



UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA
DEL PERÚ

Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería de Sistemas e Informática

“Modelo de Sistema de Reconocimiento Facial para el Control de la Trata de Personas”

Autores:

**Robert Marcos Barreto Rodriguez
David Jesus Lizarraga Mendoza**

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero de Sistemas e Informática

Asesor:

Ing. Vicente Enrique Machaca Arceda

Arequipa, mayo del 2019

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mis padres, que fueron los seres más importantes en mi vida, gracias a su apoyo pude llegar a este punto, aprender la importancia de la vida seguir esforzándome y no rendirme, también haberme formado como una persona con valores y principios, también a mis hermanas amadas Dara y Briana que fueron mi motor y motivo para no rendirme y como no mencionar aquellas amistades que siempre estuvieron brindando su apoyo, muchas gracias los amo a todos.

Robert Marcos Barreto Rodriguez

Agradezco de todo corazón y amor, a Dios por guiarme, ser mejor y perseverante con lo que me propongo, también de haberme dado a mi familia que por más que no tuve el tiempo necesario, siempre fue un motivo más para seguir creciendo, y agradecerles por enseñarme todo lo que hoy en día soy, gracias a mi madre por enseñarme lo que es el verdadero amor y valorar a las personas por quien son, a mi padre por aprender a no rendirme y tener una voluntad muy fuerte, a mis amigos que siempre creerán en mí, mil gracias a todos.

David Jesus Lizarraga Mendoza

AGRADECIMIENTOS

Primero ante todo agradecemos a Dios, seguidamente de nuestro asesor que siempre nos ayudó en todo momento por su dedicación y compromiso, así como haber compartido mucho en este periodo. Y finalmente a nuestros progenitores por su paciencia y apoyo incondicional en todo momento dándonos fuerzas para continuar.

RESUMEN

En la presente investigación se propone presentar un modelo de sistema para el reconocimiento facial, el cual tiene como propósito ayudar en un tema tan sensible como la trata de personas, para ello usaremos herramientas basadas en aprendizaje de máquina. OpenFace es una arquitectura que utiliza herramientas de código libre como Python, Torch, OpenCV, siendo el propósito de este último para la detección de caras con un acierto del 95%, trabajando con bibliotecas de aprendizaje profundo podrá mejorar el reconocimiento de imágenes y aumentando el acierto para la detección de rostros; OpenFace está basado en redes neuronales y aprendizaje profundo; tiene alto índice de acierto compitiendo directamente con herramientas licenciadas. En la siguiente investigación tomaremos la arquitectura de OpenFace para la implementación de nuestro propio modelo de sistema. Se utilizó imágenes de personas desaparecidas, obtenidas de las redes sociales, páginas de instituciones del estado. Para crear nuestra base de datos conformada por imágenes y ser ingresadas a la red neuronal de OpenFace para obtener sus características por cada foto, estas redes están entrenadas con los conjuntos de datos públicos de CASIA-Web y FaceScrub que son utilizadas por OpenFace. En esta investigación se va a medir el desempeño del modelo propuesto de reconocimiento facial con rostros de personas en ambientes y condiciones reales, simulando la base de datos conformada por imágenes. Posteriormente una vez obtenido los resultados se realizará un análisis.

La investigación se enmarcará en los años actuales en el Perú.

PALABRAS CLAVE: Reconocimiento facial, Redes convolucionales, OpenFace, OpenCV, Torch, Conjunto de datos.

ABSTRACT

In the present research proposes to present a model of system for facial recognition, which aims to help in a subject as sensitive as the human trafficking, for this we will use tools based on machine learning.

OpenFace is an architecture that uses tools of free code like Python, Torch, OpenCV, being the purpose of the latter for the detection of faces with a success of 95%, working with deep learning libraries will be able to improve the recognition of Images and increasing the success for face detection; OpenFace is based on neural networks and deep learning; It has a high rate of success competing directly with licensed tools. In the following research we will take the OpenFace architecture for the implementation of our own system model. Images of missing persons, obtained from social networks, pages of State institutions were used. To create our database formed by images and to be admitted to the neural network of OpenFace to obtain its characteristics for each photo, these networks are trained with the public data sets of CASSIA-Web and FaceScrub that are used by OpenFace. This research will measure the performance of the proposed model of facial recognition with faces of people in real environments and conditions, simulating with a database of images. Then an analysis of the results obtained will be carried out. The research will be framed in the current years in Peru.

KEY WORDS: Facial recognition, convolutional networks, OpenFace, OpenCV, Torch, data set.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xvii
INTRODUCCIÓN	xviii
CAPÍTULO 1	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.1.1 Pregunta principal de investigación.....	2
1.1.2 Preguntas secundarias de investigación	2
1.2 Objetivos de la Investigación.....	2
1.2.1 Objetivo General.....	2
1.2.2 Objetivos Específicos.....	3
1.3 Justificación de la Investigación	3
1.4 Alcances y limitaciones	3
CAPÍTULO 2	5
2.1 Aprendizaje de máquina.....	5
2.1.1 Aprendizaje de máquina supervisado	5
2.1.2 Aprendizaje de máquina no supervisado	6
2.2 Redes neuronales artificiales	6
2.2.1 Aprendizaje profundo.....	7
2.3 Reconocimiento facial.....	10
2.4 Herramientas.....	11

2.4.1 OpenFace	11
2.4.2 Kairos	11
2.4.3 Dlib	11
2.4.4 Torch	12
2.4.5 OpenCV	12
2.4.6 CASIA-WebFace.....	12
2.4.7 FaceScrub	14
CAPÍTULO 3	15
ESTADO DEL ARTE	15
CAPÍTULO 4	23
4.1 Metodología de la investigación	23
4.1.1 Tipo de investigación	23
4.1.2 Diseño de la investigación	24
4.1.3 Estudio de caso	24
4.2 Operacionalización de las variables	25
CAPÍTULO 5	26
PROPUESTA	26
5.1 Base de datos utilizada en OpenFace	27
5.2 Metodología	28
5.2.1 Recepcionar secuencia de video	29
5.2.2 Procesar cada fotograma.....	29
5.2.3 Detección del rostro	31
5.2.4 Feedforward a la red neuronal	33
5.2.5 Comparar distancias	35
5.3 Arquitectura	37
5.3.1 Entrenamiento	37
5.3.2 Python	38

5.4 Requerimientos	39
5.4.1 Requerimientos Funcionales.....	39
5.4.2 Requerimientos No Funcionales	39
5.5 Caso de uso del sistema	39
5.5.1 Diagrama de casos de uso	40
5.5.2 Especificaciones de actores del sistema.....	41
5.6 Diagrama de secuencia	41
5.7 Diagrama de despliegue	43
5.7.1 Descripción de los nodos	44
CAPÍTULO 6	46
6.1 Base de datos	46
6.2 Instrumentos	51
6.3 Métricas	53
6.4 Resultados	53
6.4.1 Resultados alumnos del PET	61
6.4.2 Resultados de base de datos de personas voluntarias	62
6.5 Requisitos y Condiciones del Sistema	71
6.5.1 Requisitos de Eventos	71
6.5.2 Requisitos de Ambiente	72
CONCLUSIONES	73
RECOMENDACIONES	74
ANEXOS	75
GLOSARIO	118
BIBLIOGRAFÍA	119

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 2. 1 Redes Neuronales Artificiales.	6
Figura. 2. 2 El nuevo mercado de la inteligencia artificial.	7
Figura. 2. 3 Aprendizaje Profundo.	8
Figura. 2. 4 Relación entre Inteligencia Artificial, Machine Learning y Aprendizaje profundo.	8
Figura. 2. 5 Filtración de una imagen.	9
Figura. 2. 6 Estructura de una red siamesa.	10
Figura. 3. 1 Ejemplo de imágenes en un conjunto de datos.	19
Figura. 3. 2 Alineación de la cara en acción.	20
Figura. 3. 3 Aplicación FaceSensor.	21
Figura. 3. 4 Prueba en aplicativo móvil.	22
Figura. 5. 1 Conjunto de datos de Facescrub.	27
Figura. 5. 2 Diagrama de actividades.	28
Figura. 5. 3 Secuencia de video.	29
Figura. 5. 4 Extracción de fotograma.	30
Figura. 5. 5 Escalar el fotograma.	30
Figura. 5. 6 Esquema HOG, cálculo de gradiente.	31
Figura. 5. 7 Esquema HOG, cálculo de gradiente para un rostro.	32
Figura. 5. 8 Dlib detección de rostro.	32
Figura. 5. 9 Detección de rostro.	33
Figura. 5. 10 Clasificación OpenFace.	34
Figura. 5. 11 Ejemplo de valores de las 128 características de un rostro.	35
Figura. 5. 12 Comparación y envío alerta.	36
Figura. 5. 13 Diagrama de componentes.	37
Figura. 5. 14 Diagrama de caso de usos.	40

