con data augmentation y Grimace. En primer lugar, se consignan los resultados de la selección de características a partir de la técnica de extracción seleccionada.

Se evaluó el funcionamiento de la etapa de detección para analizar las limitaciones del sistema al detectar rostros. Posteriormente, se exponen los resultados obtenidos en las distintas pruebas ejecutadas en la etapa de reconocimiento facial; dichas pruebas se realizaron sobre la base de datos faces94 con data augmentation, se evaluó el desempeño tanto del sistema completo (incluyendo la opción de rechazo) como cada clasificador individual, aplicando las diferentes técnicas de clasificación implementadas, por último, se añadieron 20 individuos impostores para medir la capacidad de rechazo del sistema.

Por último, se examinó la respuesta del sistema en tiempo real, de modo que se desarrolló una interfaz que permitiera la adquisición de las imágenes mediante la cámara de la computadora o bien, una imagen almacenada previamente en la computadora, finalmente, se agregaron 5 personas a la base de datos, estas imágenes fueron tomadas en el laboratorio de Visión Artificial de la Universidad del Valle con el fin de verificar el funcionamiento del sistema en tiempo real utilizando la cámara del computador. Las pruebas realizadas con la base de datos Grimace se encuentran en el Anexo A.5.

3.3.1 Selección de características

Las características obtenidas en el bloque de extracción de la Figura 3.1. por CNN corresponden a una distribución normal, por lo que es posible utilizar técnicas que trabajan con este tipo de datos. En primer lugar, se realizó remoción de datos atípicos (outliers), para esto se detectaron características dentro de un vector que estuvieran a más de 3 desviaciones estándar de la media, seguidamente se evaluó la cantidad de características atípicas contenidas en un solo vector.

Se establecieron 3 umbrales (1, 10, 20) donde se determina que, si el número de características atípicas dentro de un vector supera el valor establecido, este vector se elimina. Después los datos restantes se les aplica normalización L2 puesto que esta es la más apropiada para trabajar con datos que presentan estas condiciones atípicas. Se entrenó el sistema utilizando el clasificador ingenuo de Bayes ajustando la probabilidad a priori a 50% para cada clase, y la matriz de costo a 80% para la clase de persona aceptada, y 20% a la clase persona rechazada, se consignaron los resultados en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Resultados de remoción de outliers

Medida	Sin remoción de Outliers	Umbral		
		1	10	20
Exactitud	98,56%	97,78%	97,78%	98,03%
Precisión	99,16%	98,47%	98,56%	98,65%
Sensibilidad	97,64%	97,78%	97,78%	98,04%
FNR	2,36%	2,22%	2,22%	1,96%
F-score	98,49%	97,66%	97,71%	97,93%
Vectores eliminados	0	506	108	22

Fuente: Elaboración propia

La eliminación de estos vectores de características disminuyó el desempeño del sistema en un 0.78% por lo que se decidió no remover outliers pero si conservar la normalización de los datos. Se implementó la técnica Relief-F para determinar el orden indicado de las características. Con el fin de disminuir el tamaño del vector se realizaron pruebas de desempeño para 60, 70, 80 y 90 características utilizando clasificadores de distancia euclidiana, ingenuo de Bayes y máquina de soporte vectorial con kernel lineal, cabe aclarar que en estas pruebas no se tiene opción de rechazo ni sujetos impostores, los resultados se tienen en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2. Resultados de clasificación con distintos tamaños de vector

Medida	SVM					Distancia Euclidiana					Bayes Naive				
	128	90	80	70	60	128	90	80	70	60	128	90	80	70	60
Accuracy (%)	99,94	99,88	99,56	99,40	99,22	99,37	99,21	98,59	98,84	98,43	98,56	98,31	98,25	98,62	98,53
Precisión (%)	99,94	99,88	99,61	99,45	99,31	99,48	97,71	97,31	97,49	97,19	99,16	98,89	98,80	98,93	98,87
Sensibilidad (%)	99,94	99,88	99,56	99,45	99,22	99,37	97,97	96,60	96,90	96,50	97,64	98,31	98,25	98,62	98,10
FNR (%)	0,06	0,12	0,44	0,55	0,78	0,63	2,03	3,40	3,10	3,50	2,36	1,69	1,75	1,38	1,90
F-score (%)	99,94	99,88	98,56	99,40	99,21	99,39	97,48	96,90	97,16	96,72	98,49	98,20	98,13	98,59	98,49

Fuente: Elaboración propia

Al obtener los resultados se observa que el mejor desempeño se da al organizar las características y utilizar el vector completo, sin embargo, al reducir el número de características a 70 el clasificador de Bayes tuvo mejor desempeño. Al trabajar con 90

características la diferencia tanto para la SVM como para la distancia euclidiana no superó el 2%. Se decidió trabajar con este tamaño de vector de características organizadas con el ranking obtenido utilizando Relief-F con 13 k-vecinos como se observa en el Anexo A.8.

3.3.2 Etapa detección de rostros.

3.3.3 Procedimiento prueba de detección facial: Faces94 Augmented

En esta prueba se utilizó la base de datos faces94 aumentada explicada en Anexo A.9., en total se utilizaron 8000 rostros, cada imagen fue evaluada en el sistema y se verificó la cantidad de imágenes detectadas correctamente, al finalizar la prueba se modificaron los factores de iluminación, ruido, escala o rotación que presentaran problemas para la detección de ciertos rostros, con esto se estimó las limitaciones del sistema en cuanto a la detección facial.

3.3.4 Resultados prueba de detección facial

Para esta prueba se detectaron el 96.91% de los rostros en las imágenes, se encontró que personas de piel oscura con un factor gamma de 0.4 no son detectadas por lo que se optó por cambiar para estas persona a un factor gamma de 0.5 con el cual no se obtuvo problemas y corresponde también a una imagen oscura, de igual forma estos individuos al estar expuestos a un alto ruido gaussiano presentan problemas en la detección, de modo que se les aplico únicamente ruido sal y pimienta.

3.3.5 Análisis de resultados

Se pudo comprobar que el sistema de detección ante distintos disturbios tuvo un buen desempeño, de igual forma como se trata de un sistema donde la captura será controlada se puede esperar que no exista mayor problema en la detección, se evaluó el sistema frente a problemas como la iluminación, rotación, ruido y distancia en la captura, de igual forma se estimó que la distancia máxima en la que se puede capturar un rostro es de 1.5 m y la máxima rotación permitida en la captura es de 45°, también se encontró que ante condiciones muy oscuras el sistema es incapaz de detectar rostros por lo que se debe tener en cuenta este factor en el lugar donde se realice la captura.

3.4 Etapa de reconocimiento facial + detección

Para la evaluación del sistema se realizaron tres tipos de pruebas, la primera consta de analizar el desempeño promedio para cada clasificador especializado utilizando 128 imágenes de prueba donde el 50% pertenece a la persona a identificar y el 50% restante personas escogidas al azar de los datos de prueba. La segunda evaluación consistió en examinar el sistema completo utilizando los 50 clasificadores y todas las imágenes de prueba (3200), también se añadieron 20 personas no autorizadas, la tercera prueba consta de utilizar la interfaz creada para adquirir imágenes a partir de la toma de foto en tiempo real y medir la velocidad del sistema, para esto de utilizaron 5 sujetos de pruebas los cuales fueron añadidos a la base de datos.

Para la primera prueba se tomaron como medidas de desempeño la exactitud, precisión, sensibilidad, especificidad, tasa de aceptación falsa (FMR) y tasa de rechazo falso (FNR) para cada clasificador específico; en la segunda y tercera prueba se utilizaron las métricas

de exactitud, precisión, especificidad, sensibilidad y el F-score. En esta sección se describen las pruebas utilizando máquinas de soporte vectorial las cuales tuvieron el mejor desempeño, los resultados obtenidos por clasificador de distancia euclidiana y el ingenuo de Bayes se encuentran en el Anexo A.6.

3.4.1 Descripción pruebas clasificación con máquinas de soporte vectorial

3.4.1.1 Procedimiento prueba de clasificadores

Para cada clasificador se utilizaron 192 datos de entrenamiento donde la primera mitad corresponde a la persona de interés y la segunda mitad a intruso, para realizar esta prueba se evaluó cada clasificador con 128 vectores de prueba divididos en 50% para ambas clases.

3.4.1.2 Resultados prueba de clasificadores

Los gráficos comparativos por cada clasificador se encuentran en el Anexo A6, en promedio los resultados obtenidos para las SVM se observan en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3. Resultados en promedio por clasificador

Medida	Promedio	Mejor desempeño	Peor desempeño
Exactitud	99,44%	100,00%	96,09%
Precisión	99,53%	100,00%	96,38%
Especificidad	99,95%	100,00%	98,44%
Sensibilidad	99,06%	100,00%	92,19%
FMR	0,05%	0,00%	1,56%
FNR	0,94%	0,00%	7,81%

Fuente: Elaboración propia.

En los resultados tanto de exactitud como precisión se tuvo que 36 clasificadores tuvieron un desempeño del 100%, mientras que la tasa más baja la obtuvieron solo 3 clasificadores, para la especificidad el 96% de clasificadores tuvieron un acierto del 100% mientras que solo el 2% tuvo un desempeño de 98.44% registrado como el más bajo, para la sensibilidad 37 clasificadores tuvieron un 100% de sensibilidad y solo 3 tuvieron un 92.19%.

Los porcentajes promedios de FMR y FNR fueron 0.04% y 0.94% respectivamente lo que evidencia un excelente rechazo ante personas no aceptadas, y un buen reconocimiento ante personas aceptadas, también se puede observar que si bien el error de falsos negativos es mayor que el clasificador de distancia euclidiana, el rechazo ante impostores es mucho menor, por lo que se puede decir que en promedio los clasificadores utilizando SVM son la opción que más favorecería en un problema de verificación.

3.4.1.3 Procedimiento sistema completo opción de rechazo

Se utilizaron las 3200 de imágenes de 50 personas autorizadas de pruebas y se añadieron 1240 imágenes correspondientes a 20 personas no autorizadas, en total se crearon 50 modelos cuyo tamaño promedio fue de 28 KB. Como se trata de un clasificador cuya salida

corresponde a la probabilidad de que una imagen corresponde a la clase de persona de interés, para cada imagen se debió almacenar todas las probabilidades de salida de los clasificadores y a partir de estas se asignó una clase.

3.4.1.4 Resultados sistema completo opción de rechazo

Los resultados obtenidos se encuentran en la Tabla 3.4.

Tabla 3.4.Resultados prueba con opción de rechazo con SVM

Medida	Con Rechazo por umbral 70% y distancia	Con Rechazo por umbral 80% y distancia	Con Rechazo por umbral 90% y distancia
Exactitud	98,91%	98,57%	97,83%
Precisión	99,92%	99,91%	99,86%
Sensibilidad	98,50%	98,04%	97,03%
FNR	1,50%	1,96%	2,97%
F-score	98,11%	98,81%	98,08%
Especificidad	99,94%	99,96%	99,95%
FMR	0,06%	0,04%	0,05%

Fuente: Elaboración propia.

En esta prueba se pudo observar que los porcentajes de salida fueron mayores con respecto al clasificador Bayesiano, de igual forma hay que tener en cuenta que se trata de un ambiente controlado a pesar de contar con disturbios sintéticos, por lo que, ante un ambiente más desafiante un umbral del 80% se consideró como la mejor opción ya que se conserva la exigencia ante intrusos y no rechaza a un número considerable de aceptados, el tiempo que tomó la realización de esta prueba fue en promedio 187.548 segundos.

3.4.2 Análisis Comparativo

Se procedió a comparar los resultados entre las tres técnicas de clasificación utilizadas y los umbrales escogidos. En cuestión de tiempos, según la Tabla 3.5. la distancia euclidiana fue la técnica más rápida, seguida por la SVM. De acuerdo con el Gráfico 3.1. se observa que el clasificador de SVM fue el más preciso por 1.36% con respecto a la distancia Euclidiana. El clasificador por distancia euclidiana tuvo el menor error de falso aceptado por 0.12% en comparación con el clasificador de Bayes. Por último, la SVM presentó mejores resultados en las demás métricas y corresponde al mejor balance entre sensibilidad, especificidad y f-score.

Se optó por utilizar SVM para el software ya que el tiempo de respuesta es pequeño y permite ser exigente ante personas no autorizadas, no se escogió la distancia euclidiana a pesar de su rapidez, debido a la alta sensibilidad que se tiene en el umbral de rechazo. La SVM permite modificar el umbral de rechazo sin desbalancear significativamente el desempeño del sistema, pues como se pudo observar en la distancia euclidiana, una

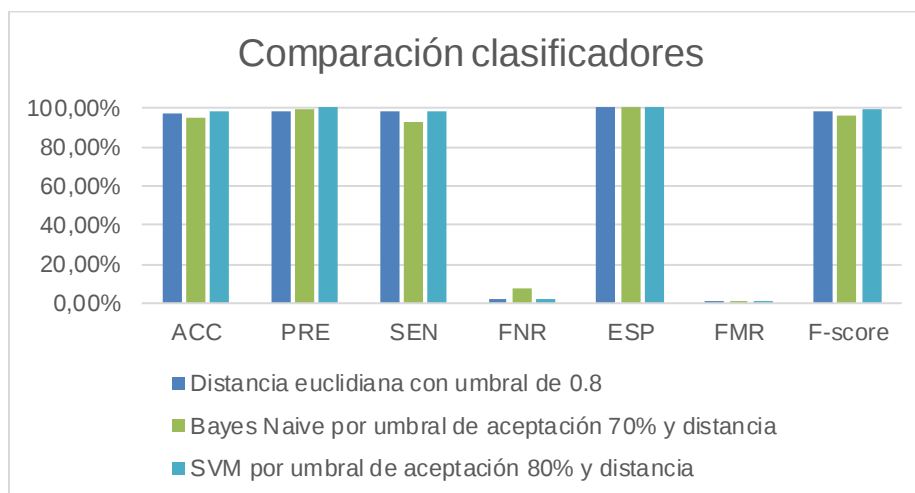
pequeña modificación del umbral correspondió un cambio muy notorio entre las personas que se aceptan o se rechazan.

Tabla 3.5. Comparación de tiempos con las distintas técnicas

	Dis. Euclidiana	Bayes Naive	SVM
Medida	Con umbral de 0.6	Umbral aceptación 70% y distancia 1.5	Umbral aceptación 80% y distancia 1.5
Tiempo (s)	21,87	342,34	187,54

Fuente: elaboración propia.

Gráfico 3.1. Comparación de técnicas de clasificación con opción de rechazo



Fuente: Elaboración propia.

3.4.3 Alances y limitaciones del sistema

Referente a las limitaciones del sistema, se tienen problemas cuando el rostro se encuentra inclinado significativamente hacia atrás y si las condiciones de luz son oscuras, el software permite la detección del rostro con una rotación en un rango de 45° a -45° y una distancia a la cámara de aproximadamente 1.5 m, por tal razón en los requerimientos de hardware del establecimiento se mencionó que deben tener unas condiciones de iluminación buenas en el lugar donde se realice la captura. El software utilizando SVM a nivel de funcionamiento por clasificadores demostró gran capacidad de rechazar personas consideradas intrusas, lo que es una característica deseable para este tipo de sistemas que buscan la seguridad ante no deseados.

3.5 Pruebas del sistema en tiempo real

En estas pruebas se utilizó el clasificador seleccionado anteriormente, también se desarrolló una interfaz para realizar la toma de imagen en tiempo real y la posterior clasificación.

3.5.1 Descripción de la prueba

Se añadieron 5 nuevos sujetos de prueba a la base de datos, la adquisición de los rostros de entrenamiento se realizó utilizando la cámara de un computador en una sola sesión en

un entorno semi controlado de oficina, por cada persona se tomaron 20 imágenes las cuales a partir de data augmentation resultaron en un total 160 fotografías de 640x300 pixeles, los sujetos presentaron variación en gestos, desenfoque y oclusión como se muestra en la Figura 3.3.

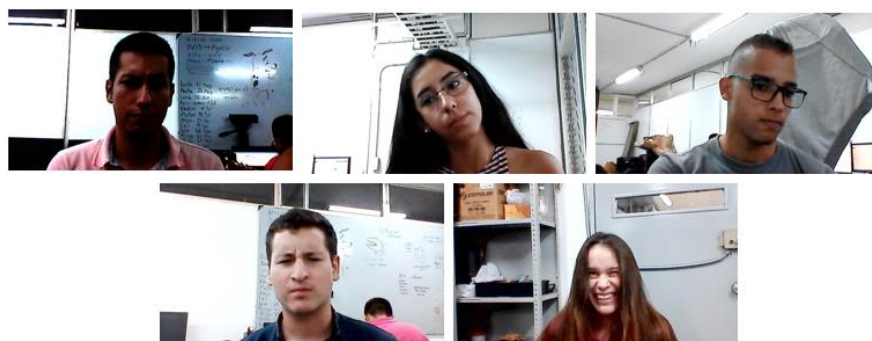


Figura 3.3. Sujetos añadidos a la base de datos. Fuente: elaboración propia.

Se desarrolló una interfaz para el sistema donde la imagen de entrada pudiera ser cargada desde un archivo o por la cámara del computador, también, si no se detecta un rostro se informa sobre el error en la imagen y no se realiza el reconocimiento, caso contrario, si la persona es identificada se informa su nombre, la certeza que se tiene y el tiempo que tardó el sistema en realizar todo el proceso, de no ser identificada se informa que ha sido rechazada.

3.5.2 Resultados de la prueba

En la creación de cada clasificador se utilizaron los mismos lineamientos para la asignación de datos de entrenamiento y de prueba, inicialmente se evaluó el desempeño del sistema con estos nuevos clasificadores como se realizó en las anteriores pruebas y se obtuvo los resultados de la Tabla 3.6.

Tabla 3.6. Resultados sistema completo con nuevos sujetos

Medida	Umbral aceptación 75% y distancia 1.5
Exactitud	98,10%
Precisión	99,78%
Sensibilidad	97,46%
FNR	2,54%
Especificidad	99,95%
FMR	0,05%
F-score	98,42%

Fuente: elaboración propia.

Una vez se tiene que el sistema responde bien con estos nuevos sujetos, se procede a realizar la adquisición mediante la cámara web y la carga de nuevos archivos. Esto se

realizó un mes después de la primera sesión y se tienen diferentes entornos, algunos sujetos presentan barba, gafas de sol y variación de gestos como se observa en la Figura 3.4. y la Figura 3.5.