Figura. 5. 15 Diagrama de secuencia, registro de imagen.	42
Figura. 5. 16 Diagrama de secuencia, reconocimiento facial.	43
Figura. 5. 17 Diagrama de despliegue.	44
Figura. 6. 1 Base de datos de personas desaparecidas.....	47
Figura. 6. 2 Base de datos de personas PET. Grupo uno.	48
Figura. 6. 3 Base de datos de personas PET, Grupo dos.	49
Figura. 6. 4 Base de datos de personas voluntarias.....	50
Figura. 6. 5 Cámaras usadas para pruebas.	52
Figura. 6. 6 Foto de baja calidad.....	53
Figura. 6. 7 Aplicación sobre video.	54
Figura. 6. 8 Aplicación sobre cámara Ip.....	55
Figura. 6. 9 Aplicación sobre cámara web.	55
Figura. 6. 10 Reconocimiento sobre cámara web.	56
Figura. 6. 11 Reconocimiento sobre imagen.....	57
Figura. 6. 12 Reconocimiento sobre imagen.....	58
Figura. 6. 13 Vista de las cámaras en la interfaz.....	58
Figura. 6. 14 Proceso de ingreso y pruebas de imágenes de alumnos del PET.....	59
Figura. 6. 15 Muestra de porcentaje desde consola.....	60
Figura. 6. 16 Alerta enviada del programa.	60
Figura. 6. 17 Probabilidad de reconocimiento de los alumnos del PET.....	61
Figura. 6. 18 Gráfico Acierto de los alumnos del PET.....	62
Figura. 6. 19 Gráfico comparativo a una altura de 1 metro en un ambiente indoor en la mañana.....	63
Figura. 6. 20 Gráfico comparativo a una altura de 1.5 metros en un ambiente indoor en la mañana.....	64
Figura. 6. 21 Gráfico comparativo a una altura de 2 metros en un ambiente indoor en la mañana.....	65

Figura. 6. 22 Gráfico comparativo a una altura de 1 metro en un ambiente indoor en la noche.....	65
Figura. 6. 23 Gráfico comparativo a una altura de 1.5 metros en un ambiente indoor en la noche.....	66
Figura. 6. 24 Gráfico comparativo a una altura de 2 metros en un ambiente indoor en la noche.....	67
Figura. 6. 25 Gráfico comparativo a una altura de 1 metro en un ambiente outdoor en la mañana.....	67
Figura. 6. 26 Gráfico comparativo a una altura de 1.5 metros en un ambiente outdoor en la mañana.....	68
Figura. 6. 27 Gráfico comparativo a una altura de 2 metros en un ambiente outdoor en la mañana.....	69
Figura. 6. 28 Gráfico comparativo a una altura de 1 metro en un ambiente outdoor en la noche.....	69
Figura. 6. 29 Gráfico comparativo a una altura de 1.5 metros en un ambiente outdoor en la noche.....	70
Figura. 6. 30 Gráfico comparativo a una altura de 2 metros en un ambiente outdoor en la noche.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1 Los conjuntos de datos usados para el entrenamiento.....	14
Tabla 3. 1 Acierto de los diferentes métodos de verificación en el DATASET LFW.	18
Tabla 4. 1 Matriz de Operacionalización de variables.	25
Tabla 5. 1 Requisito funcional RF-001.....	75
Tabla 5. 2 Requisito funcional RF-002.....	76
Tabla 5. 3 Requisito funcional RF-003.....	77
Tabla 5. 4 Requisito no funcional RNF-001.....	78
Tabla 5. 5 Requisito no funcional RNF-002.....	79
Tabla 5. 6 Requisito no funcional RNF-003.....	79
Tabla 5. 7 Requisito no funcional RNF-004.....	80
Tabla 5. 8 Requisito no funcional RNF-005.....	80
Tabla 5. 9 Requisito no funcional RNF-006.....	81
Tabla 5. 10 Actor del sistema.....	82
Tabla 5. 11 Caso de uso ID001.	82
Tabla 5. 12 Caso de uso ID002.	83
Tabla 5. 13 Caso de uso ID003.	83
Tabla 5. 14 Caso de uso ID004.	84
Tabla 5. 15 Caso de uso ID005.	84
Tabla 5. 16 Caso de uso ID006.	85
Tabla 5. 17 Caso de uso ID007.	85
Tabla 5. 18 Caso de uso ID008.	86
Tabla 6. 1 Resumen de Base de datos.	50
Tabla 6. 2 Código de cámaras.	52
Tabla 6. 3 Cantidad de alumnos reconocidos.	62
Tabla 6. 4 Cámara 1 en una altura de 1 metro por distancias en un ambiente indoor.....	87

Tabla 6. 5 Cámara 2 en una altura de 1 metro por distancias en un ambiente indoor.	88
Tabla 6. 6 Cámara 3 en una altura de 1 metro por distancias en un ambiente indoor.	89
Tabla 6. 7 Cámara 4 en una altura de 1 metro por distancias en un ambiente indoor.	90
Tabla 6. 8 Cámara 1 en una altura de 1.5 metros por distancias en un ambiente indoor.	91
Tabla 6. 9 Cámara 2 en una altura de 1.5 metros por distancias en un ambiente indoor.	92
Tabla 6. 10 Cámara 3 en una altura de 1.5 metros por distancias en un ambiente indoor.	93
Tabla 6. 11 Cámara 4 en una altura de 1.5 metros por distancias en un ambiente indoor.	94
Tabla 6. 12 Cámara 1 en una altura de 2 metros por distancias en un ambiente indoor. .	95
Tabla 6. 13 Cámara 2 en una altura de 2 metros por distancias en un ambiente indoor. .	96
Tabla 6. 14 Cámara 3 en una altura de 2 metros por distancias en un ambiente indoor. .	97
Tabla 6. 15 Cámara 4 en una altura de 2 metros por distancias en un ambiente indoor. .	98
Tabla 6. 16 Cámara 1 en una altura de 1 metro por distancias en un ambiente outdoor. .	99
Tabla 6. 17 Cámara 2 en una altura de 1 metro por distancias en un ambiente outdoor.	100
Tabla 6. 18 Cámara 3 en una altura de 1 metro por distancias en un ambiente outdoor.	101
Tabla 6. 19 Cámara 4 en una altura de 1 metro por distancias en un ambiente outdoor.	102
Tabla 6. 20 Cámara 1 en una altura de 1.5 metros por distancias en un ambiente outdoor.	103
Tabla 6. 21 Cámara 2 en una altura de 1.5 metros por distancias en un ambiente outdoor.	104
Tabla 6. 22 Cámara 3 en una altura de 1.5 metros por distancias en un ambiente outdoor.	105

Tabla 6. 23 Cámara 4 en una altura de 1.5 metros por distancias en un ambiente outdoor.	106
Tabla 6. 24 Cámara 1 en una altura de 2 metros por distancias en un ambiente outdoor.	107
Tabla 6. 25 Cámara 2 en una altura de 2 metros por distancias en un ambiente outdoor.	108
Tabla 6. 26 Cámara 3 en una altura de 2 metros por distancias en un ambiente outdoor.	109
Tabla 6. 27 Cámara 4 en una altura de 2 metros por distancias en un ambiente outdoor.	110
Tabla 6. 28 Resultados de los alumnos PET.	112

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 5. 1 Función de pérdida de triplete.	34
Ecuación 5. 2 Fórmula de la distancia euclidiana.....	35
Ecuación 6. 1 Fórmula del acierto.....	53

INTRODUCCIÓN

El aprendizaje de máquina es una rama de la inteligencia artificial que viene desarrollando un rol muy importante en el campo de reconocimiento de imágenes, específicamente en el reconocimiento facial que busca la identificación de un individuo en una imagen digital. Existen bibliotecas de reconocimiento facial con diferente acierto y rendimiento, en su mayor parte patentadas.

Es importante destacar que el tema de la trata de personas ha aumentado en estos últimos años, las personas son despojadas de sus derechos y puesto a un comercio ilegal, llegando a pasar por terrapuerto, aeropuertos y otros centros de transportes para su cometido, actualmente se proporciona denuncias con fotos de estas víctimas publicadas por sus familiares en estos centros de transporte, comisarías, páginas web, redes sociales, utilizando estos medios para la búsqueda de las víctimas, obteniendo el beneficio para tener acceso a esa información la cual podrá ser utilizada en esta investigación.

Debido a este problema se propone el modelo de reconocimiento facial para la trata de personas, para ser utilizado en este tema del tráfico de personas, así mismo se propone una base de datos con imágenes compuestas por personas, obteniendo dicha información por los medios anteriormente mencionados.

La delimitación temática es proponer un modelo de sistema de reconocimiento facial, la delimitación espacial se enfocará en personas locales, en los años actuales en el Perú.

En esta investigación se usará la biblioteca de OpenFace, basada en el algoritmo de FaceNet de Google que se encarga del reconocimiento facial, OpenFace está implementado con Python y el marco científico computacional de Torch para el aprendizaje automático que permite el uso del CPU/GPU para la red neuronal.

En la presente investigación se evaluará el desempeño del modelo propuesto en condiciones reales, poniendo a prueba su alcance y exactitud mediante la colaboración de un grupo de personas.

A continuación, se desarrolla un resumen de los capítulos de la investigación.

Capítulo 1, se desarrollará la investigación, la problemática del tema, justificación, objetivos principales y secundarios, las limitaciones y alcance.

Capítulo 2, se presenta el marco teórico que brindará detalle del tema, haciendo uso de conceptos que se tomaron para la investigación, así como herramientas utilizadas.

Capítulo 3, se expone el estado del arte, el cual presentamos investigaciones, tesis, artículos, que nos servirán como referencia en nuestra investigación, y conocer el estudio hasta la fecha.

Capítulo 4, se desarrollará la metodología de la investigación, también presentamos el caso de estudio e indicamos las variables con sus indicadores.

Capítulo 5, se detallará la propuesta de nuestro modelo, se presenta una arquitectura propia, elaborada mediante la arquitectura de OpenFace, y se analizará a detalle los diagramas que se utilizaron durante la investigación.

Capítulo 6, se mostrarán las pruebas realizadas en la investigación, posteriormente desarrollamos un análisis del total de resultados obtenidos, por último, evaluaremos el desempeño de nuestro modelo en condiciones reales, con esto validaremos el modelo propuesto mediante todo este análisis.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

A continuación, se plantea la problemática, también se propondrán los objetivos principales, específicos, la justificación, asimismo establecer los alcances y limitaciones de nuestro proyecto.

1.1 Planteamiento del problema

Actualmente el reconocimiento de imágenes ha tomado mucha importancia en verificación de personas y reconocimiento de rostros, los algoritmos de análisis facial vienen evolucionando y mejorando, pero todavía no se tiene un acierto al 100% que ya era señalado por Angeliki Fydanaki y Zeno Geradts [1], "Sin embargo, ninguno de los modelos propuestos hasta ahora ha sido capaz de generar resultados que comparan en acierto con la identificación manual de rostros de un humano".

En la última década el índice de individuos desaparecidos a causa de la trata de personas muestra un incremento, según el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (MTPE) [2], "Solo en la selva del Perú hay entre 20,000 y 45,000 esclavos". Es frecuente que se reporten en las noticias casos de personas no habidas, a pesar de que se cuenten con sistemas biométricos para poder identificar a las personas no se tiene una precisión exacta y estos pueden ser alterados según David Espinoza [3], "Nos menciona que se han encontrado técnicas con la finalidad de clonar la mano de

un sujeto, también menciona que esto con Reconocimiento Facial sería más difícil” dando sustento a nuestra problemática.

El principal problema surge a la falta de sistemas para el control de la trata de personas que utilizan reconocimiento facial. Así mismo la carencia de un conjunto de datos conformado por imágenes de personas desaparecidas.

Otro factor crítico son los gastos de adquisición y mantenimiento de un equipo biométrico además que el reconocimiento facial necesita tener un alto rendimiento y acierto ya que el impacto social es alto.

Por lo tanto, se determinó implementar un sistema de reconocimiento facial, el cual será capaz de reconocer un rostro de un conjunto de datos conformado por imágenes de rostros, se realizarán evaluaciones con distintas pruebas para obtener las medidas ideales para modelo. Así mismo también diseñar un conjunto de datos compuesto por imágenes de personas desaparecidas.

1.1.1 Pregunta principal de investigación

¿Cómo podríamos tener un sistema de alertas de trata de personas en terminales del Perú?

1.1.2 Preguntas secundarias de investigación

¿Qué condiciones son necesarias para el reconocimiento en un tema como la trata de personas?

¿Existen conjuntos de datos de entrenamiento para detectar personas?

1.2 Objetivos de la Investigación

1.2.1 Objetivo General

- Proponer un modelo de sistema de reconocimiento facial para el control de la trata de personas.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Investigar el aprendizaje de máquina y sus modelos para el reconocimiento de imágenes.
- Proponer un modelo de sistema para el reconocimiento facial.
- Proponer una base de datos conformada por imágenes de personas desaparecidas.
- Validar el modelo de sistema de reconocimiento facial.

1.3 Justificación de la Investigación

Debido a la carencia de sistemas de reconocimiento facial, la trata de personas, según el MTPE [2], “Es un fenómeno desde tiempos antiguos, en las últimas décadas la lucha por su eliminación se viene dando por el estado y la sociedad”.

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) [36], se cuenta con un registro de 4692 personas desaparecidas en el Perú en el año 2017, mientras que en Arequipa existe 411 casos registrados de personas desaparecidas tan solo ese año.

Debido a este hecho surge la necesidad de contar con un sistema de reconocimiento facial de un alto rendimiento y acierto que permita reconocer un rostro.

La investigación servirá y beneficiará como referencia para comparar y analizar los resultados con futuras herramientas de reconocimiento de imágenes, así mismo cómo la retroalimentación de una base de datos con un sistema automático.

1.4 Alcances y limitaciones

1.4.1 Alcances

- El proyecto está enfocado en el reconocimiento facial, compuesto por imágenes de personas que se encuentren en un conjunto de datos.
- Se implementará el modelo de sistema para el análisis y obtención de resultados.
- Las imágenes utilizadas en el modelo serán tomadas de la parte del rostro.

- Las imágenes obtenidas pertenecerán a páginas web del estado, redes sociales.
- Las imágenes serán procesadas en la Unidad Central de Procesos (CPU).

1.4.1 Limitaciones

- Las imágenes seleccionadas en el modelo serán filtradas, se tomará aquellas fotos que no presenten objetos o accesorios que obstruyan la parte del rostro.
- El modelo propuesto está limitado a la iluminación del escenario al momento de obtener los resultados de las pruebas.
- Se carecen de conjuntos de datos conformados por imágenes de personas desaparecidas.
- Presupuesto para la adquisición de cámaras.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En este capítulo se propone el desarrollo del marco teórico, se mencionarán conceptos, herramientas y técnicas relacionados al tema de investigación para una mejor comprensión e introducción.

2.1 Aprendizaje de máquina

La computadora para poder solucionar un problema se basa en algoritmos, que son una secuencia de pasos que se ingresan como números y se tiene como salida una petición. Se pueden llegar a utilizar diversos algoritmos, pero al final lo que define su efectividad de los demás es tener una menor cantidad de instrucciones y memoria, funcionando inclusive de una manera óptima.

¿Qué sucedería si nuestro algoritmo pudiera ser entrenado, aprendiendo patrones para poder obtener mejores resultados?

Particularmente para esta investigación el aprendizaje de máquina tiene como finalidad que el computador a través de técnicas pueda aprender. La técnica que se apega a nuestro trabajo es el aprendizaje no supervisado.

2.1.1 Aprendizaje de máquina supervisado

El principal objetivo del aprendizaje supervisado es aprender un mapeo desde la etapa de entrada hasta la salida, estos valores deben ser confiables y correctos que son validados y proporcionados por un supervisor [4, p 43].

Según Nick McCrea [5], “El programa se encuentra entrenado en un escenario predefinido de ejemplos de entrenamiento. “

2.1.2 Aprendizaje de máquina no supervisado

En el aprendizaje no supervisado no existe una supervisión, solo se cuenta con datos en la etapa de entrada. [4. p 51].

El principal objetivo es encontrar aquellos patrones que tienden a repetirse con una similitud constante.

Según Nick McCrea [5], “El programa recibe una cantidad de información para luego este deba encontrar relaciones y patrones. “

Cabe destacar a esta técnica siendo ideal para nuestro modelo, debido a que se ingresarán características de las imágenes que serán relacionadas en grupos.

2.2 Redes neuronales artificiales

Las (RNA) o redes neuronales artificiales son un modelo computacional que está basado en un circuito neuronal o redes neuronales biológicas, están conformadas por nodos o neuronas, teniendo sus entradas y salidas respectivas, de manera simultánea se encuentran conectadas entre ellas recibiendo información [6].

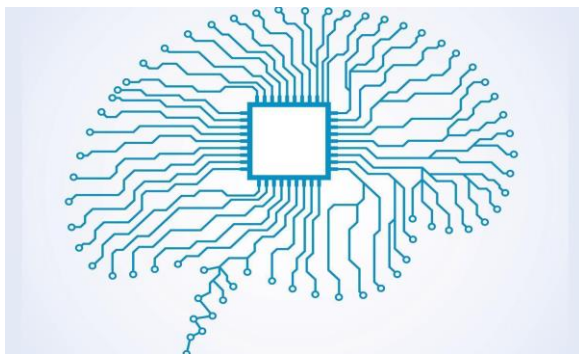


Figura. 2. 1 Redes Neuronales Artificiales.
Fuente: Introducción al Deep Learning [7]

Las redes neuronales tienen como principal objetivo encontrar patrones de comportamiento de los datos de entrada para determinar una salida a continuación se mencionan algunos casos de uso. Reconocimiento facial, reconocimiento de sentimientos, reconocimiento de movimiento corporal, reconocimiento de voz [35].

2.2.1 Aprendizaje profundo

El aprendizaje profundo busca representar el aprendizaje del ser humano de una manera automática no lineal a través de algoritmos complejos, modelando las abstracciones de alto nivel.

Se observa en la Figura 2.2, se observa las compañías que se encuentran investigando el aprendizaje profundo.