Figura 3.4. Imágenes de prueba cargadas desde archivo. Fuente: elaboración propia.

En total se realizaron las pruebas con 20 imágenes, 4 por cada nuevo sujeto, al tener un entorno menos controlado se realizó un barrido con diferentes umbrales de aceptación y se modificó al 75%, se tuvo en cuenta el promedio de tiempo que tardó cada proceso de reconocimiento después de tomada la imagen y el porcentaje de aceptación promedio obtenido, esto se consignó en la Tabla 3.7., las imágenes que presentaron menor probabilidad fueron en las que el sujeto presentaba maquillaje, realizaba gestos exagerados, utilizaban gafas de sol o algún objeto ocultaba parte del rostro.

Tabla 3.7. Tiempo y probabilidad promedio de las nuevas imágenes

Promedio Total	Tiempo (s)	Probabilidad
	0,25	93,71%

Fuente: elaboración propia.



Figura 3.5. Individuos con menor porcentaje de aceptación. Fuente: elaboración propia.

También en esta prueba se contó con 3 sujetos no autorizados cuya adquisición se realizó por medio de la cámara web de la interfaz, por cada persona se realizaron 5 intentos y ninguno fue aceptado por el sistema, lo que es muy deseable para este tipo de software, algunos de estos intentos se muestran en la Figura 3.6.



Figura 3.6. Personas no autorizadas rechazadas por el sistema. Fuente: elaboración propia.

3.6 Conclusiones

Se desarrollo un sistema capaz de mitigar problemas de iluminación, ruido, rotación a partir de técnicas de visión artificial, esto se consiguió utilizando distintas etapas especializadas en problemas que se pueden presentar en este tipo de sistemas.

El uso de diferentes filtros logró obtener una visualización limpia y por tanto adecuada para la extracción de características.

Al aumentar la base de datos y añadir disturbios mejoró la robustez del sistema, pues permite que éste se entrene ante condiciones adversas, también posibilita encontrar las limitaciones del sistema y poder generar estrategias para mitigar problemas.

En la etapa de mejoramiento de la imagen, la transformación del espacio de color fue importante, ya que el espacio RGB no permite tener un control sobre las condiciones de luminancia de forma directa como el espacio HSV que permite mejorar directamente las condiciones de iluminación de la imagen, lo que es importante ya que los problemas por oscuridad en la toma son una de las principales fallas en los sistemas de reconocimiento facial.

El problema de la rotación del rostro permitió que todas las imágenes entrantes a la etapa de extracción de características estuvieran alineadas, proporcionándole al sistema invarianza ante la rotación, lo que es deseable a la hora de realizar reconocimiento en entornos de captura no controlados.

Esta arquitectura es de sencilla expansión y el añadir sujetos no representa una gran variación en el desempeño del sistema, debido a que este proceso solo requiere de los datos de entrada y toma imágenes de personas de la base de datos para que el clasificador se especialice en este nuevo individuo.

El sistema se construyó de forma que el umbral de opción de rechazo y la distancia sean modificables y ajustables según las condiciones en las que se desempeñara el software, lo que permite distintos niveles de exigencia según la preferencia del cliente.

Los vectores de características corresponden a una distribución de probabilidad gaussiana, y su matriz de covarianza en la diagonal presentavalores más altos con respecto a los otros

datos los cuales son muy cercanos al cero, esto produce que la distancia Mahalanobis pese que funciona para un solo clasificador no tenga mejor desempeño que la distancia Euclidiana.

El sistema tiene una respuesta rápida tanto para reconocer individuos como para rechazarlos, se obtuvo un promedio de 0,25 segundos en realizarse el proceso de reconocimiento utilizando un computador con procesador Intel Core i5 de séptima generación con 8 GB de memoria RAM, por lo que el software es apto para aplicaciones en tiempo real.

Al tratarse de características especializadas en que las distancias euclidianas dentro de una misma clase sean pequeñas, este tipo de clasificador funciona 8 veces más rápido con respecto a otros, sin embargo, al tener una opción de rechazo fuerte se perdió sensibilidad en la clasificación.

Basándose en la premisa que tanto LDA como QDA parten de suposiciones acerca de la distribución de los datos, la técnica en la cual dicha aproximación se asemeja mayormente a los datos empleados es LDA, y por ello el desempeño fue mejor con respecto a QDA.

4. Conclusiones generales

Se estructuró un plan de negocio para evaluar la viabilidad de una iniciativa empresarial en torno a la comercialización en el sector residencial, de un sistema de reconocimiento facial desarrollado mediante técnicas de visión artificial, para controlar el acceso en los establecimientos.

Se planteó un conjunto de características que integrarían la prestación del servicio y además los atributos necesarios para cumplir con los requerimientos y preferencias identificados en el mercado, como altos índices de confiabilidad (precisión del 98,60%), una interfaz amigable, rapidez del sistema (menos de 300ms), y con posibilidad de instalar en equipo tecnológico preexistente.

Se desarrolló el software de un sistema capaz de detectar y reconocer rostros humanos en imágenes. Este sistema cuenta con distintas etapas donde cada una representa un proceso interno pequeño pero necesario para lograr la clasificación de las personas. Este sistema puede trabajar en imágenes adquiridas desde archivo o desde una cámara conectada al computador.

Se definieron un conjunto de lineamientos de la operación, necesidades administrativas, clientes potenciales, canales de promoción y distribución y el modelo mediante el cual realiza la prestación del servicio a partir del análisis de las tendencias y los actores claves del mercado como lo son los clientes y la competencia y sus proveedores, y los medios por los cuales llegan al mercado.

La realización del plan de negocio permitió desglosar y entender todos los aspectos necesarios para la evaluación de la viabilidad de la empresa, para la cual, se proyectaron los principales estados financieros y se calcularon la TIR Y VPN como indicadores de factibilidad financiera del proyecto.

El desarrollo de este trabajo representó un aprendizaje transversal al reunir conocimientos en ingeniería industrial necesarios para el análisis del funcionamiento administrativo de las empresas, y conocimientos en ingeniería electrónica necesario para el desarrollo de este software, la oportunidad de trabajar en conjunto fue lo que más aportó a la formación integral de las autoras puesto que tuvieron que abordar y compartir sus conocimientos temas que no son propios de las carreras.

5. Bibliografía

¿Qué hay detrás de la ola de robos a viviendas y unidades residenciales de Cali? (28 de Septiembre de 2018). *El País*.

Alcaldía de Santiago de Cali . (2016). *Plan de Desarrollo Comunas y Corregimientos - Comuna 22*. Cali.

Arboleda, F. L. (2018). Midiendo el crimen: cifras de criminalidad y operatividad policial en Colombia, año 2007. *Revista Criminalidad*, 60(3), 49-71.

Aumentó el hurto a residencias en Cali, vea las comunas con más reportes. (20 de Mayo de 2018). *El País* .

Baltrusaitis, P. M., & Robinson, T. (2013). Constrained local neural fields for robust facial landmark detection in the wild. *Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision*, 354-361.

Beleño, I. (18 de Diciembre de 2017). La industria TI espera alcanzar ventas por \$17,7 billones en 2018. *La República*. Recuperado el 15 de Marzo de 2020, de <https://www.larepublica.co/economia/la-industria-ti-espera-alcanzar-ventas-por-177-billones-en-2018-2582562>

Bellon, L., Queirolo, O. R., & Segundo, C. C. (2010). Automatic face segmentation and facial landmark. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B: Cybernetics*, 1319-1330.

(2019). *Cali Como Vamos*. Cali: Boletín de seguridad.

(2019). *Cali Cómo Vamos*. Cali: Boletín de seguridad.

Cali, A. d. (2015). *PLAN DE DESARROLLO 2012 – 2015: Comuna 17*. Cali.

Casa Tiempo. (23 de octubre de 2015). Caleños con potencial para construir comunidades. *El tiempo*. Recuperado el 12 de Enero de 2020, de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16411789>

Casa Tiempo. (15 de Enero de 2019). *Piden a tecnológicas no vender sistemas de reconocimiento facial*. (El tiempo) Recuperado el 2020, de <https://www.eltiempo.com/tecnosfera/novedades-tecnologia/piden-a-microsoft-amazon-y-google-no-vendat-sistemas-de-reconocimiento-facial-al-gobierno-314916>

Certicamara. (26 de Diciembre de 2018). *Certicamara*. Recuperado el Agosto de 2019, de https://web.certicamara.com/sala_de_prensa/noticia/275

Correa, H. L., & Nope, S. E. (2019). *Notas de Clase Visión Artificial*. Cali: Universidad del Valle.

- Cortez, A. M., & Correa, M. (2009). *Creación de una unidad de negocio orientada hacia la implementación de sistemas biometricos*. Bogotá.
- Coşkun, M. (2017). *Face Recognition Based on Convolutional Neural Network*.
- Covantec. (s.f.). (Powered by Sphinx 1.3b3 & Alabaster 0.7.1) Recuperado el 11 de 2019, de <https://entrenamiento-python-basico.readthedocs.io/es/latest/leccion1/caracteristicas.html#python-multiplataforma>
- D.Zeiler, M., & Fergus, R. (2014). Visualizing and Understanding Convolutional Networks. *Computer Vision – ECCV 2014*. Zurich.
- Dalal, N., & Triggs, B. (2005). *Histograms of Oriented Gradients for Human Detection*. San Diego, CA, USA.
- Dearing, J. (25 de Enero de 2017). *SP&T News*. Recuperado el Agosto de 2019, de <https://www.sptnews.ca/ihs-markit-looks-at-year-ahead-for-electronic-access-control/>
- Dengpan, M. (2010). *Machine-based Intelligent Face Recognition*. Springer.
- Dryden, I. (2004). *Statistical shape analysis*.
- Empresas colombianas de Seguridad Privada adquieren tecnología de punta. (20 de Junio de 2018). *Diario del Cauca*.
- espectador, E. (10 de Marzo de 2019). *El espectador*. Recuperado el 2019, de <https://www.elespectador.com/noticias/nacional/30-de-las-empresas-de-vigilancia-privada-son-ilegales-supervigilancia-articulo-844141>
- Florez, G. (7 de Agosto de 2018). Los conjuntos residenciales, microciudades en crecimiento. *El tiempo*. Recuperado el 5 de Enero de 2020, de <https://www.eltiempo.com/economia/sectores/mas-conjuntos-residenciales-en-colombia-donde-la-convivencia-es-una-necesidad-257136>
- Galindo, J. C. (04 de Diciembre de 2018). La identificación por biometría facial, lo que viene para 2019. *EL TIEMPO*.
- Giraldo, C., Diaz, S., & Hart, C. A. (2010). Manual Para la elaboración de planes de negocio. *Corporación Ventures*.
- Gonzalez, T. F. (2007). *Handbook of approximation algorithms and metaheuristics*.
- Hernandez, R. G. (2010). *ESTUDIO DE TÉCNICAS DE RECONOCIMIENTO FACIAL*.
- Hernandez, V., & Perez, G. (2013). *MODELO PARA EL DESARROLLO DE UN PLAN DE NEGOCIOS*. MICHOACÁN.

- Humberto Loaiza, S. N. (2020). *Notas de Clase reconocimiento de señales sensoriales*. Cali: Universidad del Valle.
- ISO. (1994). *ISO 5725-1:1994(en)*.
- Izquierdo, A. (13 de Febrero de 2018). *Enter.co*. Recuperado el 20 de Febrero de 2020, de Amazon Rekognition: protección a empresas con Inteligencia Artificial: <https://www.enter.co/chips-bits/seguridad/amazon-rekognition-artificial/>
- Jia, H., & Martinez, A. M. (2015). *Support Vector Machines in Face Recognition with Occlusiones*. Columbus: The Ohio State University.
- Jiankang, D., Jia, G., Niannan, X., & Stefanos, Z. (2019). ArcFace: Additive angular margin loss for deep face recognition. *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 4685-4694.
- K, Y. V., Varun, R. S., & Kini, R. (2015). Face recognition using hough transform based feature extraction. *Procedia Computer Science*, 46, 1491-1500.
- Kazemi, V., & Sullivan, J. (2014). One Millisecond Face Alignment with an Ensemble of Regression Trees. *Computer vision and pattern recognition*. Colombus, Ohio.
- Lewit, R. D. (2010). *Plan de negocios: control de acceso mediante*. Santiago de Chile.
- Ley Estatutaria 1581 de 2012*. (17 de Octubre de 2012). Recuperado el Mayo de 2019, de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=49981>
- Lin, M., Chen, Q., & Yan, S. (2013). Network In Network. *International Conference on Learning Representations 2013*. Scottsdale.
- Loaiza, H., Caicedo, E., & Martinez, D. (2008). Combinación de técnicas de reconocimiento de rostros con imágenes infrarrojas empleando algoritmos genéticos. *IEEE LATIN AMERICA TRANSACTIONS*, 6(2).
- M.Shah, P. (2012). *Face Detection from Images Using Support Vector*. San Jose: Master's Projects.
- market, G. (Octubre de 2018). *Gen Market Insights*. Recuperado el Julio de 2019, de <https://genmarketinsights.com/report/global-biometrics-and-identity-market/59416/>
- Markets, M. a. (Junio de 2019). *Markets and Markets*. Recuperado el Julio de 2019, de https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/facial-recognition-market-995.html?gclid=EAlaIQobChMImYTG8uzP5wIVjZyzCh1j8AtXEAYASAAEgLf_D_BwE
- Martínez Marín, S., Arango Aramburo, S., & Robledo Vleasquez, J. (2015). EL CRECIMIENTO DE LA INDUSTRIA DEL SOFTWARE EN COLOMBIA: UN ANÁLISIS SISTÉMICO. *Revista EIA*, 23, 95-106. Recuperado el 15 de Marzo de

2020, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372015000100009&lng=en&tlng=es

Martínez, M. S., & Sampedro, C. (2018). *MEDIANTE TÉCNICAS DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO : SVM Y CNN*.

Marx, A., Shi, D., & Samal., J. (2006). How effective are landmarks and their geometry for face recognition? *Computer Vision and Image Understanding*, 102, 117-133.

Ming, Y. T., Yang, M., Ranzato, M., & Wolf, L. (2014). *DeepFace: Closing the Gap to Human-Level Performance in Face Verification*.

NASSIH, B., AMINE, A., NGADI, M., & HMINA, N. (2019). DCT and HOG Feature Sets Combined with BPNN for Efficient Face Classification. *Procedia computer science*, 148, 116-125.

NEC. (2016). *Estudio de Caso NEC: Sistema integrado de vigilancia y seguridad para estadio Atanasio Girardot*.

(2018). *Nec buys into tascent to focus on iris recognition*. Biometric Technology.

Ogla, R., & Hussien, A. J. (2017). Face detection by using open cv's viola-jones algorithm. *Iraqi Journal of Science*, 58.

Olimpia IT. (s.f.). *SEGURIDAD BIOMÉTRICA*. (Olimpia IT) Recuperado el 1 de Marzo de 2020, de <https://www.olimpiait.com/sistema-de-identificacion-biometrica-y-contratos-electronicos.html>

Otro impresionante robo masivo en el sur de Cali desconcierta a las autoridades. (22 de Octubre de 2018). *El País*.

Pardo, C. J. (04 de 12 de 2017). *Vision por computador*. Recuperado el 09 de 2019, de <https://carlosjuliopardoblog.wordpress.com/2017/12/04/hog-histograma-de-gradientes-orientados/>

Parkhi, O. M., Vedaldi, A., & Zisserman, A. (2015). *Deep Face Recognition*. Visual Geometry Group.

Pavón, S. D. (2017). *Reconocimiento facial mediante el análisis de componentes principales*.

Peñalosa, M. J., Cespedes, E. N., & Rodriguez, J. D. (2016). Exégesis de los registros de criminalidad y actividad operativa de la Policía Nacional en Colombia. *Revista Criminalidad*, 59(3).

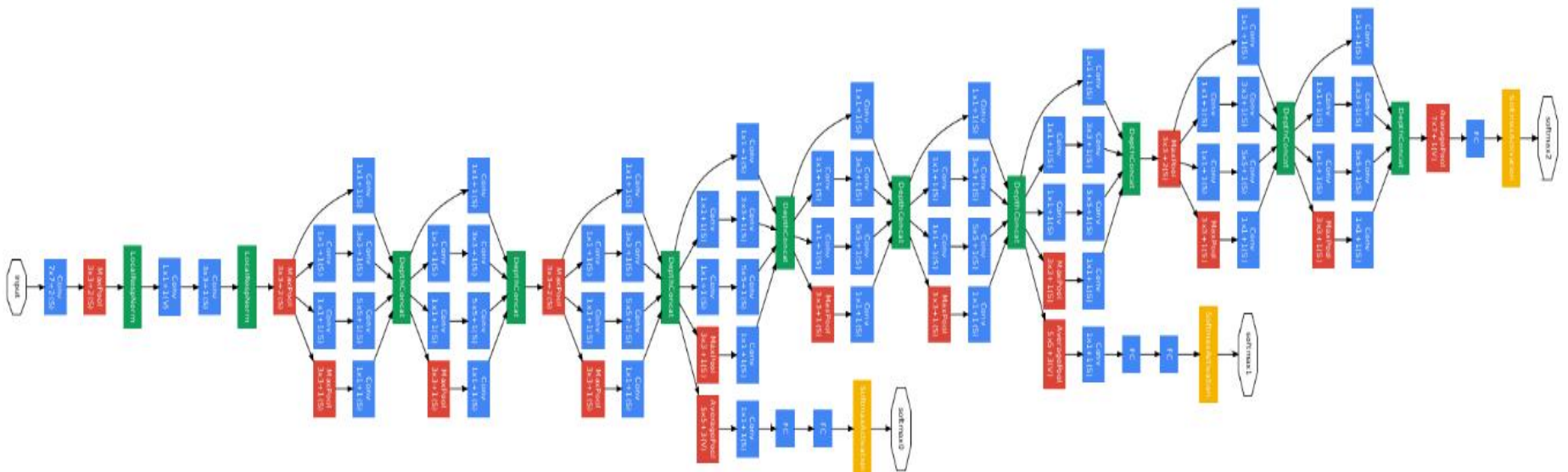
Philips, J. (2001). Support Vector Machines Applied to Face Recognitio. *Advance in Neural Information Processing*, 11.