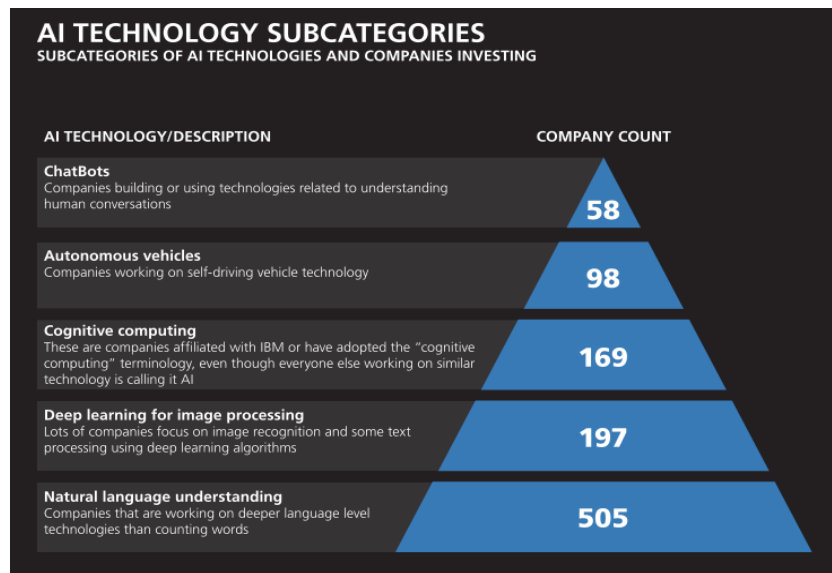


Figura. 2. 2 El nuevo mercado de la inteligencia artificial.

Fuente: Inteligencia Artificial como servicio: reconocimiento de imágenes [8]

Para poder entender este concepto en el caso del aprendizaje de máquina se requiere que el programador extraiga las características de un objeto y las clasifique, en el caso del aprendizaje profundo se tiene un conjunto establecido de características clasificadas. Como podemos observar en la Figura 2.3.

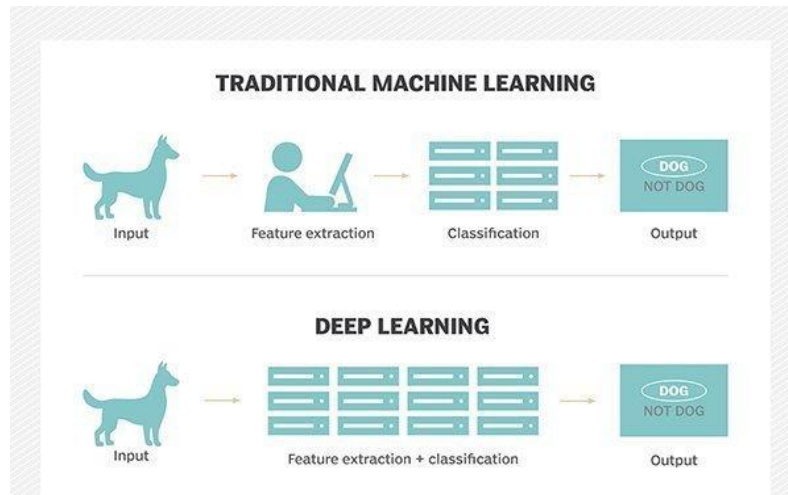


Figura. 2. 3 Aprendizaje Profundo.
Fuente: Aprendizaje profundo (Deep learning) [9]

En la Figura 2.4 se muestra la relación entre los conceptos mencionados, observando como uno forma parte de otro.

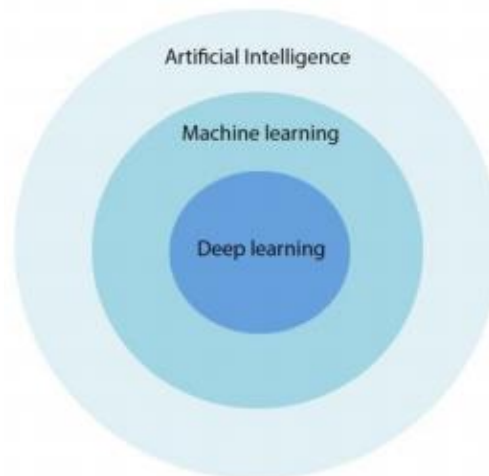


Figura. 2. 4 Relación entre Inteligencia Artificial, Machine Learning y Aprendizaje profundo.
Fuente: Aplicación práctica de Aprendizaje máquina [35]

Redes neuronales profundas;

Son aquellas redes que cuentan con una estructura de dos a más capas ocultas, a continuación:

Redes convolucionales;

Las redes convolucionales como se observa en la Figura 2.5 se basan en matrices bidimensionales utilizando filtros aplicados a una imagen usando diferentes máscaras para obtener diferentes resultados.

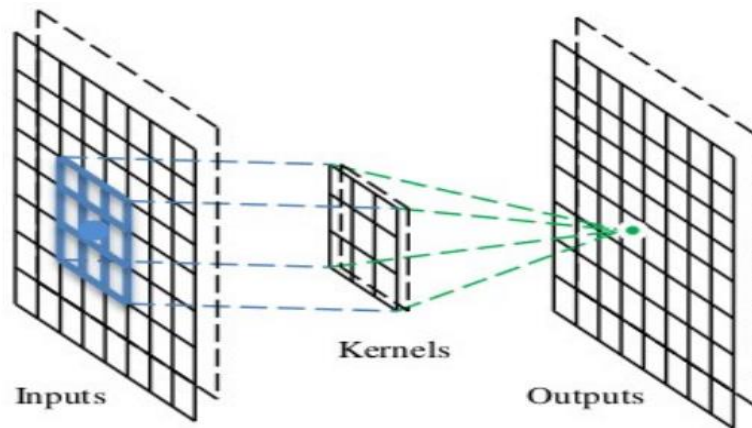


Figura. 2. 5 Filtración de una imagen.
Fuente: Deep learning: Redes convolucionales [10]

Redes Siamesas;

Rubén Torti (2017) [11], define “Las arquitecturas siamesas consisten en computar una métrica de similitud entre las representaciones y un conjunto de prototipos cuyas representaciones hayan sido previamente computadas.”

Redes neuronales convolucionales siamesas

Las redes neuronales siamesas están conformadas por dos subredes que comparten una similitud en los parámetros y pesos, es decir tomamos una imagen y la procesamos obteniendo su codificación, para después utilizar esa misma subred ingresando otra imagen al ser procesada se obtendrá su nueva codificación, haciendo una comparación con aquellas imágenes que pertenezcan a un mismo individuo, tendrán una similitud en la codificación en caso contrario, correspondería a dos individuos distintos, a continuación en la Figura 2.6 podemos observar dos entradas en una misma red convolucional que extrae las características que son comparadas al final.

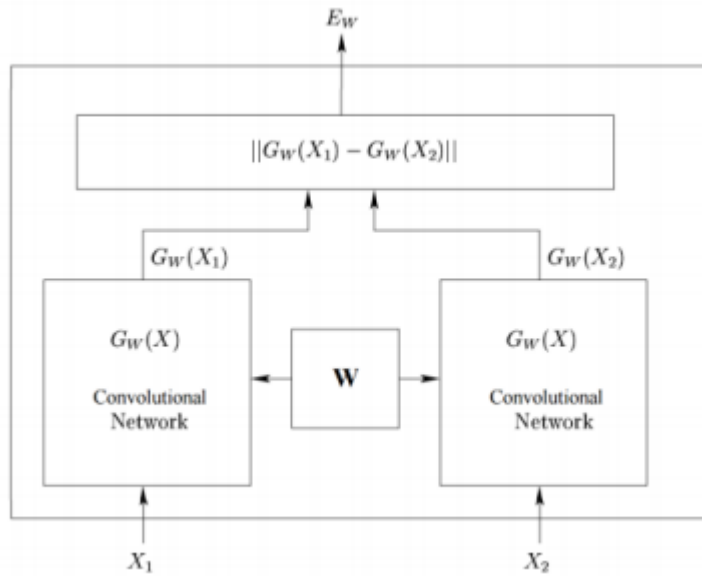


Figura. 2. 6 Estructura de una red siamesa.
 Fuente: Entrenamiento de modelos de aprendizaje profundo mediante auto supervisión [11]

2.3 Reconocimiento facial

Los seres humanos para reconocer a una persona se basan en los rostros, con la ayuda del ojo humano se procesa varias imágenes de rostros de personas asociándose al individuo que corresponde, la tecnología busca imitar este proceso con la ayuda de algoritmos complejos con el objetivo de reconocer una persona. Hay que tener en claro lo siguiente:

Verificar o autenticar; hace la comparativa de la imagen del rostro con la que se busca conocer la identidad de la persona. Mientras que identificar o reconocimiento facial hace la comparativa de una imagen del rostro con un conjunto de imágenes que se encuentran en una base de datos.

2.4 Herramientas

2.4.1 OpenFace

Es una herramienta de código libre implementado en Python y Torch, utiliza redes neuronales profundas y se basa en el CVPR (Congreso sobre el reconocimiento de patrones y la visión por ordenador) una conferencia de visión artificial [19].

Es una biblioteca de código libre implementado en Python y Torch, utiliza redes neuronales profundas y se basa en FaceNet publicado en el CVPR (Congreso sobre el reconocimiento de patrones y la visión por ordenador) una conferencia de visión artificial, que utiliza el método de pérdida de triplete. [38].

Los modelos de reconocimiento facial en su mayoría son cajas negras y propietarias por ello OpenFace nos brinda un modelo para el reconocimiento facial de forma libre, el cual utilizaremos para esta investigación, basándose en su arquitectura.

2.4.2 Kairos

Es una plataforma con sus propios servidores de código licenciado entre sus principales funciones cuenta con la detección de rostro, verificación facial, detección de rasgos faciales, agrupamiento de rostros, entre otras funcionalidades. [20].

Kairos es una herramienta utilizada para el desarrollo de sistemas de reconocimiento facial, el cual requiere un suscripción mensual o personalizada para acceder a su API (Interfaz de programación de aplicaciones).

2.4.3 Dlib

Es una biblioteca de software desarrollado en C++, que es fácil de usar a través su interfaz para el desarrollo de aplicaciones o por sus siglas en inglés API, contiene componentes para utilizar en aplicaciones como robótica, procesamiento de imágenes, aprendizaje automático, minería de datos [21].

Dlib para la detección de rasgos faciales utiliza los puntos de referencia (landmarks), estos puntos se encargan de marcar las regiones de un rostro [39]. Nosotros utilizaremos Dlib para la detección de las partes más relevantes de un rostro de esta manera obtenerlos y usarlos para el modelo propuesto.

2.4.4 Torch

Es un marco científico de computación de código abierto que permite que una red neuronal se pueda ejecutar en una UCP (unidad central de procesos) o con CUDA (Arquitectura Unificada de Dispositivos de Cómputo) [25].

OpenFace utiliza Torch para el entrenamiento de miles de imágenes que se encuentran en distintos conjuntos de datos, esta herramienta permite hacer un solo entrenamiento para los miles de imágenes que se tenga.

2.4.5 OpenCV

Es una biblioteca de código libre diseñado en C++ / C cuya función es la extracción y el procesamiento de datos a través de imágenes basado en el algoritmo de violaJones [26].

Durante la investigación se utilizará esta herramienta para la alineación, recorte y escala de imágenes en el proceso del modelo propuesto.

2.4.6 CASIA-WebFace

Es un conjunto de datos utilizado para el reconocimiento, compuesta por 10,575 individuos con un total de 494,414 imágenes que son rastreadas desde internet de una forma aleatoria y se pueden usar sin restricciones [23]. En la Tabla 2.1, podemos observar una lista de conjunto de datos más populares, cabe destacar que OpenFace utiliza dos conjuntos de datos, actualmente están en proceso en utilizar el conjunto de datos de MegaFace contando con más de cuatro millones de imágenes para poder mejorar el entrenamiento de la red neuronal.

Conjunto de Datos	Año	Número de fotos	Número de sujetos	Número de fotos x sujeto	Características clave
MS-Celeb-1M (Challenge 1) [59]	2016	10M 3.8M(clean)	100,000 85K(clean)	100	breadth; central part of long tail; celebrity; knowledge base
MS-Celeb-1M (Challenge 2) [59]	2016	1.5M (base set) 1K (novel set)	20K (base set) 1K (novel set)	1/-/100	low-shot learning; tailed data; celebrity;
MS-Celeb-1M (Challenge 3) [2]	2018	4M(MSv1c) 2.8M(Asian-Celeb)	80K(MSv1c) 100K(Asian-Celeb)	-	breadth;central part of long tail; celebrity
MegaFace [89], [119]	2016	4.7M	672,057	3/07/2469	breadth; the whole long tail;commonalty
VGGFace2 [20]	2017	3.31M	9,131	87/362.6/843	depth; head part of long tail; cross pose, age and ethnicity; celebrity
CASIA WebFace [206]	2014	494,414	10,575	2/46.8/804	celebrity

Conjunto de Datos	Año	Número de fotos	Número de sujetos	Número de fotos x sujeto	Características clave
UMDFaces-Videos [9]	2017	22,075	3,107	-	video
VGGFace [123]	2015	2.6M	2,622	1,000	depth; celebrity; annotation with bounding boxes and coarse pose
CelebFaces+ [152]	2014	202,599	10,177	19.9	private
Google [144]	2015	>500M	>10M	50	private
Facebook	2014	4.4M	4K	800/1100/1200	private

Tabla 2. 1 Los conjuntos de datos usados para el entrenamiento.
Fuente: Deep Face Recognition: A Survey [12, p 13]

2.4.7 FaceScrub

Es un conjunto de datos utilizado para el entrenamiento de imágenes de reconocimiento facial de OpenFace compuesta por 100,000 imágenes de 530 personas, estas imágenes fueron tomadas de Internet y se toman en torno a situaciones del mundo real [24].

Conclusiones del capítulo; Se concluye del capítulo que las herramientas Torch, OpenCV, Dlib, OpenFace serán ideales para nuestra investigación, además de entendimiento para su desarrollo, el cual se desarrollará en los capítulos posteriores.

CAPÍTULO 3

ESTADO DEL ARTE

En este capítulo se mencionan antecedentes e investigaciones relevantes relacionadas a nuestra investigación, para una mejor comprensión y enfoque del tema abordando conceptos de cómo surgió el reconocimiento facial, las investigaciones de como se viene dando estudio en la actualidad y los enfoques que se le da para los problemas actuales.

Con el paso de los años surgen problemas en la sociedad, donde la tecnología viene tomando un rol muy importante y complementando soluciones a estas necesidades, el reconocimiento facial ha ido evolucionando, con el fin de obtener un mejor acierto al reconocer un rostro. En varias partes del mundo se encuentran investigando las distintas aplicaciones del RF (Reconocimiento Facial), para ser utilizadas como solución a estos problemas.

Uno de los artículos más recientes, fue propuesto por Mei Wang y Weihong Deng (2018) [12], nos indica que en la década de 1990 se hizo popular el estudio de RF (Reconocimiento facial), donde se utilizaron cuatro técnicas:

Entre los años de 1990 y 2000 los enfoques de aprendizaje holístico se basaron en la búsqueda de la representación de imágenes de rostros en baja dimensión, realizando la identificación de rostros usando representaciones globales, pero surgieron problemas

debido a no controlar los cambios faciales, así ocasionando una dificultad para capturar los cambios de expresión [12, p 1].

En el 2010, el aprendizaje superficial introdujo el concepto de filtros al Reconocimiento Facial con el fin de obtener una mejor distinción, pero su principal limitación fueron las variaciones de la apariencia facial [12, p 2].

En el 2012, la red neuronal de AlexNet obtuvo el mérito de ganar el concurso ImageNet utilizando la técnica de aprendizaje profundo basándose en redes neuronales convolucionales que utiliza múltiples capas de procesamiento para la extracción y transformación de imágenes. [12, p1].

En esta investigación se hizo la comparativa de los métodos tales como DeepFace, En la siguiente Tabla 3.1 podemos distintos métodos con su acierto, así mismo abarcando temas de diferentes algoritmos, representación de distintos escenarios de prueba con distintos conjuntos de datos [12, p 6].

Método	Año	Pérdida	Arquitectura	N° de Redes	Entrenamiento	Acierto ± Std (%)
DeepFace	2014	softmax	Alexnet	3	Facebook (4.4M,4k)	97.35±0.2 5
DeepID2	2014	contrastive loss	Alexnet	25	CelebFaces+ (0.2M,10k)	99.15±0.1 3
DeepID3	2015	contrastive loss	VGGNet- 10	50	CelebFaces+ (0.2M,10k)	99.53±0.1 0
FaceNet	2015	triplet loss	GoogleNet -24	1	Google (500M,10M)	99.63±0.0 9

Método	Año	Pérdida	Arquitectura	N° de Redes	Entrenamiento	Acierto ± Std (%)
Baidu	2015	triplet loss	CNN-9	10	Baidu (1.2M,18k)	99.77
VGGface	2015	triplet loss	VGGNet-16	1	VGGface (2.6M,2.6k)	98.95
Light-CNN	2015	softmax	Light CNN	1	MS-Celeb-1M (8.4M,100K)	98.8
L-softmax	2016	L-softmax	VGGNet-18	1	CASIA-WebFace (0.49M,10K)	98.71
Range Loss	2016	range loss	VGGNet-16	1	MS-Celeb-1M, CASIA-WebFace (5M,100k)	99.52
L2-softmax	2017	L2-softwax	ResNet-101	1	MS-Celeb-1M (3.7M,58K)	99.78
Normface	2017	contrastive loss	ResNet-28	1	CASIA-WebFace (0.49M,10K)	99.19
Coco loss	2017	CoCo loss	-	1	MS-Celeb-1M (3M,80K)	99.86
vMF loss	2017	vMF loss	ResNet-27	1	MS-Celeb-1M (4.6M,60K)	99.58

Método	Año	Pérdida	Arquitectura	N° de Redes	Entrenamiento	Acierto ± Std (%)
Marginal Loss	2017	marginal loss	ResNet-27	1	MS-Celeb-1M (4M,80K)	99.48
SphereFace	2017	A-softmax	ResNet-64	1	CASIA-WebFace (0.49M,10K)	99.42
CCL	2018	center invariant loss	ResNet-27	1	CASIA-WebFace (0.49M,10K)	99.12
AMS loss	2018	AMS loss	ResNet-20	1	CASIA-WebFace (0.49M,10K)	99.12
Cosface	2018	cosface	ResNet-64	1	CASIA-WebFace (0.49M,10K)	99.33
Arcface	2018	arcface	ResNet-100	1	MS-Celeb-1M (3.8M,85K)	99.83

Tabla 3. 1 Acierto de los diferentes métodos de verificación en el DATASET LFW.
Fuente: Deep Face Recognition: A Survey [12, p6]

Zepp Uibo (2016) [18], donde presenta una investigación donde se compara tres tipos de redes neuronales sobre reconocimiento facial, son probados para comprobar una precisión mayor de 91.18%, donde se trabajan con los mismos conjuntos de datos, donde la red Grupo de Geometría Visual por sus siglas en inglés VGG, tuvo como resultado el mejor rendimiento de las pruebas.