- Portafolio. (2018 de Septiembre de 2018). Bancos en Colombia implementarán autenticación facial. *Portafolio*.
- PORTAFOLIO. (12 de Enero de 2018). *Portafolio*. Recuperado el 2019, de <https://www.portafolio.co/innovacion/lo-que-se-puede-hacer-hoy-con-la-autenticacion-biometrica-en-colombia-513198>
- Portafolio. (08 de Jynio de 2019). El reconocimiento facial no es tan seguro como parece. *Portafolio*.
- Proware. (s.f.). *Proware*. Obtenido de <https://www.proware.com.co/sistema-control-de-acceso/>
- Puertas, N. C. (2015). *Desarrollo de una aplicación forense para la clasificación de gránulos de pólvora*. Alcalá, España: Universidad de Alcalá.
- Redacción de El País. (26 de Septiembre de 2016). La mitad de los caleños viven en conjuntos residenciales. *El país*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2019, de <https://www.elpais.com.co/cali/la-mitad-de-los-calenos-viven-en-conjuntos-residenciales.html>
- Rubio, I. (2019). *Piden a tecnológicas no vender sistemas de reconocimiento facial*. Colombia: El país.
- Salazar, J. R. (2016). *Consecuencias de contratar empresas de vigilancia y seguridad privada no autorizadas por la Superintendencia de Vigilancia y Seguridad Privada en Colombia*. Bogotá.
- Sasaki, Y. (2007). *The truth of the F-measure*. Manchester: School of Computer Science, University of Manchester.
- Schroff, F., Kalenichenko, D., & Philbin, J. (2015). FaceNet: A unified embedding for face recognition and clustering . *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition* , 815-823.
- SecuriPort. (6 de Enero de 2015). *SecuriPort*. Recuperado el Marzo de 2019, de https://securiport.com/?gclid=EAlaQobChMI3lTd0L7h5wIVSJyzCh0QvgoYEAAYA SAAEgJUj_D_BwE
- Shanmugasundaram, K., Ramasamy, S. K., & S, S. (2016). FAREC - CNN Based Efficient Face Recognition Technique using Dlib. *2016 International Conference on Advanced Communication Control and Computing Technologies (ICACCCT)* , 194-197.
- Sun, Y., Chen, Y., Wang, X., & Tang, X. (2014). Deep learning face representation by joint identification-verification. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 3, 1988-1996.

- Szegedy, C., Liu, W., Jia, Y., & Sermanet, P. (2015). Going deeper with convolutions. *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 7, 1-9.
- Tan, S. Z., & Chen., X. (2006). Face recognition from a single image per person: A survey. *Pattern Recognition*, 39, 1725-1745.
- Teledmedellín. (27 de Septiembre de 2018). Cámaras de reconocimiento facial para el cobro de multas por basuras. *Noticias Teledmedellín*.
- Trytten, C. (2012). *Fingerprint biometrics in the real world*.
- Tzimiropoulos, G. (2013). *intelligent behaviour understanding group*. (ICCV 2013) Recuperado el 10 de 2019, de <https://ibug.doc.ic.ac.uk/resources/300-W/>
- Universidad de Essex. (s.f.). *ALLFACES*. Recuperado el 09 de 2019, de <https://cswww.essex.ac.uk/mv/allfaces/grimace.html>
- Wandg, M., & Deng, W. (2018). *Deeo Face Recognition: A survey*. Beijing, China: University of Post and Telecommunications.
- Wang, Y., & Cottrell, G. W. (1986). *Bikers are like tobacco shops , formal dressers are like suits : Recognizing Urban Tribes with Caffè*. California, San Diego.
- Week, S. (18 de Agosto de 2018). *Secure Week*. Recuperado el Julio de 2019, de <https://www.secureweek.com/quien-sera-el-lider-mundial-en-tecnologia-de-reconocimiento-facial/>
- Wikipedia . (6 de 12 de 2019). *Positive and negative predictive values*. Recuperado el 20 de 01 de 020, de https://en.wikipedia.org/wiki/Positive_and_negative_predictive_values
- Wikipedia. (10 de 12 de 2019). *Sensitivity and specificity*. Recuperado el 20 de 01 de 2020, de https://en.wikipedia.org/wiki/Sensitivity_and_specificity
- Wikipedia. (24 de 02 de 2020). *Biometrics*. Recuperado el 29 de 02 de 2020, de https://en.wikipedia.org/wiki/Biometrics#cite_note-25
- Wu, W., Qian, C., Yang, S., Wang, Q., & Yici Cai, a. Q. (2018). *Look at boundary: A boundary-aware face alignment algorithm in CPVR*.
- Xiong, L., Karlekar, J., & Zhao, J. (2018). A Good Practice Towards Top Performance of Face Recognition : Transferred Deep Feature Fusion. *IEEE TRANSACTIONS*, 1-13.
- Zhang, C. C., & Tang., P. L. (2018). Facial detection by deep multi-task learning zhanpeng. *Neurocomputing*, 22-32.

ANEXOS

A1. Estructura general de NN3 (Szegedy, Liu, Jia, & Sermanet, 2015):



A2. Cuadro comparativo competidores

IMAGEN CORPORATIVA	EMPRESA	SECTOR	PROPUESTA DE VALOR	CLIENTES	PRESENCIA	TECNOLOGÍAS	EXPERIENCIA NACIONAL
	Autourbe	Seguridad electrónica digital	Proveer un completo conjunto de reportes de quién, cómo, cuándo y dónde entra o sale cada persona de un área determinada. Permitir el acceso a cada lugar, teniendo en cuenta parámetros como fines de semana, noches, días o nivel de la persona.	Empresarial y residencial	Cali Bogotá Barranquilla Bucaramanga Medellin	Reconocimiento facial, tarjetas de proximidad, wiegand, banda magnética, códigos de barras y tarjetas inteligentes.	30 años
	Prosegur	Seguridad privada. Tres líneas de negocio: Prosegur Alarmas, Prosegur Seguridad y Prosegur Cash	Brindar soluciones personalizadas, dirigidas a las necesidades específicas y particulares de los clientes Rastrear y administrar el tránsito de visitas a las instalaciones de los clientes Guardar un historial de los tiempos de permanencia y puede complementarse además con otros controles de autenticación de identidad.	Empresarial y residencial	Cali Bogotá Barranquilla Bucaramanga Medellin Cartagena Monteria Pereira Santa Marta Sincelejo	Reconocimiento facial	9 años
	Seguridad en línea	Seguridad Electrónica	Estudios de seguridad personalizados y a la medida de sus necesidades Asesoría, diagnostico, diseño, instalación, mantenimiento y soporte técnico	Comercial y residencial	Bogotá Cali	Tecnología por medio de biometría (Huella, facial, iris y voz)	20 años

A.3. Perfil de trabajadores y proceso de contratación FaceIng

A.3.1. Perfiles de empleados

A.3.1.1. *Director investigación y desarrollo*

Sede central,
Cali, Colombia

Responsabilidades:

- Recibir, filtrar y priorizar los requerimientos entregados por los consultores para el desarrollo del servicio
- Realizar el seguimiento a los objetivos y velar por su cumplimiento en los tiempos, alcances y recursos definidos.
- Definir y mantener la arquitectura de software.
- Hacer seguimiento y análisis a las tendencias en sistemas de reconocimiento facial e identificar cuáles se ajustan a las necesidades de los procesos.
- Liderar el área de diseño de software, dando lineamientos, estructura y orden, y comunicando oportunamente las decisiones de negocio.

Horario:

Lunes a viernes 8:00 a.m. - 5:00 p.m.

Formación:

Ingeniería electrónica, ingeniería informática o carreras afines con experiencia en proyectos y manejo de personal.

Aptitudes:

Persona proactiva, dedicada, liderazgo, capacidad de trabajo en equipo, mentalidad de crecimiento.

Tipo de contrato:

Indefinido

Requerimientos Específicos:

- Arquitectura y desarrollo de software.
- Lenguajes de programación (Python, matlab)
- Bases de datos (SQL y MySQL).

Nivel salarial:

COP \$ 1'521.424 + prestaciones

A.3.1.2. *Técnico en sistemas*

Sede central,
Cali, Colombia

Responsabilidades:

- Instalar y capacitar a los usuarios en el manejo del software.

- Mantenimiento del software a los clientes.
- Implementar y actualizar las funcionalidades planteadas.
- Dar soporte técnico y funcional ante cualquier incidencia reportada por las personas.
- Documentar técnica y funcionalmente las aplicaciones desarrolladas.
- Acompañar y ejecutar el proceso de pruebas de calidad en el software.

Horario:

Lunes a viernes 9:00 a.m - 5:00 p.m.

Formación:

Técnico en Ingeniería informática o de sistemas.

Aptitudes:

Persona proactiva, capacidad de trabajar en equipo, formación en valores, dedicada, con visión a mejorar y mentalidad de crecimiento

Tipo de contrato:

Indefinido

Nivel salarial:

Salario mínimo + prestaciones

A.3.1.3. Director de operaciones

Sede central,

Cali, Colombia

Responsabilidades:

- Recibir, filtrar y priorizar los requerimientos entregados por los consultores del servicio
- Realizar el seguimiento a los objetivos y velar por su cumplimiento en los tiempos, alcances y recursos definidos.
- Llevar la contabilidad de la empresa.
- Mantener una búsqueda constante de nuevos clientes y mercados.
- Mantener de forma activa las relaciones con el cliente, logrando una fidelización permanente del mismo.

Horario:

Lunes a viernes 8:00 a.m. - 5:00 p.m.

Formación:

Ingeniería industrial, economía, ingeniería administrativa, finanzas o carreras afines.

Aptitudes:

Persona proactiva, dedicada, capacidad de trabajo en equipo, mentalidad de crecimiento y liderazgo.

Tipo de contrato:

Indefinido

Requerimientos Específicos:

- Metodologías para la planificación y ejecución de proyectos, preferiblemente ágiles.
- Manejo de Excel

Nivel salarial:

COP \$ 1'521.424 + prestaciones

A.3.1.4. Asesor de ventas

Sede central,
Cali, Colombia

Responsabilidades:

- Brindar asesoría profesional a los clientes actuales y potenciales.
- Generar ventas efectivas y cumplir con los objetivos de ventas fijados por la empresa
- Brindar seguimiento en la instalación y servicio post venta que garantice la fidelización de los clientes.
- Confirmar con el cliente el recibo y correcta instalación del software, el servicio prestado y resolver inquietudes que se puedan tener.

Horario:

Lunes a viernes 8:00 a.m. - 5:00 p.m.

Formación:

Administrador de empresa, mercadeo, publicista o ingenierías afines.

Aptitudes:

Persona proactiva, capacidad de trabajo en equipo, mentalidad de crecimiento y liderazgo.

Tipo de contrato:

indefinido

Requerimientos Específicos:

- Conocimientos específicos en computación, office, internet, correo electrónico.
- Estrategias de mercadeo, ventas y servicio al cliente.
- Moto propia

Nivel salarial:

Salario mínimo + comisiones del 50% sobre la primera mensualidad

A.3.1.5. Auxiliar administrativo y contable

Sede central,
Cali, Colombia

Responsabilidades:

- Realizar gestión del archivo
- Llevar el registro contable de la compañía

Horario:
Lunes a viernes 8:00 a.m. - 5:00 p.m.

Formación:
Técnico contable o afines.

Aptitudes:
Persona proactiva, responsable

Tipo de contrato:
indefinido

Requerimientos Específicos:

- Conocimientos específicos en computación, office, internet, correo electrónico.
- Experiencia mínima de 1 año en cargos similares

Nivel salarial:
Salario mínimo + prestaciones

A.3.2. Proceso de contratación Facelng

Para el proceso de selección y contratación, se realizará un reclutamiento de los posibles interesados, se publicarán los perfiles solicitados y se realizará una preselección de acuerdo con las hojas de vida que se reciban. Una vez se tengan los curriculums preseleccionados se procederá a realizar una primera entrevista con los candidatos, con el fin de conocer sobre sus motivaciones, el por qué quieren trabajar en la empresa y como sus habilidades pueden contribuir al crecimiento de la empresa.

Después de realizada la entrevista se realizará la prueba de conocimiento de acuerdo con los requerimientos que exija cada puesto, de igual forma se realizará la prueba psicológica para conocer rasgos de la personalidad del candidato y verificar que sus aptitudes se adaptan a las políticas y valores de la empresa, a partir de los resultados obtenidos en estas pruebas se programa una entrevista final con los candidatos más aptos de acuerdo con los puestos y se fija el salario, las prestaciones, las actividades a realizar, el horario de trabajo, y sus funciones en la empresa.

A.4. Requerimientos del sistema

A.4.1. Requerimientos funcionales del sistema

A continuación, en la Tabla A.4.1. se presenta el listado de todos los requerimientos funcionales de software FaceIng siendo los resaltados en gris los escogidos para desarrollar en este trabajo.

Tabla A.4.1. Requerimientos funcionales del sistema

	Universidad del Valle Software de reconocimiento facial: FaceIng		
Título: ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS FUNCIONALES		Documento: ERF-001	
REVISIÓN HISTÓRICA			
Rev.	Descripción del Cambio	Autor	Fecha
001	Construcción del documento	Selene Andrade y Laura Cetina	24/10/2019
Ref #	Funciones		Categoría
1.0	Inicio de sesión		E= Esencial O =Opcional
1.1	El software debe permitir la creación de un nuevo usuario		E
1.2	El software de pedir el nombre de usuario		E
1.3	El software debe pedir la contraseña del usuario		E
1.4	El software debe informar si los datos de inicialización no son válidos		E
2.0	Crear Usuario		
2.1	El software debe pedir el nombre del nuevo usuario		E
2.2	El software debe pedir la contraseña del nuevo usuario		E
2.3	El software debe pedir confirmación de la contraseña del nuevo usuario		E
2.4	El software debe permitir asignación de privilegios ya sea de usuario secundario o administrador		E
2.5	En caso de existir un administrador y se requiera de uno nuevo el software debe pedir el usuario y la contraseña de uno de los administradores actuales.		E
2.6	En caso de tener nombres de usuario iguales el software debe pedir que se realice el cambio de nombre.		E
3.0	Menú principal		
3.1	El software debe mostrar la grabación de la cámara en funcionamiento		E

3.2	El software debe tener menú de ayuda.	E
3.3	El software tener opción para realizar la captura para identificar ingreso.	E
3.4	El software debe tener la opción de crear la lista negra del establecimiento.	E
3.5	El software debe tener la opción de configuración de base de datos en caso de ser administrador	E
3.6	El software debe tener la opción de cerrar sesión y volver al inicio de sesión	E
3.7	El software debe tener la opción de configuración del sistema solo para personal técnico de FaceIng	
4.0	Menú entrada	
4.1	El software debe permitir capturar la imagen de la persona que va a ingresar al establecimiento	E
4.2	El software debe advertir sobre problemas en la adquisición de la imagen.	E
4.3	El software debe permitir cargar la imagen de una persona que se desee identificar.	E
4.4	El software debe detectar el rostro en la imagen adquirida	E
4.5	El software debe alinear el rostro dado el caso que se tenga rotación en este	E
4.6	El software debe extraer características discriminantes en el rostro de la persona	E
4.7	El software realiza el reconocimiento de rostros 1: n para verificar si la persona ya se encuentra registrada en la base de datos.	E
4.8	El software debe informar si el individuo se encuentra en la lista negra de persona creada por el establecimiento.	E
4.9	El software debe informar si el individuo se encuentra en el registro y los datos que le corresponden.	E
4.10	El software debe permitir la actualización de los datos de las personas dado el caso.	E
4.11	El software debe registrar si es un nuevo usuario y debe permitir llenar los siguientes campos: Fecha, Nombre, Status (residente, empleado o invitado), tipo de identificación, número ID, apartamento, teléfono, hora de llegada.	E
4.12	El software debe visualizar los campos llenados para confirmar la correcta información ingresada	E
4.13	El software debe permitir ingresar la confirmación de que la persona ha aceptado el ingreso de su información en la base de datos	O
4.14	El software debe registrar si el acceso es denegado o aceptado.	E
5.0	Menú creación lista de acceso restringido	
5.1	El software debe mostrar el registro de las personas que han ingresado al establecimiento.	E
5.2	El software debe permitir añadir a personas que el establecimiento considere que debe estar en la lista.	E

5.3	Los campos de la lista de acceso restringido son Nombre, Observación, Dependencia o Apartamento visitado.	E
5.4	El software debe permitir eliminar usuarios agregados a lista de acceso restringido si así lo desea el establecimiento con la clave de administrador.	E
6.0	Menú configuración de administrador	
6.1	Mostrar al usuario la posibilidad de seleccionar entre tres opciones: Personas registradas, Eliminar persona e Historial.	E
6.2	El software debe mostrar las personas registradas en la base de datos al seleccionar la opción "Personas registradas".	E
6.3	El software debe mostrar los datos de las personas registradas al seleccionar la opción "Personas registradas".	
6.4	El software debe permitir eliminar personas de la base de datos al seleccionar la opción "Eliminar persona"	E
6.5	El software debe pedir confirmación para eliminar personas de la base de datos al seleccionar la opción "Eliminar persona"	E
6.6	El software debe mostrar las horas de ingreso de las personas al seleccionar la opción "Historial".	E
7.0	Menú de ayuda	
7.1	Mostrar al usuario la posibilidad de seleccionar entre tres opciones: Términos y condiciones, Preguntas Frecuentes y Contactar soporte.	E
7.2	Mostrar al usuario los "términos y condiciones de uso" del software al seleccionar la opción con este nombre.	E
7.3	Mostrar al usuario los números y correos de contacto con la empresa al seleccionar la opción de "Contactar soporte".	E
7.4	Mostrar al usuario el manual de uso y funcionamiento del software en caso de algún fallo del software al seleccionar la opción "Preguntas frecuentes".	E
8.0	Menú de configuración sistema	
8.1	El software debe permitir cambiar el umbral máximo de rechazo a la salida de la clasificación.	E
8.2	El software debe permitir cambiar la distancia de rechazo a la salida de la clasificación.	E
8.3	El software debe permitir establecer el número de imágenes que se tomarán por persona.	E
8.4	El software debe permitir establecer la cantidad de imágenes a las que se les realizará aumento de datos.	E
8.5	El software debe permitir configurar la ubicación del sitio de almacenamiento de la información.	E
8.6	El software debe permitir configurar el número máximo de personas de la base de datos del conjunto.	E

Fuente: Elaboración propia

A.4.2. Requerimientos no funcionales del sistema

Debido a altos costos de licenciamiento y al ser una empresa naciente, FaceIng se desarrollará con lenguajes y softwares de libre acceso y fácil implementación, también se usarán librerías o software con licenciamiento de software Boost que permiten su uso para todo tipo de aplicaciones comerciales o no. En el Anexo A.4.2 se presenta el listado de requerimientos no funcionales tanto del producto final como del desarrollo realizado en el trabajo, los cuales se explican posteriormente.

Tabla A.4.2 Requerimientos no funcionales del software

	Universidad del Valle Software de reconocimiento facial: FaceIng		
Título: ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES		Documento: ERF-001	
REVISIÓN HISTÓRICA			
Rev.	Descripción del Cambio	Autor	Fecha
001	Construcción del documento	Selene Andrade y Laura Cetina	24/10/2019
Ref #	Descripción		Categoría
	Software		
1.0	Se usará como lenguaje de programación Python 3.6.8 para el desarrollo del sistema de reconocimiento facial tanto en backend como frontend.		E
2.0	Se usará la librería OpenCV 4.1.0 para la manipulación de imágenes		E
3.0	Se usará la librería PyQt5 designer para la programación2 de la interfaz del software		E
4.0	Se usará la librería Dlib 19.18.0 para el tratamiento de rostros en las imágenes		O
5.0	Se usará QTdesigner para la construcción gráfica de la intfaz del sistema		E
6.0	Se usará MySQL para el manejo de base de datos del sistema		E
7.0	Se usará como framework para la red convolucional la librería Keras de Python		E

Fuente: Elaboración propia

El sistema se desarrollará en Python por ser un lenguaje que posee una licencia de código abierto y se puede utilizar para aplicaciones de uso comercial, otra ventaja que posee Python es el hecho de ser multiplataforma (Covantec, s.f.), lo que permite que su código fuente funcione entre varios sistemas operativos, igualmente posee una extensa biblioteca con funciones fáciles de implementar que simplifican muchas tareas a la hora de desarrollar el software.

Para el desarrollo de la interfaz se utilizará la librería PyQt5 en Python ya que permite crear interfaces amigables y tiene mucha literatura de cómo utilizarla (Covantec, s.f.), es versátil y de libre uso para fines comerciales. La librería OpenCV se utiliza debido a que posee una serie de funciones para el procesamiento de imágenes, es una librería liviana que no requiere de mucho hardware para funcionar, se encuentra en constante actualización y a la vanguardia en la implementación de métodos modernos para el tratamiento de imágenes

A.4.3. Diagrama de Casos de Uso del Prototipo

Los Diagramas de Casos de Uso permiten visualizar las diferentes acciones que puede llevar a cabo el usuario con el sistema que use. La Figura A.4.1 muestra las acciones que puede ejecutar el usuario con el software desarrollado en este trabajo.

Las principales acciones que se pueden realizar son: Cargar imagen de la base de datos o tomar la imagen del rostro con la cámara, a partir de esta entrada se realiza el reconocimiento y si el individuo es o no es correctamente identificado se informa al usuario. La ejecución de cada una de las operaciones permite que se lleven a cabo a su vez otras acciones, a excepción de la adquisición que depende de la toma de la imagen con cámara o de la selección en el explorador de archivo.



Figura A.4.1 Diagramas de acciones del software desarrollado en este trabajo Fuente: Elaboración propia

A.4.4. Diagrama de Actividades del Prototipo

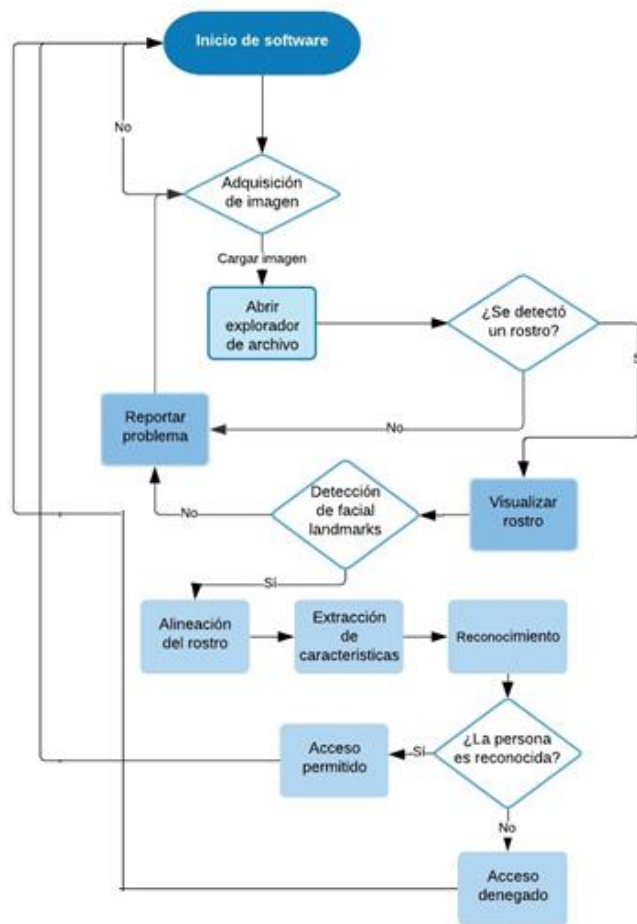


Figura A.4.2 Diagrama del funcionamiento del sistema desarrollado Fuente: Elaboración propia

La Figura A.4.2 describe el funcionamiento del sistema desde que es inicializado por el usuario. Inicialmente se realiza la adquisición de la imagen desde un archivo (o a través de la cámara del computador), después se realiza la detección del rostro en la imagen, en caso de no encontrar ninguna cara se reporta el problema y se regresa a la adquisición de imagen, por el contrario, si se encuentra el rostro se procede a visualizarlo. Una vez se tiene el rostro detectado, se alinea la cara para así extraer las características que son llevadas a los clasificadores. Si la persona es reconocida se informa que el acceso es permitido y se vuelve al inicio del programa, de lo contrario se informa que la persona no es aceptada y se regresa al inicio del software.

A.4.5. Conclusiones

El estudio de mercado permitió definir los aspectos más relevantes del software, siendo estos la confiabilidad y el fácil manejo, de igual forma se logró establecer el entorno de programación y demás APIs necesarias para el desarrollo del sistema verificando que cumplieran con licencias de uso comercial o que fuera de código abierto con el fin de disminuir costos para la empresa.

A partir de los diagramas de casos de usos y de actividad se consiguió desglosar el software con sus principales funcionalidades, lo que es un aspecto muy importante a tener en cuenta en el momento del desarrollo puesto que se debe cumplir con los procesos que se establecen en este capítulo.

A.5. Base de datos Grimace

La base de datos Grimace (Universidad de Essex, s.f.) contiene 18 individuos en un fondo homogéneo, con poca iluminación, alta oclusión, expresiones faciales muy variadas, y algunas imágenes se encuentran desenfocadas, en la Figura A.5.1 se muestran algunas imágenes pertenecientes a esta base de datos.



Figura A.5.1 Imágenes de rostros pertenecientes a la base de datos Grimace. Fuente: Elaboración propia

A.5.1. Procedimiento prueba de detección facial Grimace

En esta prueba se empleó la base de datos Grimace y se utilizó el sistema implementado hasta la etapa de alineación del rostro, después se hizo un conteo del número de rostros no detectados y se analizó la razón de este suceso.

A.5.1.1. Resultados prueba de detección

En esta primera prueba el 99.44% de los rostros fueron detectados por el sistema, a excepción de 2 rostros los cuales pertenecían al mismo individuo (las imágenes se observan en la Figura A.5.22), evidentemente esta persona se encuentra con la cabeza inclinada hacia atrás y no está bien definido el lado izquierdo de su rostro, al tratarse de HOG la inclinación de la cabeza es un problema y un limitante del sistema ya que no puede reconocer el patrón de cara adecuadamente.



Figura A.5.2 Rostros no detectados por el sistema Fuente: Elaboración propia

Con esta primera prueba se concluyó que el sistema posee un buen desempeño cuando se trata de imágenes con algo de oclusión, variación en gestos y rotación del rostro, los resultados de algunos de los rostros correctamente detectados y alineados se observan en la Figura A.3, además se comprobó que las imágenes mejoradas están más contrastadas y con menos ruido en comparación con las imágenes de entrada, lo que es un factor deseable en la etapa de extracción de características.



Figura A.3.3 Rostros detectados y recortados en la etapa de detección Fuente: Elaboración propia

A.6. Pruebas con otros clasificadores

A.6.1. Descripción pruebas clasificador de distancia euclidiano

A.6.1.1. Procedimiento prueba de clasificadores

En esta prueba se calculó por clasificador el vector promedio de los datos de entrenamiento para ambas clases P_p y P_n , seguido a esto se encontró la distancia euclidiana de cada dato de prueba respecto a las clases mencionadas utilizando la ecuación 2.4, la clasificación de cada dato se asignó a la clase cuya distancia haya sido la menor, después se procedió a evaluar el desempeño de cada clasificador y se obtuvo el promedio por cada métrica.

A.6.1.2. Resultados prueba de clasificadores

La exactitud por cada clasificador se puede observar en el Gráfico A.6.1 donde para algunos individuos la exactitud fue del 100%, el peor desempeño fue del 96.87% para los individuos 4 y 47, en promedio por clasificador se tuvo una exactitud del 99,46%.

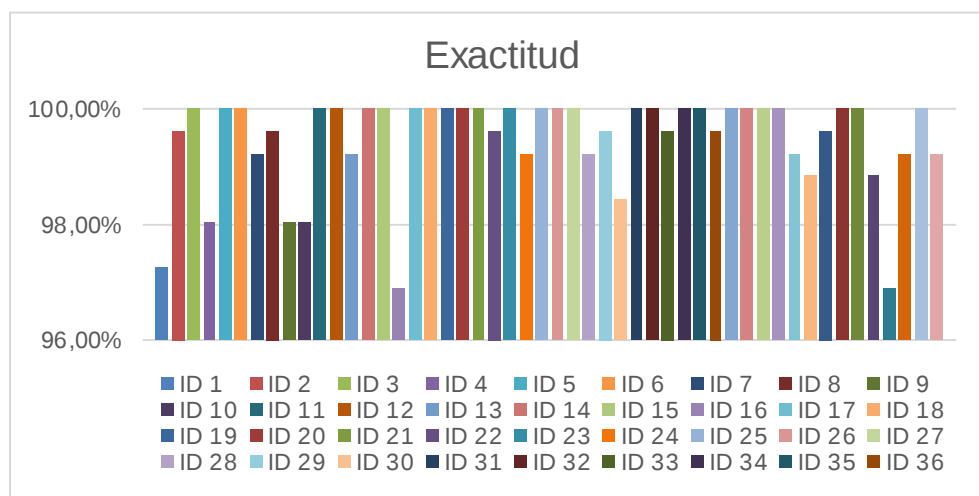


Gráfico A.6.1 Exactitud por clasificador usando la distancia Euclidiana Fuente: Elaboración propia

La precisión en cada clasificador se puede observar en el Gráfico A.6.2, el peor desempeño fue del 97.58%, en promedio por clasificador se tuvo una precisión del 99,48%.

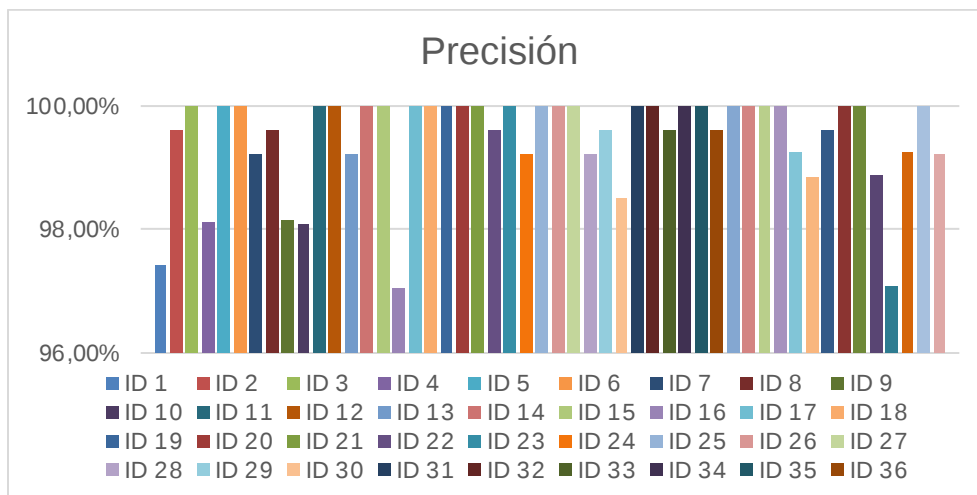


Gráfico A.6.2 Precisión por clasificador usando la distancia Euclidiana Fuente: Elaboración propia

La sensibilidad por cada clasificador se puede observar en el Gráfico A.6., la gran mayoría de clasificadores obtuvieron un 100% de éxito y el peor desempeño fue del 93.75%, en promedio por clasificador se tuvo una sensibilidad del 99,32%.

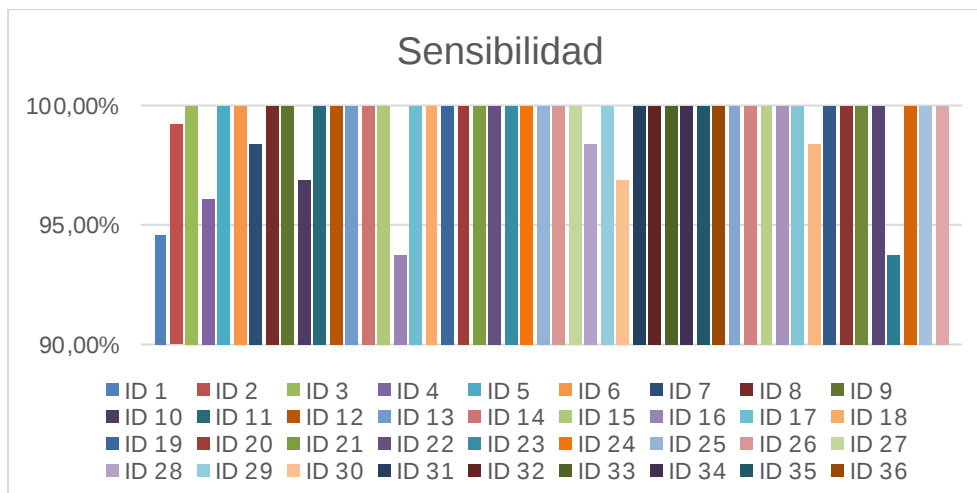


Gráfico A.6.3 Sensibilidad por clasificador usando la distancia Euclidiana Fuente: Elaboración propia

La especificidad en cada clasificador se puede observar en el Gráfico A.6.34, el peor desempeño fue del 96.09%, en promedio por clasificador se tuvo una sensibilidad del 99,59%.

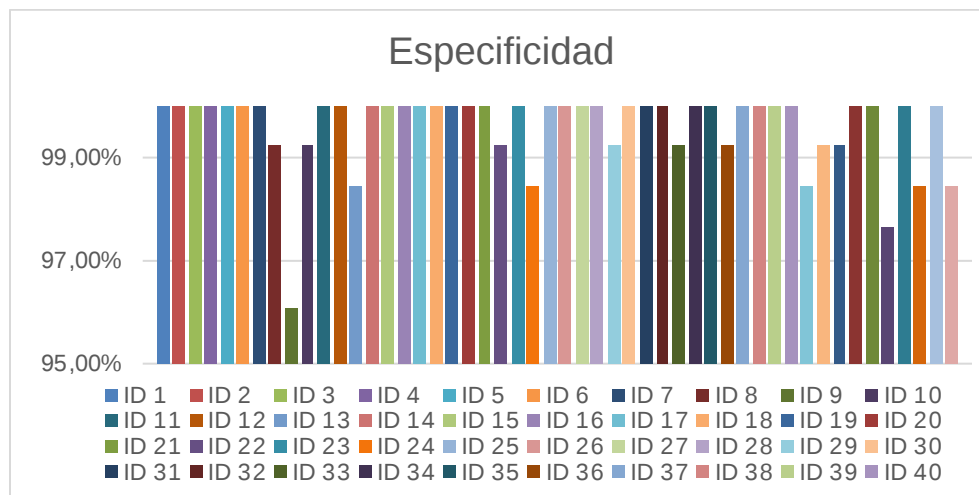


Gráfico A.6.3 Especificidad por clasificador usando la distancia Euclidiana Fuente: Elaboración propia

Los porcentajes promedios de FMR y FNR fueron 0.40% y 0.67% respectivamente, evidenciándose un muy buen rechazo ante personas no aceptadas, condición deseada en este tipo de sistemas; los resultados en general de esta prueba reflejaron que, de tener un problema de verificación la distancia euclidiana sería una buena opción a implementar, ahora bien, en esta prueba cada clasificador fue sometido a solo un conjunto de datos de prueba, donde el 50% de los mismos correspondían al individuo del cual estaba especializado, por lo que se evaluó el sistema en un entorno donde la probabilidad de tener un individuo aceptado es del 2%.

A.6.1.3. Procedimiento sistema completo con opción de rechazo

Para esta prueba el procedimiento es similar al numeral A.6.1.2, sin embargo, se añadieron 1240 imágenes para 20 personas no autorizadas y se utilizaron distintos umbrales de distancia máxima, es decir, si la distancia entre el dato de prueba y el menor valor resultante de los clasificadores es mayor al umbral establecido la persona se considera como no reconocida.