Zahid Mahmood y Nazeer Muhammad (2017) [13], mencionan las aplicaciones en las que se puede implementar el reconocimiento facial; En la investigación de la criminalística forense, haciendo una comparativa de la imagen de la escena del crimen con una base de

datos. En la investigación de base de datos de imágenes, consiste en buscar imágenes de personas no habidas, migrantes, criminales, traficantes de drogas. En el reconocimiento de expresiones, consiste en definir el estado emocional de una persona ya sea conformidad, alegría, insatisfacción utilizado en el marketing electrónico, este campo está en progreso para tener una confiabilidad alta.

Xavier Serra (2017) [14], entrenó su red neuronal convolucional, utilizó el descenso de gradiente estocástico, su entrenamiento duró un aproximado de cinco días en procesar un millón de imágenes, el objetivo era identificar si la imagen correspondía al rostro en el conjunto de datos tenía dos pares de listas donde cada par podría corresponder a una persona o a dos individuos distintos, se esperó obtener un 90% de precisión, pero al final se obtuvo un 95% de éxito mayor a lo esperado.

Según Scott A. King, Alaa Sheta, y Jiaqi Hu (2017) [15], dividen el proceso de Reconocimiento Facial en tres fases:

La generación de una base de datos con las imágenes de los rostros de las personas permitirá reconocer en un grupo específico de individuos, un ejemplo con la ayuda de equipos como cámaras, automatizará el proceso al tomar una captura a un rostro, recolectando información para la identificación del individuo [15, p 1411].



Figura. 3. 1 Ejemplo de imágenes en un conjunto de datos.
Fuente: Implementation of an Integrated Ambient Intelligence System [15, p 1411]

El entrenamiento, que utiliza 128 dimensiones de incrustación para cada rostro, este método de entrenamiento fue propuesto por FaceNet, teniendo en cuenta tres imágenes por persona la primera y segunda perteneciente al individuo la tercera con una identidad diferente, obteniendo resultados óptimos, esto conlleva a un entrenamiento entre 100 millones y 200 millones imágenes de las cuales tenía un aproximado de 8 millones de personas. Una recomendación, en vez de formar un nuevo conjunto de datos masivo y entrenarlo, utilizar OpenFace que nos proporciona redes neuronales pre-entrenadas Utilizando la misma técnica de FaceNet. Y como tercera fase en la metodología se utilizará una cámara Webcam de alta resolución rojo, verde azul (RVA) para la captura y reconocimiento. El método lo dividen en cinco etapas, preprocesamiento, detección de rostros, alineación facial, codificación facial y clasificación. [15, p 1411].

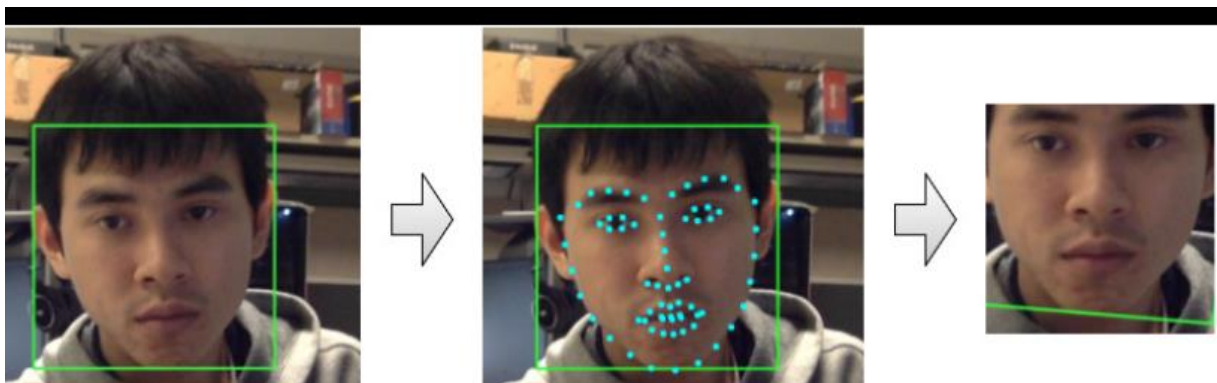


Figura. 3. 2 Alineación de la cara en acción.

Fuente: Implementation of an Integrated Ambient Intelligence System [15, p 1412]

Según Clint Banzhaf (2017) [16], se creó una variante de la biblioteca OpenFace, OpenFace++, la cual agrega nuevas funcionalidades y compatibilidad multiplataforma, también se le incluye clasificación de expresiones faciales y soporte para Android, además se simplifica la interfaz de programación de aplicaciones, originalmente OpenFace necesita instanciar varios objetos distintos y deben estar enlazados entre sí, creando funciones innecesarias para el usuario, con OpenFace++ solo se crea una instancia con una cantidad de funciones entendibles para el usuario. En los experimentos de prueba de OpenFace++, se encontró en las expresiones como felicidad, tristeza y sorpresa, se obtuvo un buen resultado. Sin embargo, para expresiones como ira y disgusto, tienen aspectos comunes

entre ellos que resultaba difícil de clasificarlos. En trabajos futuros se recomienda fusiones de las expresiones para que estas últimas puedan mejorar el rendimiento. En la Figura 3.3 se observa el resultado de OpenFace++ mediante expresiones faciales.



Figura. 3. 3 Aplicación FaceSensor.

Fuente: Extracting Facial Data using Feature-based Image Processing and Correlating it with Alternative Biosensors Metrics [16, p 54]

Thiago Diniz da Silveira (2018) [17], propone un modelo de reconocimiento de movimientos corporales, donde a si mismo se estudia cuatro modelos distintos Probabilistic High-Dimensional Regression, Hyperface, Deepgaze y Vanilla CNN, donde al final se optó por el modelo de Hyperface para hacer el análisis y las pruebas. Este modelo es un método que tiene por objetivo reducir la puntuación de confianza en la detección de rostros falsos que distraen a los algoritmos de visión por computador, obteniendo un resultado satisfactorio. Dada su investigación propone para trabajos futuros hacer un entrenamiento con un conjunto de datos y el uso de OpenFace para obtener mejores resultados.

En el trabajo de Vadym Ivanchuk [32], propuso un modelo de reconocimiento facial abordando las emociones utilizando imágenes de rostros con el fin de tomar las expresiones faciales que serán entrenadas en una red neuronal convolucional, nos recomienda utilizar bases de datos con mayor cantidad de imágenes para tener un mejor entrenamiento y mejorar el desempeño del modelo en situaciones reales.

Por otro lado, Ervin Cáceres (2018) [41], propone el desarrollo de un aplicativo móvil de reconocimiento facial para identificar personas con antecedentes de abuso sexual en la provincia de Andahuaylas en Perú, se utiliza Azure Face API desarrollada por Microsoft para el reconocimiento de caras, sin embargo es una herramienta en caja negra, el cual no se documenta los algoritmos de aprendizaje de maquina utilizados para su funcionamiento, Face API funciona bajo la nube, el cual se sube imágenes para ser entrenadas, y devolviendo la respuesta en formato JSON pero solo permite hasta un límite de 1000 transacciones, debido a que es una herramienta de pago para aprovechar todas sus funcionalidades, se realizaron pruebas haciendo una comparativa con la herramienta OpenCV. Face API puede identificar expresiones faciales también proporciona características como sexo, edad, vello facial. Se realizó un aplicativo para Android como muestra la Figura 3.4, el cual toma captura a las personas que se comunicará con el servicio web de Face API y este responderá si se encuentra resultados de similitud, se obtiene resultados al usar el aplicativo durante el día y noche, dando como mejor resultado durante el día cosa que con OpenCV no se obtuvo buenos resultados.



Figura. 3. 4 Prueba en aplicativo móvil.

Fuente: Aplicación Móvil de Reconocimiento Facial en Personas con Antecedentes de Abuso Sexual [41, p 82]

CAPÍTULO 4

METODOLOGÍA Y DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se desarrolla la metodología de nuestra investigación así mismo se hará el caso de estudio. También se definirán las variables e indicadores.