A.6.1.4. Resultados sistema completo con opción de rechazo

Los resultados se consignaron en la Tabla A.6.1:

Tabla A.6.1 Resultados prueba con opción de rechazo con distancia euclidiana

Medida	Con umbral de 0.2	Con umbral de 0.4	Con umbral de 0.6	Con umbral de 0.8	Con umbral de 1,0
Exactitud	29,95%	78,10%	94,84%	96,65%	87,85%
Precisión	26,00%	99,14%	99,61%	98,55%	92,25%
Sensibilidad	3,86%	69,94%	93,01%	97,67%	98,33%
FNR	96,14%	30,06%	6,99%	2,33%	1,67%
Especificidad	98,07%	99,39%	99,85%	99,97%	99,77%

FMR	1,93%	0,61%	0,15%	0,03%	0,23%
F-score	4,31%	79,93%	95,70%	97,87%	94,05%
Tiempo (s)	24,00	30,07	19,52	21,87	15,57

Fuente: Elaboración propia

Para un umbral de 0.2 el sistema es muy exigente y no reconoce a la gran mayoría de individuos mientras que para un umbral de 0.8 el sistema es más discriminante ante posibles intrusos, pero la precisión disminuye, con este clasificador se debe encontrar un umbral que permita un balance ya que se debe compensar entre reconocer personas pertenecientes y diferenciarlos entre no aceptados, por lo que se escogió para este clasificador el umbral de 0.8, de igual forma, en cuestión del tiempo de cómputo este clasificador es bastante rápido ya que funciona solo con distancias las cuales son fáciles de calcular por los computadores.

A.6.2. Descripción pruebas clasificador ingenuo de Bayes

A.6.2.1. Procedimiento prueba de clasificadores

Los clasificadores se entrenan utilizando el clasificador ingenuo de Bayes ajustando las probabilidades a priori a 50% por clase, esto se realizó solo en esta prueba ya que los clasificadores se evaluarán utilizando 50% para la clase de persona perteneciente y 50% clase intruso, teniendo un total de 128 vectores de prueba y 192 vectores de entrenamiento, de igual forma se ajustó la matriz de costo asignando 80% de castigo a la clase de persona aceptada y 20% a la clase de intruso, teniendo en cuenta que es menos costoso identificar a alguien como intruso que identificarlo como reconocido cuando no tiene autorización, cabe aclarar que, las prioridades se asignaron de la forma mencionada solo para esta prueba.

A.6.2.2. Resultados prueba de clasificadores

La exactitud por cada clasificador se puede observar en el Gráfico A.6.4 Gráfico A.6.1 la mayor exactitud fue del 100% para 6 individuos y el porcentaje para el peor desempeño fue del 66.40% para 1 sujeto, en promedio por clasificador se tuvo una exactitud del 96,10%.

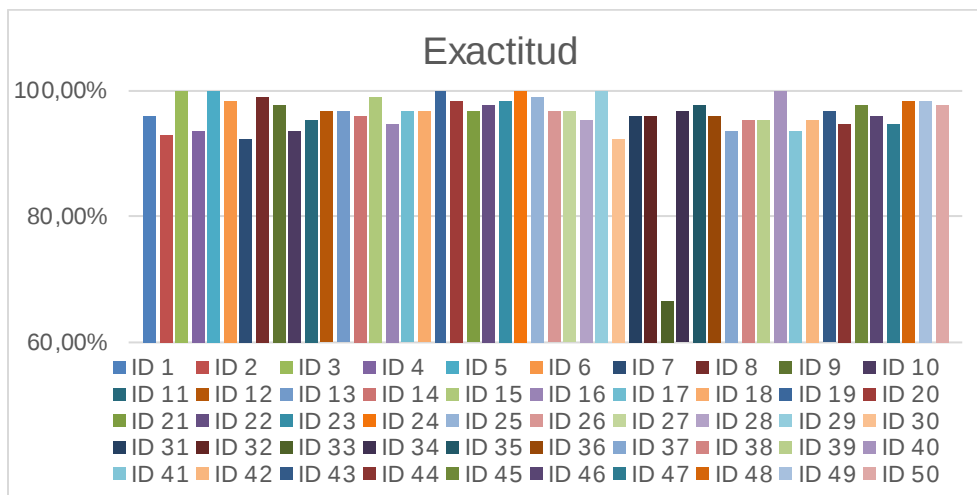


Gráfico A.6.4 Exactitud por clasificador usando Bayes ingenuo Fuente: Elaboración propia

La precisión en cada clasificador se puede observar en el Gráfico A.6.5.6 donde para cinco individuos la precisión fue del 100% y el porcentaje para el peor desempeño fue del 79.90%, en promedio por clasificador se tuvo una precisión del 96,65%.

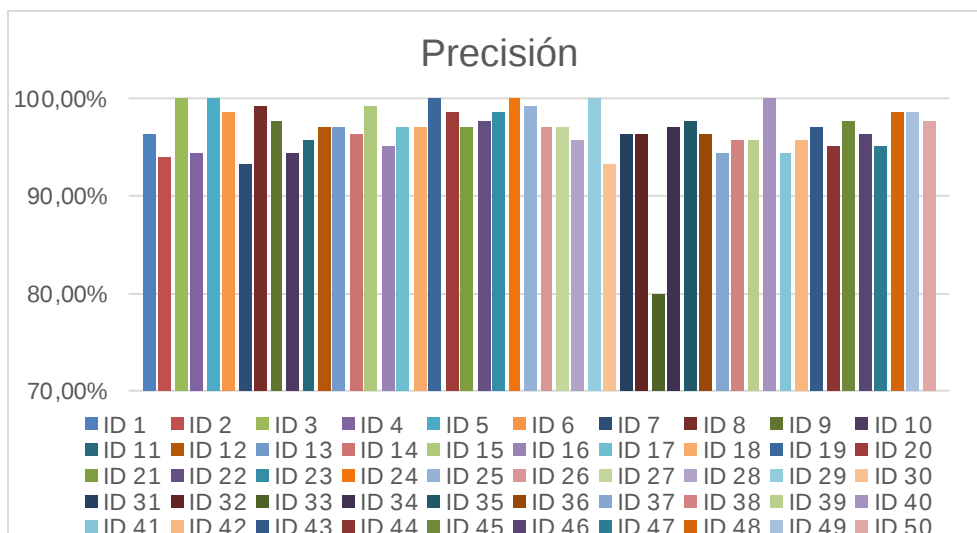


Gráfico A.6.5 Precisión por clasificador usando Bayes ingenuo Fuente: Elaboración propia

La sensibilidad en cada clasificador se puede observar en el Gráfico A.6.67 el peor desempeño fue del 32.81% para 1 individuo, en promedio por clasificador se tuvo una sensibilidad del 92,71%.

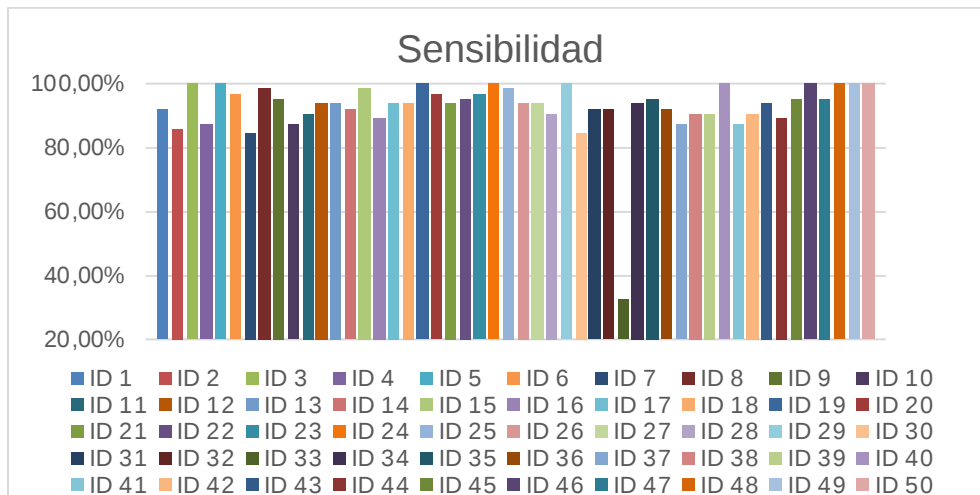


Gráfico A.6.6 Sensibilidad por clasificador usando Bayes ingenuo Fuente: Elaboración propia

La especificidad en cada clasificador se puede observar en el Gráfico 0.7 todos los negativos fueron rechazados correctamente, esto representa un atributo muy importante en un sistema biométrico ya que indica que una persona no autorizada no va a ser aceptada.

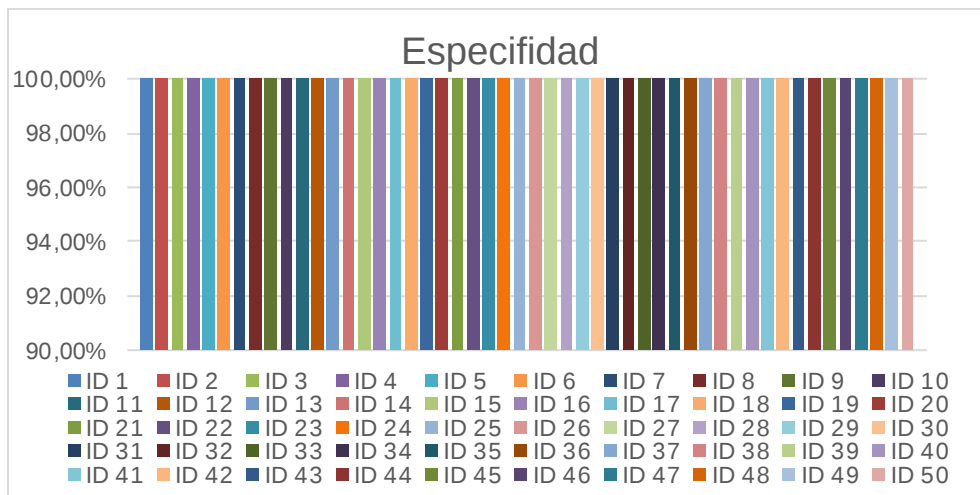


Gráfico 0.7 Especificidad por clasificador usando Bayes ingenuo Fuente: Elaboración propia

Los porcentajes promedios de FMR y FNR fueron 0.00% y 7.28% respectivamente, lo que evidencia un excelente rechazo ante personas no aceptadas, si bien la tasa de positivos rechazado es mayor, para este tipo de sistemas de seguridad es mejor garantizar que no se va a realizar la autorización a un individuo no deseado, por lo que el clasificador ingenuo de Bayes tendría un fuerte rechazo para problemas de verificación, esto se puede deber a que este clasificador tiene en cuenta el costo que tendría una decisión incorrecta. Una vez realizada esta prueba se debe evaluar este clasificador ante el problema de identificación.

A.6.2.3. Procedimiento prueba de sistema completo con opción de rechazo

Para esta prueba se utilizaron 3200 de imágenes de 50 personas autorizadas junto con 1240 imágenes correspondientes a 20 personas no autorizadas, ajustando las

probabilidades a priori por clasificador a 2% para la clase persona reconocida y 98% para la clase intruso, la matriz de costo no tuvo cambios con respecto a la prueba anterior.

Al tratarse de un clasificador cuya salida es la probabilidad de que dada una imagen de entrada ésta corresponda a una persona aceptada por un clasificador en específico, se almacenaron las probabilidades resultantes de cada clasificador y se evaluaron los dos valores de probabilidades más altos, paso seguido se calculó la diferencia entre estos y si es menor a un umbral de 0.15 se dice que la persona no es reconocida, de igual forma, se evaluó que la mayor probabilidad supere un umbral de aceptación necesario para asignar la clase a la que pertenece, de no cumplirse estas dos condiciones se dice que la persona no ha sido reconocida.

A.6.2.4. Resultados sistema completo opción de rechazo

Los resultados obtenidos se tienen en la Tabla A.6.2.

Tabla A.6.2 Resultados prueba con opción de rechazo con Bayes ingenuo

Medida	Con Rechazo por umbral 70% y distancia	Con Rechazo por umbral 80% y distancia	Con Rechazo por umbral 90% y distancia
Exactitud	94,64%	94,62%	94,55%
Precisión	99,69%	99,69%	99,68%
Sensibilidad	92,65%	92,62%	92,37%
FNR	7,35%	7,38%	7,63%
Especificidad	99,85%	99,85%	99,85%
FMR	0,15%	0,15%	0,15%
F-score	95,68%	95,66%	95,51%

Fuente: Elaboración propia

El tiempo promedio en realizar toda la prueba por umbral fue de 342.3394 segundos, se realizaron 3 variaciones en el porcentaje de aceptación de la opción de rechazo y no se obtuvieron mayores cambios, porque se trata de una base de datos con un entorno controlado pese a que se añadieron disturbios en las imágenes, además las imágenes fueron sometidas a varias etapas de mejoramiento para mitigar problemas, sin embargo, para un entorno no controlado no se recomienda utilizar un umbral del 90% puesto que sería un sistema muy exigente y rechazaría un gran número de personas como ocurrió en la prueba de clasificadores por distancia con un umbral de 0.2. Para un entorno más realista un buen umbral de aceptación sería del 70% ya que, si bien no rechazaría tan agresivamente como el 80% o el 90% permitiría que personas que deben ser identificadas como aceptadas sean correctamente autorizadas a pesar de tener variaciones en su rostro ya sea por iluminación, oclusión, pose, entre otras.

A.6.3. Resultados por clasificador utilizando SVM

La exactitud por cada clasificador se puede observar en el Grafico A.6.9, registrándose que la mayor exactitud fue del 100% y el peor desempeño fue del 96.09%, en promedio por clasificador se tuvo una exactitud del 99,49%.

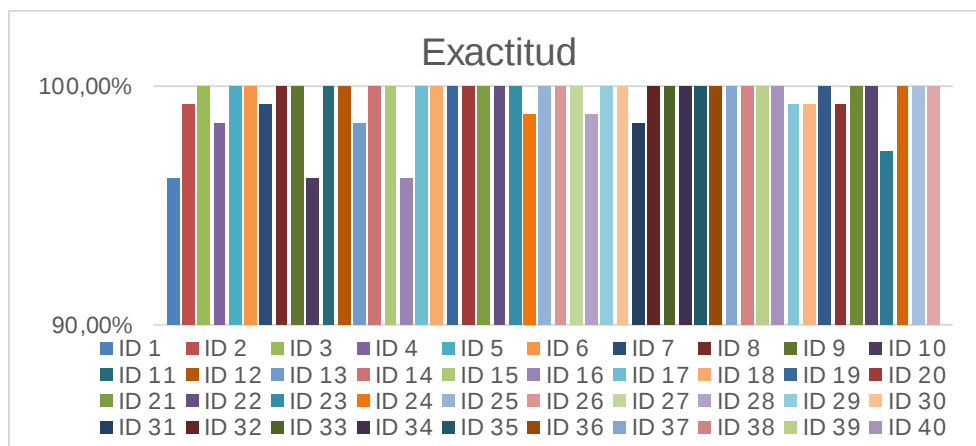


Gráfico A.6.8. Exactitud de cada clasificador por máquinas de soporte vectorial. Fuente: Elaboración propia

La precisión en cada clasificador se puede observar en el Gráfico A.6.210 donde para la mayoría de individuos la precisión fue del 100% y el porcentaje para el peor desempeño para 3 individuos fue del 96.37%, en promedio por clasificador se tuvo una precisión del 99,53%.

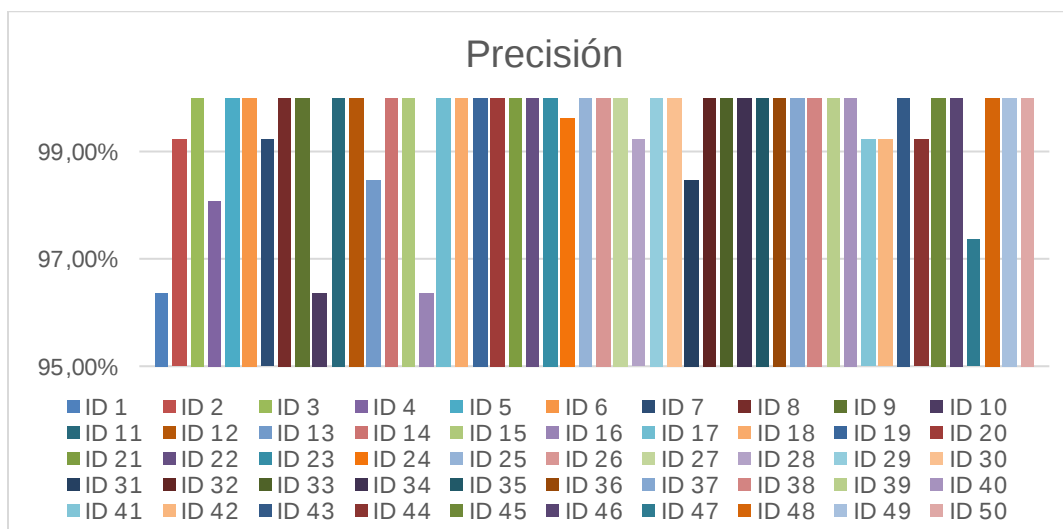


Gráfico A.6.9. Precisión por clasificador usando SVM Fuente: Elaboración propia

La sensibilidad en cada clasificador se puede observar en el Gráfico A.6.10 el mayor porcentaje fue del 100% y el porcentaje para el peor desempeño fue del 92.18%, en promedio por clasificador se tuvo una sensibilidad del 99,06%.

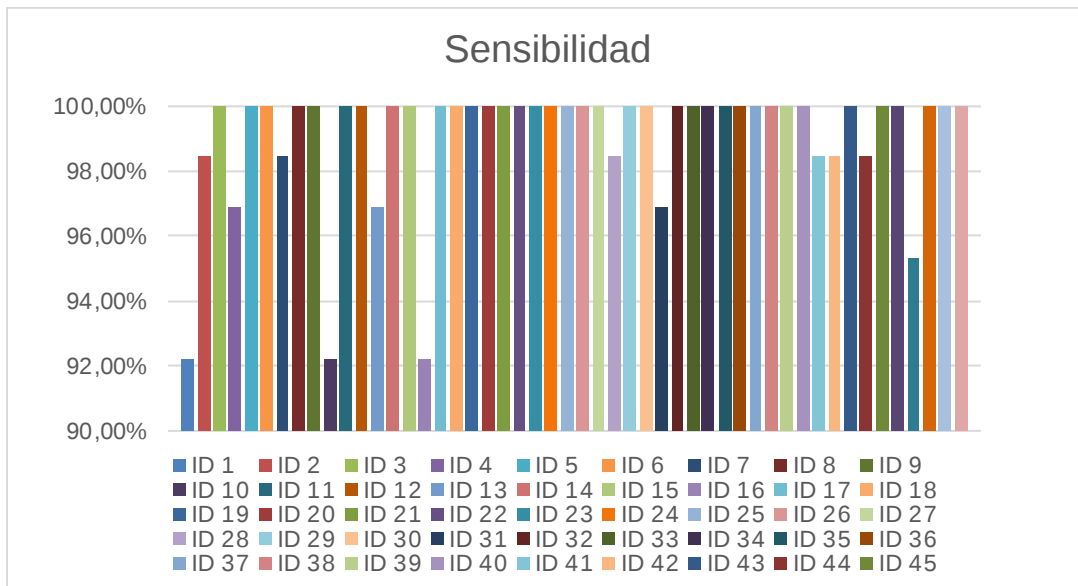


Gráfico A.6.10 Sensibilidad por clasificador usando SVM Fuente: Elaboración propia

La especificidad en cada clasificador se puede observar en el Gráfico A.6.1112 el 96% de los clasificadores obtuvieron un porcentaje de 100%, el menor porcentaje fue de 98.43%, muy parecido a lo que se obtuvo con el clasificador ingenuo de Bayes, en promedio se tuvo una especificidad para los clasificadores de 99.95%.