4.1 Metodología de la investigación

4.1.1 Tipo de investigación

Según el objetivo; la naturaleza de la investigación utilizada será aplicada, en la cual se dará estudio a la arquitectura de OpenFace v0.2.0, esto servirá de apoyo para nuestro modelo de sistema aplicado en un caso de uso específico como la trata de personas.

Según los datos; La presente investigación se basa en un enfoque cuantitativo debido a que, en estudios previos, se recurrió a proponer las fases para el reconocimiento, técnicas para su contextualización teórica estableciendo las variables métricas para hacer un énfasis a la solución de la problemática con una metodología de diseños de diagramas, pruebas y prototipado de sistema.

4.1.2 Diseño de la investigación

El método empleado en la presente investigación es experimental debido a que se tendrá una relación entre variables, la variable independiente será medida como sujeto de experimento con la variable dependiente.

Técnicas e instrumentos de colecta de datos

Utilizaremos la internet como una técnica para obtener información, ya que es uno de los principales medios para la recabación de información.

Fases para el reconocimiento

Las fases propuestas son:

Fase para recepcionar secuencia de video; donde se hace lectura a una serie de fotogramas captados de un video.

Fase procesar cada fotograma; donde se procesa cada fotograma extraído.

Fase de detección de rostro; donde por cada fotograma se hace la detección de rostros hallados.

Fase Feedforward de la red neuronal; en el cual se obtiene resultados generados por una red neuronal.

Fase comparar distancias; por último, en esta fase se hace una comparación con características de imágenes de las personas.

Las fases propuestas serán más detalladas en el capítulo 5.

4.1.3 Estudio de caso

Se contará con el apoyo del grupo de alumnos del PET (Programa Especial de Titulación) para poder probar el modelo, para esto validar nuestras métricas se contará con una base de imágenes denominada base de datos de personas voluntarias, con la cual se harán pruebas en distintas cámaras, distancias, tiempos para el desarrollo de la investigación propuesta.

4.2 Operacionalización de las variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Modelo Propuesto	Base de datos de Rostros	Cantidad de imágenes ingresadas a la Base de Datos (Rostros)
		Condiciones de las imágenes (en ambientes, calidad de la resolución)
Identificación de Personas	Métrica en la Base de datos de Rostros	Acierto

Tabla 4. 1 Matriz de Operacionalización de variables.

Fuente: Autoría propia

CAPÍTULO 5

PROPUESTA

En este capítulo se realizará la implementación del modelo de sistema de RF (reconocimiento facial), para ello tendremos como primer paso la lectura de fotogramas por medio de una cámara, donde se procesarán cada una de ellas, a continuación, se escalará dichos fotogramas a una medida eficaz donde el sistema sea capaz de obtener información y así detectar los rostros, por consiguiente, se extraerá un vector de 128 incrustaciones por medio de la red neuronal por cada rostro.

Finalmente, obtenido estos resultados serán comparados con una base de datos de imágenes (rostros), donde el sistema mandará una alerta si se encontró resultados parecidos a la persona que se quiere identificar, para todo este proceso nuestro modelo utilizará como referencia la arquitectura de OpenFace. En este capítulo detallaremos a profundidad cada uno de estos pasos.

5.1 Base de datos utilizada en OpenFace

FaceScrub y CASIA-WebFace; estos conjuntos de datos almacenan imágenes que serán utilizadas por OpenFace. Se encuentra pre-entrenada con una combinación de conjuntos de datos de reconocimiento facial compuesta por imágenes de rostros de personas públicas como se puede ver en la Figura. 5.1. FaceScrub cuenta con un tamaño compuesta por 100,000 imágenes de 530 personas y CASIA-WebFace de 494,414 imágenes de 10,575 personas, la composición de colores es rojo, verde, azul (RVA).



Figura. 5. 1 Conjunto de datos de Facescrub.
Fuente: Autoría propia

5.2 Metodología

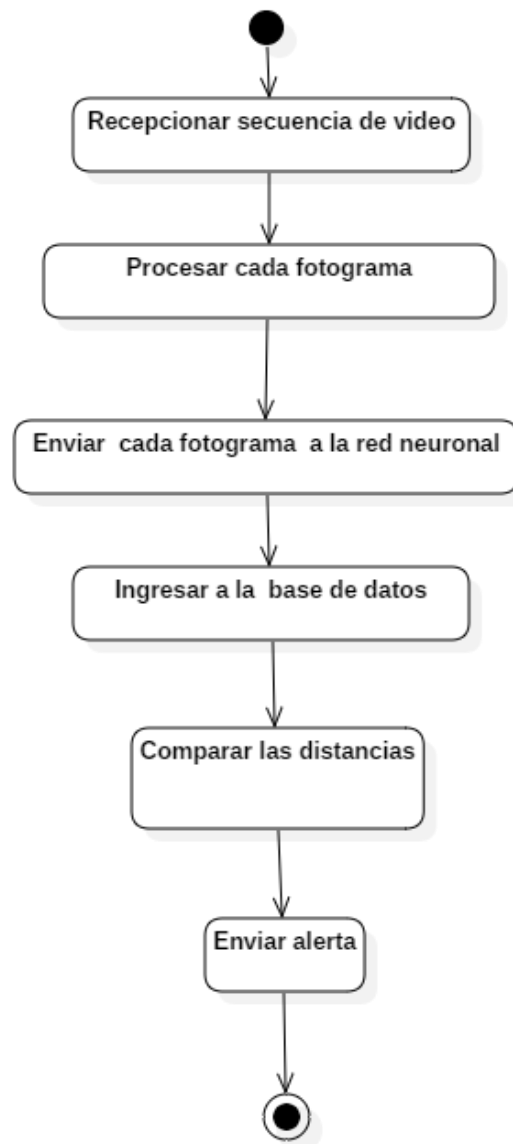


Figura. 5. 2 Diagrama de actividades.
Fuente: Autoría propia

En Figura 5.2 se visualiza el diagrama de actividades de la propuesta, donde se muestra el proceso del sistema desde una vista general, una vez iniciada la aplicación, se recibe la secuencia del video, luego se pasa a procesar cada fotograma y son enviadas a la red neuronal, se comparan las distancias para saber cuál está más cercano, una vez encontrado se envía una alerta para avisar que se pudo encontrar

una respuesta, este diagrama explica la metodología que utilizaremos, a continuación se pasa a detalle cada una de estas actividades.

5.2.1 Recepcionar secuencia de video

A continuación para poder recepcionar los fotogramas, necesitaremos una cámara para obtener el video que estará en un formato mp4, la cámara puede usar la resolución que esta misma posea, el sistema podrá leer este tipo de resolución, pero para poder hacer el proceso más rápido y adecuado usaremos una resolución mínima de 800 x 600 pixeles y 30 FPS, una vez preparado el sistema podrá obtener la secuencia de video que tendrá como entrada fotogramas todo esto lo logramos gracias a la librería de OpenCV con Python. En la Figura 5.3 se muestra la representación del resultado a obtener.



Figura. 5. 3 Secuencia de video.
Fuente: Autoría propia

5.2.2 Procesar cada fotograma

Una vez obtenido la secuencia de video se proseguirá con la extracción de cada fotograma, el sistema va a extraer cada una de ellas cada 0.3 segundos, por ejemplo, en un video de formato mp4, el sistema recibirá la secuencia del video y extraerá los fotogramas se procede a extraer cada uno como muestra la Figura 5.4.



Figura. 5. 4 Extracción de fotograma.
Fuente: Autoría propia

Luego de proceder con la extracción de los fotogramas; se tomará captura a una resolución de 800 x 600 pixeles, posteriormente el sistema procederá a escalar el fotograma obtenido a la mitad, con esto el proceso de detección de cada fotograma será rápido y optimo, sin perder información, dando como resultado una imagen de 400 x 300 pixeles, por ejemplo, como se muestra en la Figura 5.5. Todo esto para el siguiente paso que es la detección del rostro.



Figura. 5. 5 Escalar el fotograma.
Fuente: Autoría propia

5.2.3 Detección del rostro

A continuación, utilizaremos la librería de Dlib que usa algoritmos de aprendizaje de máquina, también usa una herramienta para detectar objetos basados en histogramas de gradiente orientado por sus siglas en inglés HOG, esta técnica es propuesta por Dalal [29], se encarga de describir una imagen de forma precisa, en esta representación se usa en la detección de puntos utilizando el modelo de aprendizaje y detección de máquinas de vectores de soporte por sus siglas en inglés (SVM).

En la Figura 5.6 se muestra el esquema de una imagen en escala de grises donde se agrupan histogramas de gradiente en celdas de $N \times N$ píxeles, formando bloques, dando un conjunto de histogramas concatenados, estos agrupados se les conoce como descriptor.