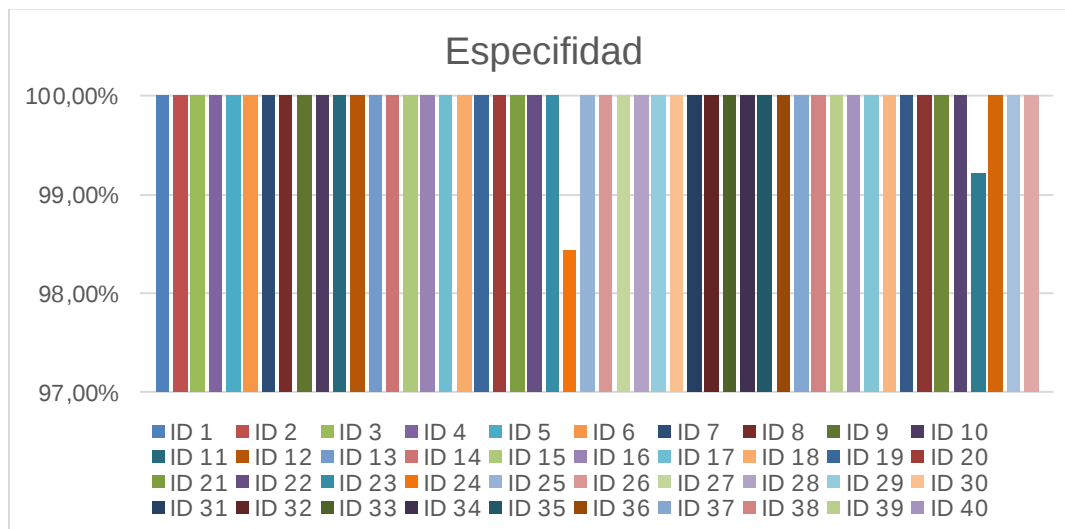


Gráfico A.6.11 Especificidad por clasificador usando SVM Fuente: Elaboración propia

Los porcentajes promedios de FMR y FNR fueron 0.04% y 0.9% respectivamente lo que evidencia un excelente rechazo ante personas no aceptadas, y un buen reconocimiento ante personas aceptadas, también se puede observar que si bien el error de falsos negativos es mayor que el clasificador de distancia euclidiana, el rechazo ante impostores es mucho menor, por lo que se puede decir que en promedio los clasificadores utilizando SVM son la opción que más favorecería en un problema de verificación.

A.7. Encuesta Unidades Residenciales

A.7.1. Cuestionario

Por medio de las siguientes preguntas se busca determinar si el reconocimiento de rasgos faciales es un sistema de control de acceso apropiado para complementar el sistema de seguridad actual en las unidades residenciales, para ello se indagará sobre la efectividad en la seguridad, el control de acceso y la calidad de vida de los empleados con el sistema actual; Este estudio hace parte de un trabajo de grado, la información obtenida aquí será utilizada solo con fines estadísticos, por lo que solicitamos comedidamente su valiosa colaboración en el diligenciamiento de esta.

Fecha: _____

Comuna: _____ Estrato: _____ Nombre del Conjunto: _____

Sección A: Identificación de la necesidad

A.1.1. ¿Han tenido problemas con individuos NO autorizados en el establecimiento?

Si: ____ No: ____

Si la respuesta es afirmativa

A.1.1.1. Pensando en la delincuencia como hurto y daño a la propiedad, usted diría que durante el último año la delincuencia en el establecimiento:

a. Aumentó ____

b. Disminuyó ____

c. Se mantuvo ____

A.1.1.2. Según su experiencia, ¿cuánto le afectó esta delincuencia a la unidad residencial?

a. Mucho ____

b. Poco ____

c. No le afecta ____

A.1.1.3. De acuerdo con su percepción, indique de mayor a menor la principal causa de los niveles de delincuencia que actualmente afectan a la empresa, donde 1 es la mayor y 3 la menor.

a. Continua rotación del personal de seguridad: _____

b. Falta de dispositivos de vigilancia: _____

c. Inadecuado uso de los sistemas actuales: _____

A.1.2. ¿Han tenido problemas con individuos autorizados en el establecimiento?

Si: ____ No: ____

Si la respuesta es afirmativa

A.1.2.1. Pensando en la delincuencia como hurto y daño a la propiedad, usted diría que durante el último año la delincuencia en el establecimiento:

a. Aumentó ____

b. Disminuyó ____

c. Se mantuvo ____

A.1.2.2. Según su experiencia, ¿cuánto le afectó esta delincuencia a la unidad residencial?

a. Mucho ____

b. Poco ____

c. No le afecta ____

A.1.2.3. De acuerdo con su percepción, indique de mayor a menor la principal causa de los niveles de delincuencia que actualmente afectan a la empresa, donde 1 es la mayor y 3 la menor.

a. Continua rotación del personal de seguridad: _____

b. Falta de dispositivos de vigilancia: _____

c. Inadecuado uso de los sistemas actuales: _____

Sección B: Servicio de Vigilancia y Seguridad Actual. Requerimientos Técnicos

B.1. ¿La residencia cuenta con equipo informático y de vigilancia?

Si: _____ No: _____

Si la respuesta es SI entonces pase al numeral B.1.1, en caso contrario al numeral C.1

B.1.1. ¿La residencia cuenta con circuito cerrado de televisión?

Si: _____ No: _____

B.1.3. ¿Cuenta con Computador (PC) que tenga procesador Intel Core i3 o en adelante?

Si: _____ No: _____

Sección C: Contextualización

C.1 ¿Cuántas personas habitan la unidad residencial?

- a. 0 a 100 _____
- b. 101 a 500 _____
- c. 501 a 1000 _____
- d. otro ¿Cuántas? _____

C.1.1. ¿En promedio cuántas personas ingresan semanalmente a la residencia?

C.1.2. ¿Cómo se gestiona el control de acceso en el establecimiento? (Marque más de una x si aplica):

a. Anuncio por citófono: _____

b. Toma de datos de invitado: _____

c. Muestra de documentos: _____

d. Ninguna de las anteriores: _____

Otra: _____ ¿Cuál? _____

C.1.3. ¿Con qué frecuencia cambian el personal de seguridad?

a. Entre una y dos veces al año _____

b. Entre tres y cuatro veces al año _____

c. No lo cambian _____

d. Otra: _____ ¿Cuál? _____

C.1.5. ¿Cuántas personas tienen encargadas de la seguridad en el establecimiento?

a. Uno _____

b. Dos _____

c. Tres _____

d. Otra: _____ ¿Cuántos? _____

C.1.6. ¿De cuánto es la inversión mensual en servicio de seguridad?

- a. \$7'870.414 - \$8'089.037
- b. \$8'100.037 - \$9'030.000
- c. \$9'100.000 - \$10'300.000
- d. \$10'400.000 - \$13'200.000
- e. otro: _____ ¿Cuánto? _____

Sección D: Servicio de Vigilancia y Seguridad Biométrico

Los sistemas biométricos tienen como propósito identificar individuos a partir de características físicas propias de estos, dentro de los tipos de sistemas biométricos están el reconocimiento de huella dactilar, reconocimiento de rostros, reconocimiento del iris, entre otros.

D.1.1. ¿Conocen tecnología biométrica para el control de acceso y vigilancia en establecimientos?

Si: _____ No: _____

Si la respuesta es SI entonces pase al numeral D.1.2, en caso contrario al numeral D.1.4.

D.1.2. ¿Han utilizado tecnología biométrica para el control de acceso y vigilancia en el establecimiento?

Si: _____ No: _____

D.1.4. ¿estaría dispuesto en invertir en seguridad biométrica?

- a. Definitivamente no _____
- b. Probablemente no _____
- c. tal vez no tal vez si _____
- d. Probablemente si _____
- e. Definitivamente si _____

Si la respuesta es SI entonces pase al numeral D.1.5, en caso contrario al numeral D.1.6.

D.1.5. ¿Anualmente en qué rango de precios estaría dispuesto a adquirir tecnología biométrica para el control de acceso?

- a. \$700.000 - \$1'500.000

b. \$1'608.000-\$2'100.635

c. \$2'100.635- \$3'000.000

Otro: _____ ¿Cuánto? _____

El reconocimiento facial permite controlar de forma automatizada procesos relacionados con la seguridad y el control de acceso, para prevenir e identificar individuos que puedan alterar el bienestar de un establecimiento, disminuyendo hurtos, vandalismo, acoso, entre otros. Se caracterizan por ser fáciles de instalar, discretos y de inspección continua, su uso ha sido probado con éxito en lugares como aeropuertos, casinos, bancos, entre otros, donde se ha desempeñado como una buena herramienta para disminuir gastos, inseguridad y agilizar procesos financieros, y dependiendo del tipo de establecimiento, puede conllevar al aumento de ganancias.

D.1.6. ¿Su establecimiento compraría el sistema de control de acceso y vigilancia continua por reconocimiento facial si este se encuentra en el precio asequible para la empresa o edificio?

a. Definitivamente no _____

b. Probablemente no _____

c. tal vez no tal vez si _____

d. Probablemente si _____

e. Definitivamente si _____

D.1.7. De acuerdo con su percepción, indique de mayor a menor la principal razón por la cual compraría el sistema biométrico, donde 1 es la principal y 3 la menos.

a. Software propio: _____

b. Control de acceso efectivo: _____

c. Precio asequible: _____

d. Manejo de datos seguro y confiable: _____

e. Acompañamiento: _____

D.1.9. ¿Qué factores recomendaría incluir en la prestación del servicio para mejorar la calidad de este?

D.1.10 ¿Qué opinión tiene sobre la prestación del control de acceso por medio de reconocimiento facial?

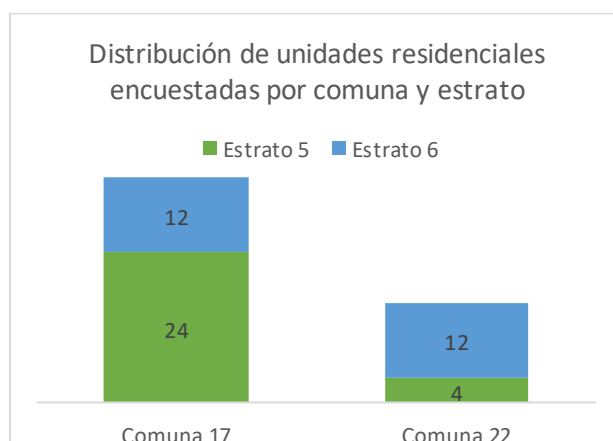
A.7.2. Resultados de la encuesta a una muestra de unidades residenciales

Se elaboró una encuesta dirigida al segmento de mercado determinado en el numeral 2.2.9, este fue enviado por correo electrónico a una muestra de 64 administradores, con base en los datos recolectados durante las jornadas en las que se llevaron personalmente las encuestas residenciales, se enviaron 157 encuestas en total, con el objetivo de identificar si hay necesidad o no de aumentar los controles de seguridad, si el sistema actual posee equipo tecnológico necesario para realizar el control, también que otros recursos poseen para realizar un control de acceso efectivo y por último conocer cuál es la apertura a la tecnología biométrica como refuerzo al sistema de seguridad actual.

El tamaño de la muestra se calculó con base en la fórmula A.7.1, donde el tamaño de la población es de 217 unidades residenciales, con un margen de error 5% y un nivel de confianza del 90%, el resultado fue que 121 unidades residenciales debían responder la encuesta. Sin embargo, de las 157 enviadas, a los conjuntos residenciales estrato 5 y 6 de las comunas 17 y 22 de la ciudad de Cali, solo se obtuvieron 52 encuestas diligenciadas correctamente. La encuesta fue respondida por unidades residenciales de las comunas y estratos preestablecido, por lo que tiene una representatividad tanto por comuna como por estrato.

$$Tamaño\ muestra = \frac{\frac{z^2 \cdot p(1-p)}{e^2}}{1 + \frac{z^2 \cdot p(1-p)}{e^2 N}} \quad (A.7.1)$$

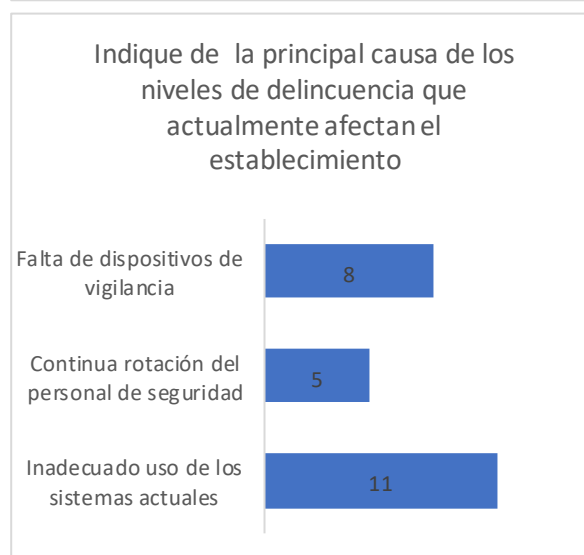
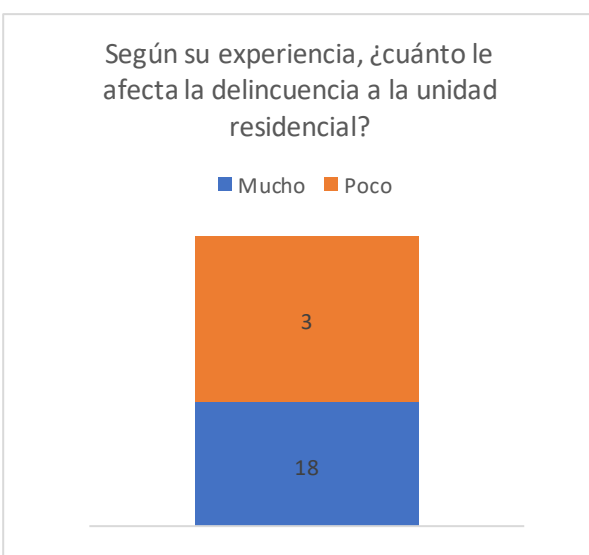
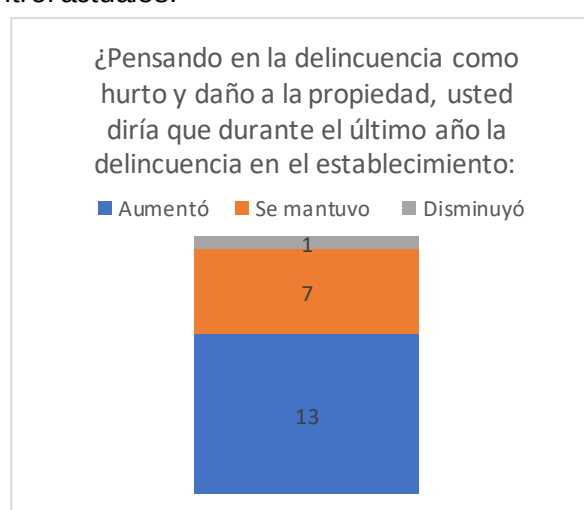
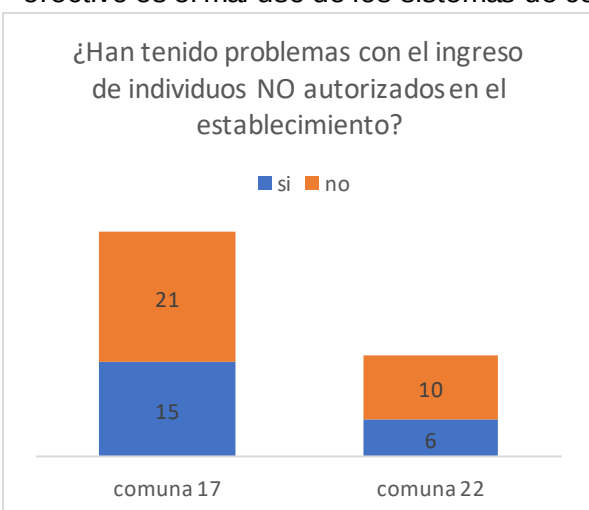
Debido a que solo se obtuvieron el 42,97% de las respuestas esperadas, es importante anotar que la información analizada no representa la percepción general. Ahora bien, disminuir el nivel de precisión, arroja un tamaño de muestra de 52 respuestas, con un margen del 10% y un nivel de confianza del 90%.



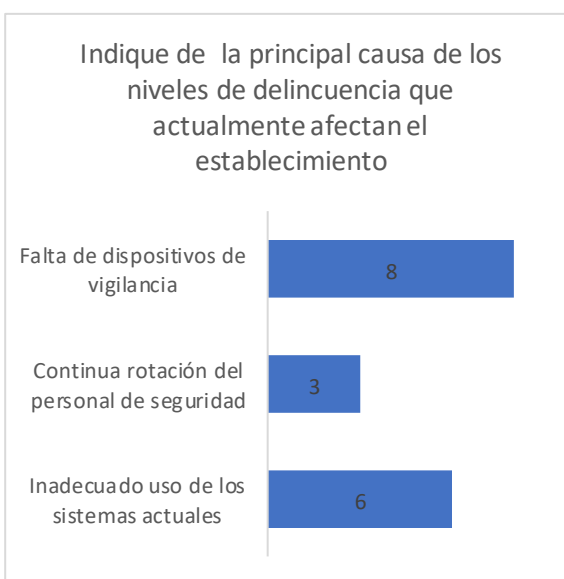
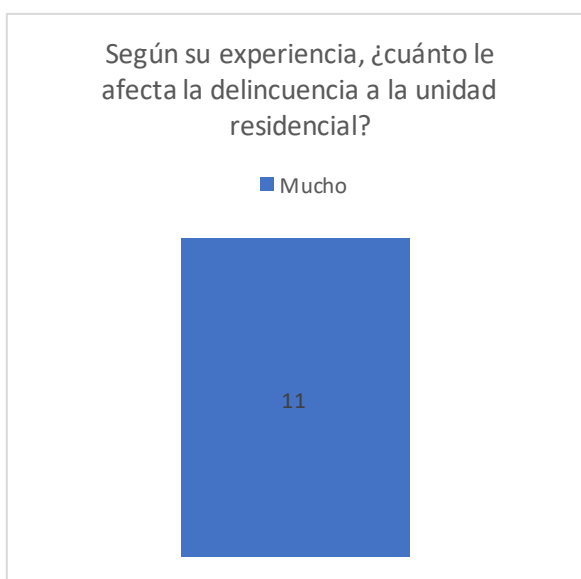
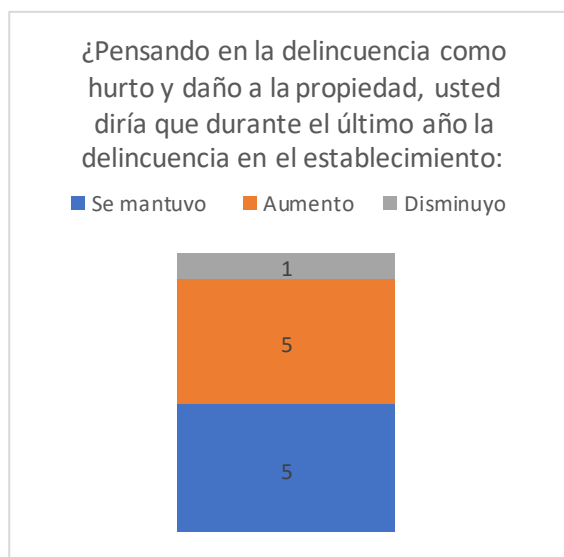
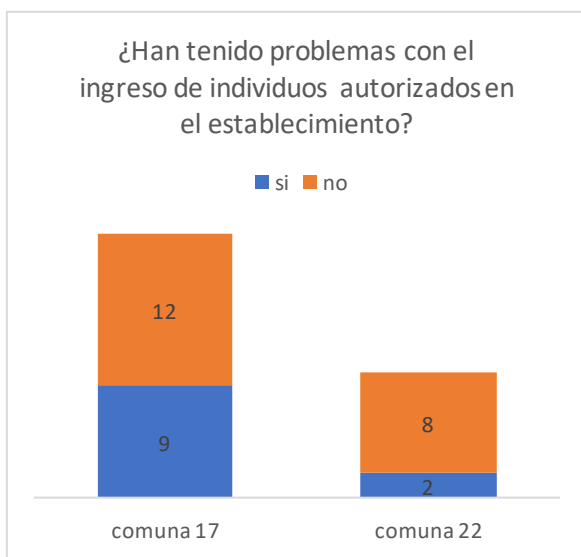
En la primera sección se solicitó información general sobre el establecimiento, en el gráfico se muestran los resultados según el estrato en las comunas encuestadas. El 69,2% corresponden a unidades residenciales de la comuna 17 y el 30,8% a la comuna 22. Para

la comuna 17 el 66,7% pertenece al estrato 5 y el 33,3% al estrato 6. Para la comuna 22 el 25,0% pertenecen al estrato 5 y 75,0% al estrato 6.

En la segunda sección se busca determinar si el sistema de vigilancia actual responde efectivamente a la demanda de seguridad de los residentes. Los resultados arrojan que el 40,4% de los residentes han tenido inconvenientes con personas a las que, a pesar de no haber autorizado su paso, ingresaron al establecimiento, lo que muestra las falencias en el control del acceso, que trae como consecuencia que los episodios de hurto y daño a la propiedad se presenten al interior del establecimiento con mayor facilidad, de este 40,4% el 61,9% de dicen que la delincuencia aumentó en el interior del establecimiento y el 85,7% afirma que los perjuicios causado por el aumento de episodios delictivos han afectado mucho al establecimiento, atribuyendo que la principal causa de esta falta de control efectivo es el mal uso de los sistemas de control actuales.



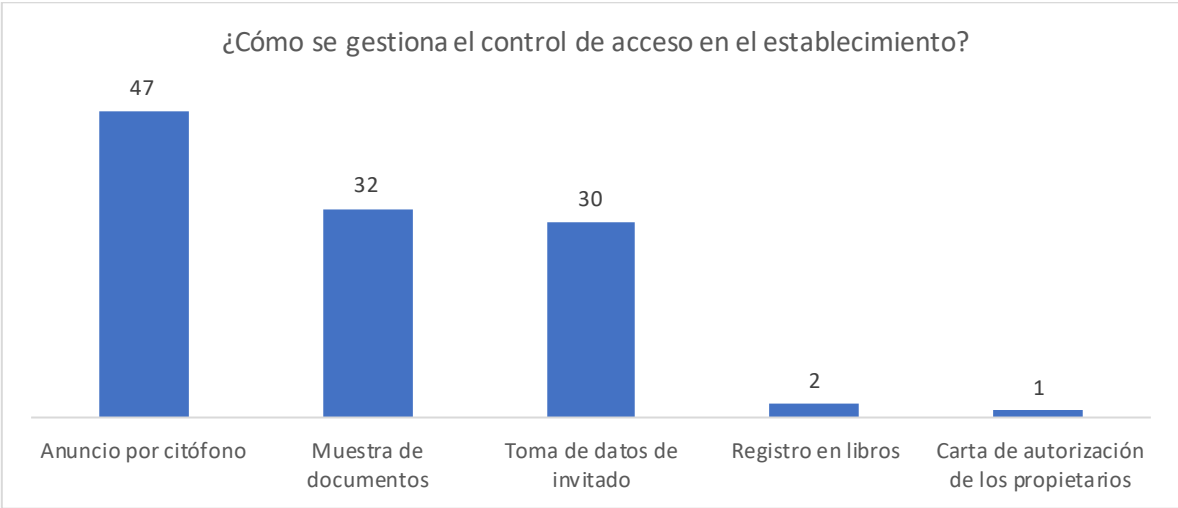
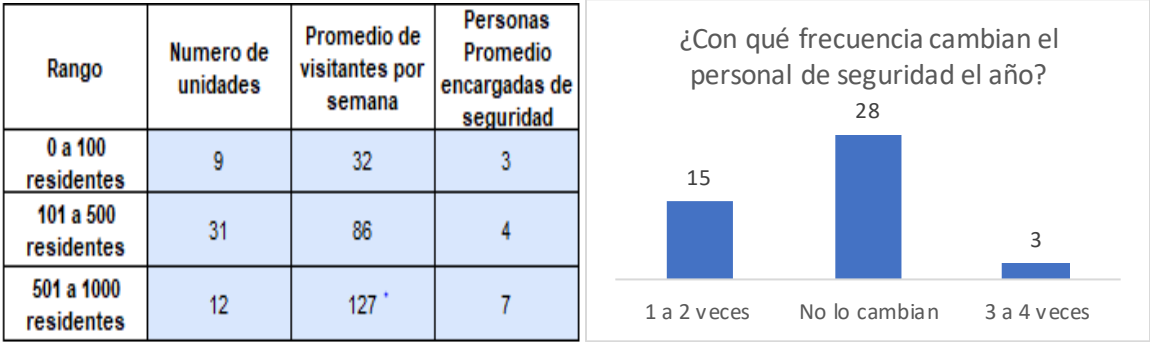
Por otro lado, los resultados arrojan del 59,6% los encuestados que no tuvieron inconvenientes con el ingreso de individuos no autorizados, el 35,5% de los residentes han tenido inconvenientes con personas a las cuales se les autorizó el paso y al ingresar, tuvieron un comportamiento no apto en el establecimiento, lo que muestra que a pesar de que el control del acceso fue efectivo, el sistema de vigilancia no tuvo control al interior del establecimiento, esto facilita también episodios de hurto y daño a la propiedad, de los establecimiento que reportaron haber tenido problemas individuos autorizados el 57,89% afirman que la delincuencia aumentó en el interior del establecimiento, el 78,94% indican que este fallo en la vigilancia conllevó a perjuicios que afectaron mucho en el conjunto y consideran que la principal causa de la delincuencia es la falta de dispositivos de vigilancia.



En la segunda sección busca conocer cuáles son los recursos tecnológicos poseen los sistemas de seguridad y vigilancia actuales de las unidades residenciales encuestadas, con

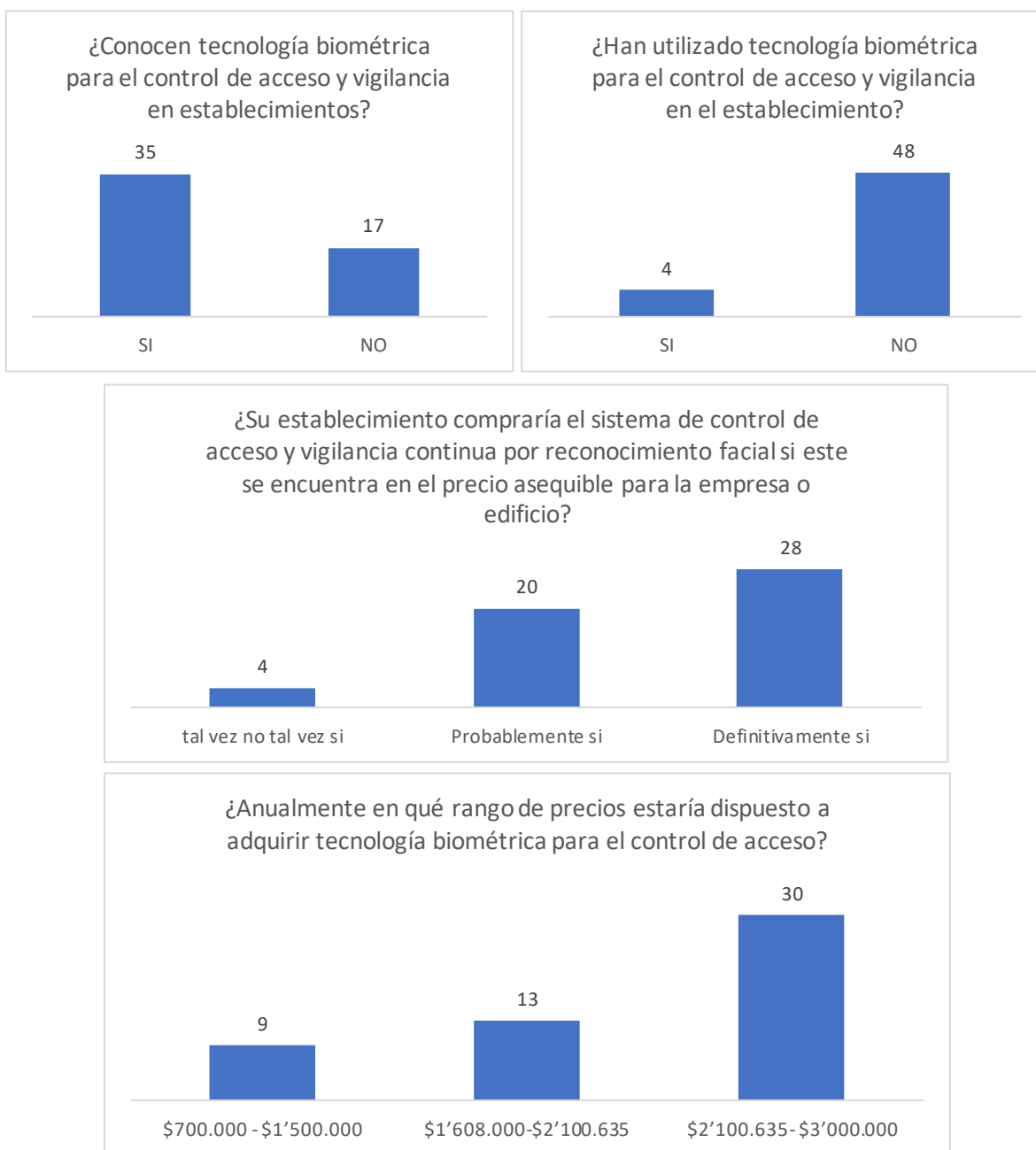
el fin de establecer cuales podrian integrar el sistema actual de tecnologia biometrica para mejorar la efectividad de las operaciones. Los resultados fueron que el 100% de los encuestados que han tenido inconvenientes con el ingreso de individuos no autorizados, y el 100% de los los que no tuvieron este inconveniente, pero si tuvieron problemas con el ingreso de personas autorizadas, tiene equipo informático y de vigilancia (internet, circuito cerrado de televisión, camaras de videovigilancia y computador con procesador intel i3 de quinta generación o superior) que puede soportar efectivamente el buen funcionamiento de tecnologia biometrica en caso de ser integrada.

En la tercera sección se busca conocer cual es el conexto, es decir cuantas personas habitan en la unidad residencial, cuantas personas externas ingresan en promedio, como se gestiona el ingreso de las personas, cuantas personas tienen encargadas de la seguridad y con que frecuencia rotan a este personal. Los resultados arrojan que los metodos actuales para todos los encuestados son poco robustos y no aumenta el nivel de seguridad en el control de acuerdo con numero de habitantes y visitantes, sin embargo si se puede ver una relación directamente proporcional entre el tamaño de la unidad residencial y las personas encargadas de la seguridad, un aspecto positivo es que 53,8% de las unidades no rotan en el corto plazo el personal de seguridad.



En la cuarta seccion se quiere establecer si las unidades residenciales tienen apertura a la tecnologia biometrica como refuerzo al sistema de seguridad actual. El 67,3% de los encuestados tienen conocimiento del uso de tecnologia biometrica en establecimientos, aunque solo el 7,7% la han utilizado para controlar el acceso en los conjuntos residenciales.

Sin embargo, el 26,9% de los encuestados definitivamente si estarían dispuestos a invertir en esta tecnología si se encuentra en un precio adsequible, y el rango de precio seleccionado por la mayoría de los encuestados fue \$1'608.000-\$2'100.635



A.8. Ranking de características

Rank	k-Vecinos								Rank	k-Vecinos							
	1	5	7	12	13	15	30	50		1	5	7	12	13	15	30	50
1	127	127	127	127	16	16	16	16	33	31	31	31	31	31	31	31	31
2	126	126	126	126	127	127	127	127	34	30	30	30	30	126	126	126	126
3	33	33	33	33	32	32	32	32	35	14	14	14	14	14	14	14	14
4	34	34	34	34	34	34	34	34	36	1	1	1	1	1	1	1	1
5	35	35	35	35	35	35	35	35	37	2	2	2	2	2	2	2	2
6	36	36	36	36	36	36	36	36	38	3	3	3	3	3	3	3	3
7	37	37	37	37	37	37	37	37	39	4	4	4	4	4	4	4	4
8	38	38	38	38	38	38	38	38	40	5	5	5	5	5	5	5	5
9	39	39	39	39	39	39	39	39	41	6	6	6	6	6	6	6	6
10	40	40	40	40	40	40	40	40	42	7	7	7	7	7	7	7	7
11	41	41	41	41	41	41	41	41	43	8	8	8	8	8	8	8	8
12	42	42	42	42	42	42	42	42	44	9	9	9	9	9	9	9	9
13	43	43	43	43	43	43	43	43	45	10	10	10	10	10	10	10	10
14	44	44	44	44	44	44	44	44	46	11	11	11	11	11	11	11	11
15	45	45	45	45	45	45	45	45	47	12	12	12	12	12	12	12	12
16	46	46	46	46	46	46	46	46	48	13	13	13	13	13	13	13	13
17	47	47	47	47	47	47	47	47	49	15	15	15	15	15	15	15	15
18	48	48	48	48	48	48	48	48	50	29	29	29	29	30	30	30	30
19	49	49	49	49	49	49	49	49	51	16	16	16	16	17	17	17	17
20	50	50	50	50	50	50	50	50	52	17	17	17	17	18	18	18	18
21	51	51	51	51	51	51	51	51	53	18	18	18	18	19	19	19	19
22	52	52	52	52	52	52	52	52	54	19	19	19	19	20	20	20	20
23	53	53	53	53	53	53	53	53	55	20	20	20	20	21	21	21	21
24	54	54	54	54	54	54	54	54	56	21	21	21	21	22	22	22	22
25	55	55	55	55	55	55	55	55	57	22	22	22	22	23	23	23	23
26	56	56	56	56	56	56	56	56	58	23	23	23	23	24	24	24	24
27	57	57	57	57	57	57	57	57	59	24	24	24	24	25	25	25	25
28	58	58	58	58	58	58	58	58	60	25	25	25	25	26	26	26	26
29	59	59	59	59	59	59	59	59	61	26	26	26	26	27	27	27	27
30	60	60	60	60	60	60	60	60	62	27	27	27	27	28	28	28	28
31	61	61	61	61	61	61	61	61	63	28	28	28	28	29	29	29	29
32	32	32	32	32	33	33	33	33	64	62	62	62	62	62	62	62	62

Rank	k-Vecinos								Rank	k-Vecinos							
	1	5	7	12	13	15	30	50		1	5	7	12	13	15	30	50
65	63	63	63	63	63	63	63	63	97	95	95	95	95	95	95	95	95
66	64	64	64	64	64	64	64	64	98	65	65	65	65	65	65	65	65
67	111	111	111	111	111	111	111	111	99	79	79	79	79	79	79	79	79
68	98	98	98	98	98	98	98	98	100	66	66	66	66	66	66	66	66
69	99	99	99	99	99	99	99	99	101	67	67	67	67	67	67	67	67
70	100	100	100	100	100	100	100	100	102	68	68	68	68	68	68	68	68
71	101	101	101	101	101	101	101	101	103	69	69	69	69	69	69	69	69
72	102	102	102	102	102	102	102	102	104	70	70	70	70	70	70	70	70
73	103	103	103	103	103	103	103	103	105	71	71	71	71	71	71	71	71
74	104	104	104	104	104	104	104	104	106	72	72	72	72	72	72	72	72
75	105	105	105	105	105	105	105	105	107	73	73	73	73	73	73	73	73
76	106	106	106	106	106	106	106	106	108	74	74	74	74	74	74	74	74
77	107	107	107	107	107	107	107	107	109	75	75	75	75	75	75	75	75
78	108	108	108	108	108	108	108	108	110	76	76	76	76	76	76	76	76
79	109	109	109	109	109	109	109	109	111	77	77	77	77	77	77	77	77
80	110	110	110	110	110	110	110	110	112	78	78	78	78	78	78	78	78
81	112	112	112	112	112	112	112	112	113	80	80	80	80	80	80	80	80
82	96	96	96	96	96	96	96	96	114	94	94	94	94	94	94	94	94
83	113	113	113	113	113	113	113	113	115	81	81	81	81	81	81	81	81
84	114	114	114	114	114	114	114	114	116	82	82	82	82	82	82	82	82
85	115	115	115	115	115	115	115	115	117	83	83	83	83	83	83	83	83
86	116	116	116	116	116	116	116	116	118	84	84	84	84	84	84	84	84
87	117	117	117	117	117	117	117	117	119	85	85	85	85	85	85	85	85
88	118	118	118	118	118	118	118	118	120	86	86	86	86	86	86	86	86
89	119	119	119	119	119	119	119	119	121	87	87	87	87	87	87	87	87
90	120	120	120	120	120	120	120	120	122	88	88	88	88	88	88	88	88
91	121	121	121	121	121	121	121	121	123	89	89	89	89	89	89	89	89
92	122	122	122	122	122	122	122	122	124	90	90	90	90	90	90	90	90
93	123	123	123	123	123	123	123	123	125	91	91	91	91	91	91	91	91
94	124	124	124	124	124	124	124	124	126	92	92	92	92	92	92	92	92
95	125	125	125	125	125	125	125	125	127	93	93	93	93	93	93	93	93
96	97	97	97	97	97	97	97	97	128	0	0	0	0	0	0	0	0

A.9. Imagen de entrada

Las imágenes para este sistema se tomaron de la base de datos de la Universidad de Essex llamada faces94¹ en la que se tiene un espacio controlado con buenas condiciones de iluminación y variabilidad en el rostro, este data set incluye un total de 20 imágenes por persona y una resolución de 180x200 pixeles, su descripción es la siguiente:

- Fondo: Verde claro.
- Giro de cabeza e inclinación: variación muy pequeña en estos atributos.
- Posición de la cara en la imagen: cambios menores.
- Variación de iluminación de imagen: ninguna.
- Variación de expresión: cambios de expresión considerables.

A.9.1. Ampliación base de datos

Con el propósito de brindar robustez ante distintos escenarios de iluminación, ruido, escala y rotación se aumentó el número de imágenes por persona sintéticamente.

A.9.1.1. Condiciones de iluminación

Para simular situaciones con poca o alta iluminación se ajustó el brillo de la imagen a partir de una corrección gamma que permite que cualquier número de 0 a 2 modifique la luminancia de la foto, 0 genera una imagen en negro, 1 la imagen original mientras que 2 aumenta el brillo en gran medida, para la variación de iluminación se utilizaron los factores 0.4, 0.8, 1.5 y 2.

A.9.1.2. Escala y rotación de la imagen

Se simuló un acercamiento y alejamiento de la cámara, para el acercamiento se utilizó un factor de 1.2 y para el alejamiento el factor fue de 0.8, esto se realizó con el fin de entrenar el sistema ante condiciones donde la distancia entre el sujeto y la cámara varíen. Por otro lado, para generar condiciones de rotación en el rostro se giró la imagen de 15° a -15°.

A.9.1.3. Ruido en la imagen

Con el fin de entrenar el sistema ante condiciones de ruido en la toma del rostro se agregó al 50% de las imágenes de cada sujeto ruido gaussiano y a la otra mitad ruido de sal y pimienta.

Una vez realizado este aumento de imágenes se constituyó un data set de 160 fotografías por persona, para un total de 8000 imágenes y 50 individuos. Un ejemplo del nuevo data set obtenido se encuentra en la Figura A.9.1.

¹ ALLFACES, Universidad de Essex, UK: <https://cswwww.essex.ac.uk/mv/allfaces/faces94.html>



Figura A.9.1. Imágenes del data set aumentado Fuente: elaboración propia

A.9.2. Mejoramiento de imagen

En este bloque se procedió a mejorar la calidad de la imagen adquirida a partir de ciertas técnicas las cuales se explican a continuación, esta sección se divide en pequeños bloques que contienen las distintas técnicas implementadas como se observa en la Figura A.9.2.



Figura A.9.2 Diagrama interno del bloque de mejoramiento. Fuente: elaboración propia.

A.9.2.1. Filtro mediana

Debido a que algunas imágenes de entrada del sistema podrían presentar problemas de ruido en la adquisición, se aplicó un filtro de mediana para eliminar ruido sin perder información de bordes. Para realizar este filtrado se utilizó una máscara de tamaño 3x3 píxeles la cual delimita el subconjunto de píxeles usados para calcular la mediana.

A.9.2.2. Transformación del espacio RGB a HSV

Debido a que el sistema está desarrollado para adquirir imágenes a color, específicamente en el espacio RGB (especialmente empleado en monitores y cámaras de video), se realizó un cambio de espacio para así brindar robustez en condiciones de iluminación poco favorables, la transformación de RGB a HSV está dada por las ecuaciones 5.1, 5.2 y 5.3.

$$H = \begin{cases} \text{no definido, si } MAX = MIN \\ 60^\circ \cdot \left[\frac{G - B}{MAX - MIN} \right], & \text{si } MAX = R \text{ y } G \geq B \\ 60^\circ \cdot \left[\frac{G - B}{MAX - MIN} \right] + 360^\circ, & \text{si } MAX = R \text{ y } G < B \\ 60^\circ \cdot \left[\frac{B - R}{MAX - MIN} \right] + 120^\circ, & \text{si } MAX = G \\ 60^\circ \cdot \left[\frac{R - G}{MAX - MIN} \right] + 240^\circ, & \text{si } MAX = B \end{cases} \quad (5.1)$$

$$S = \begin{cases} 0, & \text{si } MAX = 0 \\ 1 - \left[\frac{MIN}{MAX} \right], & \text{en otro caso} \end{cases} \quad (5.2)$$

$$V = MAX \quad (5.3)$$

Donde MAX y MIN corresponden al valor máximo y mínimo entre los valores de los planos R, G y B respectivamente (Correa & Nope, 2019), a partir de esta transformación se hace la transición del espacio RGB a HSV de la imagen de entrada.

A.9.2.3. Ecualización del plano V y anti transformación

A obtener la imagen en el espacio HSV se ecualizó el histograma del plano V de la imagen y finalmente se realizó una anti transformación al espacio RGB para seguir con las demás etapas.

A.9.3. Detección del rostro

Una vez comparados los resultados obtenidos con distintas técnicas de detección de rostro, se escogió la detección por HOG por la rapidez en su ejecución, su robustez ante la rotación del rostro y la disminución de falsos positivos con respecto al modelo de Viola-Jones y la transformada elíptica de Hough.

El bloque de detección utiliza el detector para caras frontales de Dlib, el cuál funciona con la técnica de histograma de gradientes orientados mencionada anteriormente, y ha sido frecuentemente aplicado en la detección de objetos en imágenes, a continuación, se explica el funcionamiento de esta técnica y su implementación.

A.9.3.1. Implementación HOG

Se utilizó la librería Dlib de código abierto lanzada bajo licencia de software Boost. La librería implementa el algoritmo HOG para la detección de cuerpos humanos en imágenes de (Dalal & Triggs, 2005), sin embargo, este algoritmo ha sido adaptado a la detección de rostros. La detección se logra gracias a que el detector implementado ha sido entrenado con un conjunto de caras, por lo que una vez se ingresa la imagen este calcula su HOG y encuentra la parte que sea más parecida a un patrón de HOG de rostro, el cual se observa en la Figura A.9.3.

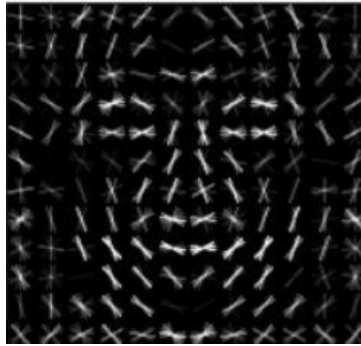


Figura A.9.3 Patrón de HOG utilizado para la detección de rostros. Fuente: (Pardo, 2017).

Después de la detección se obtienen las coordenadas de ubicación del rostro y se continúa con la siguiente etapa del sistema.

A.9.4. Suavizado

Para eliminar el ruido en las imágenes obtenidas a la salida del bloque de detección, se aplicó un filtro promedio (ecuación 2.1, capítulo 2).

A.9.5. Alineación y segmentación del rostro

Una vez obtenidas las coordenadas del rostro se realizó la alineación, esta se logró a partir de los puntos faciales señalados en la Figura A.9.4. que permiten calcular el ángulo de rotación del rostro, de igual forma, a partir del centroide y P2 se obtuvo la inclinación del rostro, después, haciendo uso de la matriz de rotación se realizó la alineación del rostro, a continuación, se describe el desarrollo y las técnicas utilizadas en este bloque.

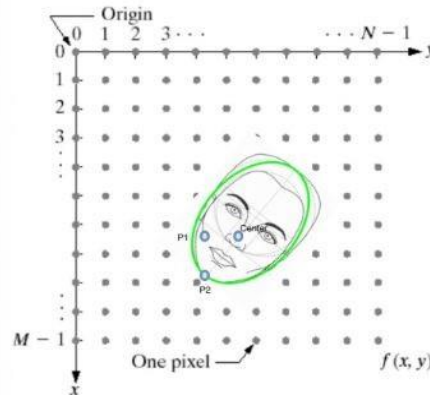


Figura A.4.4 Puntos utilizados para la alineación del rostro Fuente: (Correa & Nope, 2019)

A.9.5.1. Detección de landmarks en el rostro

Después de obtenida la imagen del rostro se utilizó el predictor de Dlib entrenado con el conjunto de datos de iBUG300-W (Tzimiropoulos, 2013), de este predictor se obtuvo una tupla con 68 coordenadas que mapean los puntos faciales en la cara de una persona como en la Figura A.9.4.

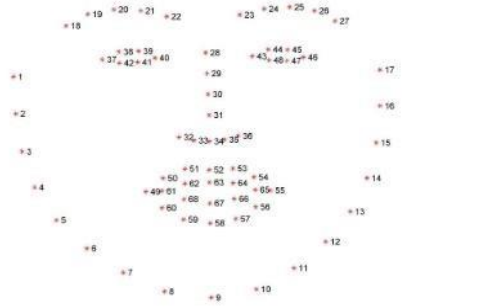


Figura A.9.5 Facial landmarks encontrados Fuente: (Tzimiropoulos, 2013)

A.9.5.2. Cálculo del ángulo de inclinación

Cuando se encuentran las coordenadas deseadas, se extraen los puntos de interés para calcular el ángulo de rotación del rostro, como se aprecia en Figura A.9.5. Para la realización de este bloque se empleó el centroide de la cara y dos puntos de referencias (P1 y P2).

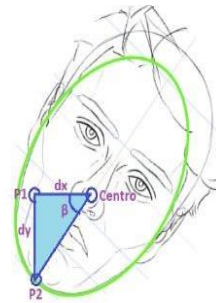


Figura A.9.6 Medidas de interés para alinear el rostro Fuente: Elaboración propia

Se calcularon las distancias dx y dy de la Figura A.9.6, y después el ángulo (β) utilizando la ecuación 5.4, cabe aclarar que en este proceso se trabajan los ángulos en grados, y por último, se encontró el factor de ajuste (α) a partir de la ecuación 5.5.

$$\beta = \tan^{-1}\left(\frac{dy}{dx}\right) \quad (5.4)$$

$$\alpha = 90^\circ - \beta \quad (5.5)$$

Para alinear el rostro se debe determinar la inclinación del rostro, puesto que de esta depende si la rotación es positiva o negativa, para esto se tomó la diferencia entre el centroide y P2, el signo resultante de dicha operación determina si la inclinación debe ser positiva o negativa.

A.9.5.3. Rotación del rostro

Una vez se tuvo α y su respectivo signo, se utilizó la matriz de rotación, donde α es el parámetro de ajuste, el resultado de esta transformación se puede observar en la Figura A.9.7. donde el sujeto presenta una rotación del rostro de 35° , en este proceso se alineó y

se segmentó la imagen utilizando las coordenadas encontradas anteriormente, finalmente se ajustó el tamaño de la imagen a 160x160 píxeles para la etapa de extracción.



Figura A.9.7 Salida de imagen en el bloque de alineación y segmentación. Fuente: Elaboración propia

A.9.6. Extracción de características

El bloque tiene como entrada una imagen de dimensiones 160 x 160 en el plano RGB, para la extracción de características se utilizó la red convolucional propuesta en el modelo FaceNet-NN3 de (Schroff, Kalenichenko, & Philbin, 2015), este en comparación con sus semejantes (NN1, NN2 y FergusNet) tiene una reducción significativa en el número de operaciones de punto flotante y su desempeño no se ve afectado al utilizar imágenes pequeñas como el modelo NN4. El modelo pre entrenado disponible para Python utilizado se importó de Hiroki Tanai, este fue entrenada bajo los lineamientos expresados en (Schroff, Kalenichenko, & Philbin, 2015) utilizando la base de datos MS-Celeb-1M.

Luego de que se tiene la imagen segmentada, alineada y ajustada a un tamaño de 160x160 píxeles, se ingresa como entrada a la red convolucional que extrae características que representan de forma semántica y descriptiva el rostro, las cuales son embebidas en un vector de dimensión 128 como se muestra en la Figura A.9.8, después de que se obtiene este vector de características se procedió a realizar una normalización L2 como se recomienda en (Schroff, Kalenichenko, & Philbin, 2015).

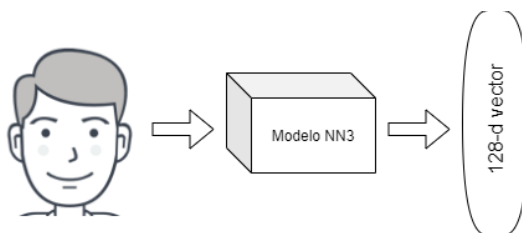


Figura A.9.8. Salida del bloque de extracción de características Fuente: elaboración propia.

Este proceso se realizó para cada una de las imágenes de la base de datos, los vectores de salida se estructuraron de tal forma que se obtuvo una matriz de tamaño (4800 x 128) para entrenamiento y (3200 x 128) para prueba. Posteriormente, se evaluó la distribución de probabilidad de las características para así determinar en las siguientes etapas métodos adecuados para la clasificación, las técnicas utilizadas para evaluar esta condición fueron la prueba de Lilliefors, la prueba de Anderson-Darling y la prueba de Kolgomorov-Smirnov, para todas se aplicó un nivel de significancia de 0.01 obteniendo que los datos corresponden a distribuciones normales.

Con el propósito de disminuir el número de características, se utilizó como criterio de evaluación de características la técnica de Relief-f basada en la distancia euclidiana que hay entre una muestra y el k-vecino más cercano a la clase correcta como en el vecino más cercano a la clase incorrecta (Humberto Loaiza, 2020), para esta técnica se determinaron 13 vecinos ya que a partir de los 12 el ranking de características no cambió, se realizaron pruebas para 60, 70, 80, 90 y 128 características, los resultados del ranking al variar el número de k-vecinos se encuentran en el Anexo A.8.

A.9.7. Entrenamiento y clasificación

En esta fase se realizó una división de datos de 60% para entrenamiento y 40% para prueba, al tratarse de un sistema que debe ser capaz de añadir nuevos usuarios se utilizó una arquitectura como se observa en la Figura A.9.9. donde se tiene un número N de clasificadores, siendo N la cantidad de personas en la base de datos, de esta forma, al añadir una nueva persona se genera un nuevo clasificador especializado en la identificación de esta y no se debe volver a entrenar todo el sistema.

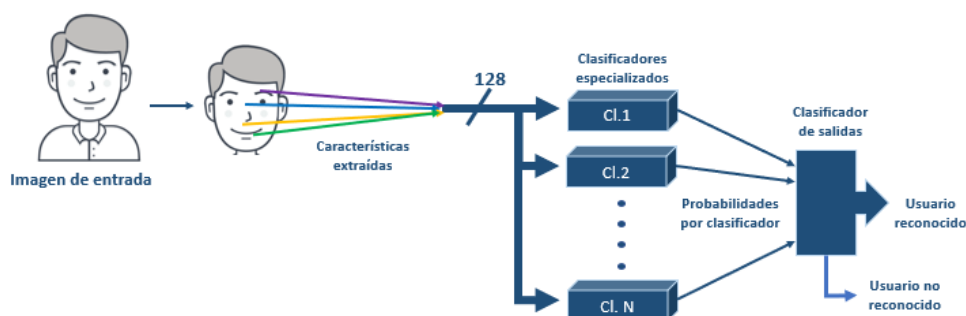


Figura A.9.9 Arquitectura del sistema Fuente: elaboración propia.

Cuando se tiene una imagen de entrada, esta es procesada por los bloques anteriores hasta que se obtiene el vector de características, el cual es dirigido como entrada a todos los clasificadores cuya salida corresponde a una probabilidad que indica el porcentaje de similitud entre la imagen y la persona asignada al clasificador, este conjunto de probabilidades se analiza en un clasificador de salidas donde, si se cumplen ciertas condiciones se retorna en la salida la persona identificada, de lo contrario, indica que la persona no ha sido reconocida. La realización de este bloque se subdivide en 2 partes: Creación de modelos y Clasificación.

A.9.7.1. Creación de modelos

Para la creación de modelos se tomó como punto de partida que cada clasificador debe discernir entre dos clases: Persona a clasificar P_p y persona a descartar P_n . Para que esto se cumpla y el sistema tenga robustez los datos para la clase P_n fueron tomados de otros individuos pertenecientes a la base de datos lo que permitió que el clasificador se especialice en cada individuo. Se estableció por cada sujeto dos límites (superior e inferior) donde se encuentran los datos que pertenecerán a la clase P_p que no pueden asignarse a P_n como se muestra en la Figura A.9.10