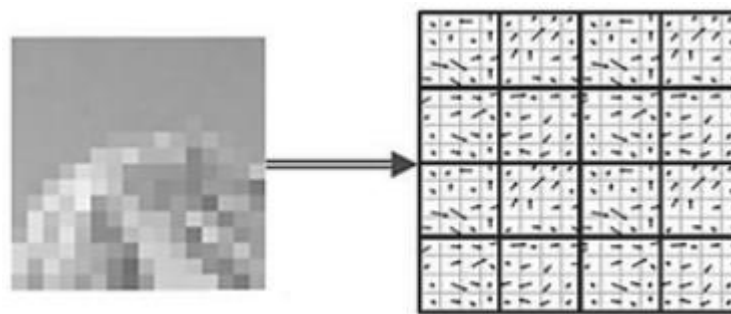


Figura. 5. 6 Esquema HOG, cálculo de gradiente.
Fuente: RIDTEC [29]

En la Figura 5.7 se muestra el resultado del procedimiento del cálculo del gradiente de la Figura 5.6 como resultado a una cara con una sonrisa, que pasa a una escala de grises y mostrando información de los rasgos de la cara en un descriptor.

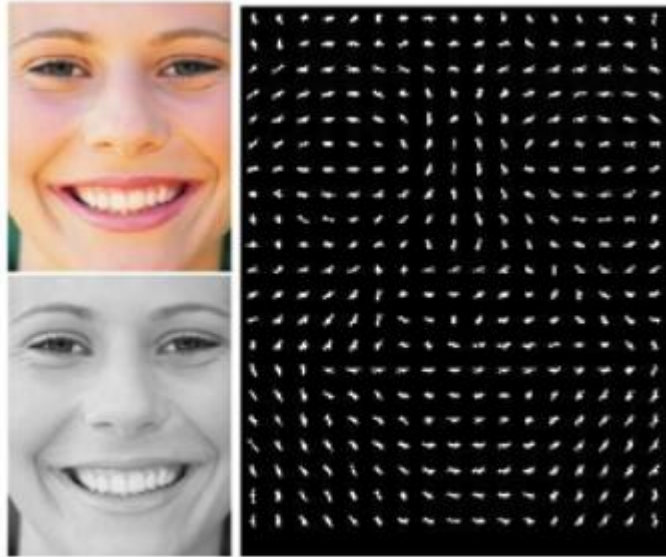


Figura. 5. 7 Esquema HOG, cálculo de gradiente para un rostro.
Fuente: RIDTEC [29]

Es importante destacar, este algoritmo se encarga de ubicar los puntos que se quieren de un rostro mediante bloques de píxeles, cada una de las celdas brinda información importante en cómo separa los objetos de su fondo; Dlib también puede detectar puntos de referencia faciales lo que permite detectar regiones de la cara como ojos nariz, boca. Para nuestro caso utilizaremos esta librería para la detección de rostro exclusivamente, en la Figura 5.8 se muestra como se hace la detección de rostro en Dlib.

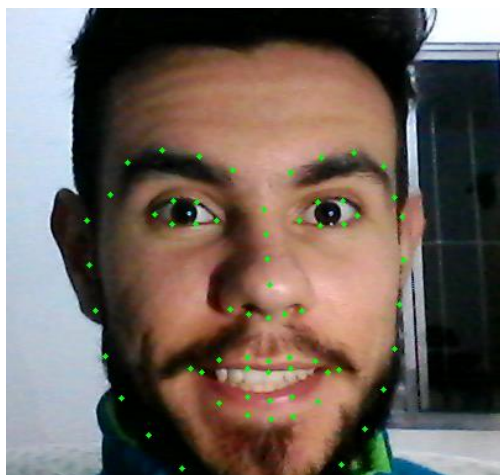


Figura. 5. 8 Dlib detección de rostro.
Fuente: Towards Data Science [27]

Todas estas herramientas hacen que funcione de la mejor forma la detección de rostros y alineación, por ejemplo, cada fotograma ingresado se procesa para detectar todos los rostros en ella, se transforma y se recorta el rostro encontrado dando una nueva imagen como resultado, como muestra la Figura 5.9.



Figura. 5. 9 Detección de rostro.
Fuente: Autoría propia

5.2.4 Feedforward a la red neuronal

En esta etapa los rostros obtenidos por Dlib se usan como entrada para luego ingresar a una red neuronal que utiliza OpenFace, esta red devuelve un vector de 128 dimensiones representados en una hiperesfera, esto hace que cada rostro este en 128 bytes, por ejemplo, en la Figura 5.10 se muestra cómo se representa la salida luego de ingresar a la red. Esta salida es usada para clasificar o agrupar.

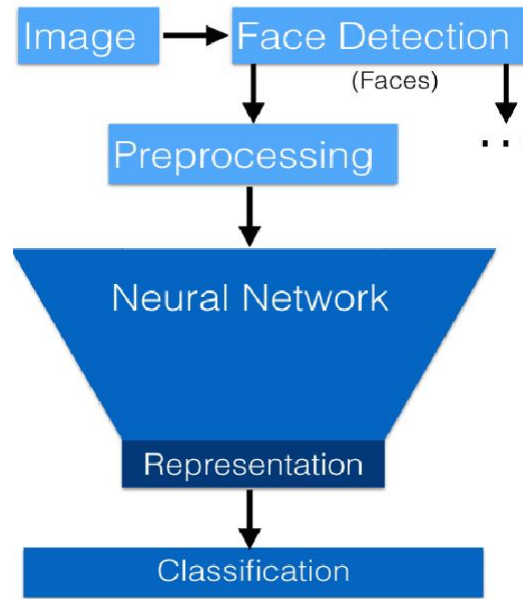


Figura. 5. 10 Clasificación OpenFace.
 Fuente: Understanding Facial Recognition Through OpenFace [23]

5.2.4.1 Red neuronal

Como mencionamos en el capítulo 2, Openface está basada en la arquitectura FaceNet de Google, es una red neuronal convolucional que funciona bajo la función de pérdida de triplete como se ve en la Ecuación 5.1, la red neuronal de Openface actúa bajo esta función para entrenar la red, consta básicamente en tomar una imagen de anclaje, se refiere a una muestra inicial de la imagen tomada, luego toma otra imagen con incrustaciones positivas de la imagen original y otra imagen adicional pero con incrustaciones negativas. Entonces la disimilitud entre la imagen de anclaje y la imagen positiva debe ser menor a comparación de la disimilitud de la imagen de anclaje con la imagen negativa que debe ser alta.

$$L = \max(d(a, p) - d(a, n) + \text{margin}, 0)$$

Ecuación 5. 1 Función de pérdida de triplete.
 Fuente: Siamese Network & Triplet Loss [30]

Openface utiliza la red modificada de FaceNet, una red neuronal convolucional denominada modelo NN4, de este modelo es donde se

obtienen las 128 características ya antes mencionadas, como muestra en la Figura 5.11

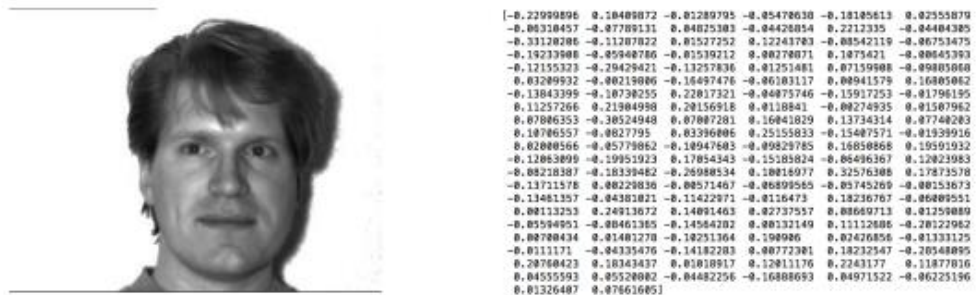


Figura. 5. 11 Ejemplo de valores de las 128 características de un rostro.
Fuente: Reconocimiento de rostros por medio de Openface en una Raspberry Pi [31]

Adicionalmente se agrega que el modelo utilizado es la versión modificada del modelo de FaceNet, el cual es nn4.small2, este contiene 3733968 parámetros. La red neuronal se utiliza como un extractor de características que produce una representación de baja dimensión que caracteriza la cara de una persona. Cabe destacar que tener una representación de baja dimensión es clave para usarse eficientemente en clasificadores o técnicas agrupamiento [28].

5.2.5 Comparar distancias

Como consecuencia del paso anterior obtuvimos la salida de la red neuronal de OpenFace con un vector resultante de 128 dimensiones, pasará a compararse con todas las fotos de la base de datos que tenemos, esta comparación se dará por la utilización de la fórmula de distancia euclidiana como se ve en la Ecuación 5.2, como definición la distancia entre 2 puntos Punto 1 y punto 2 cada uno con coordenadas en el plano (x1; y1) y (x2; y2)

$$d(f1, f2) = \sum_i \sqrt{(x2 - x1)^2 - (y2 - y1)^2}$$

Ecuación 5. 2 Fórmula de la distancia euclidiana.
Fuente: Reconocimiento de personas para el ECU-911 [34, p 38]

Podemos distinguir si una imagen coincide con otra por la medida de sus distancias de cada representación, por ejemplo, una vez encontrado resultados favorables y encontramos a una persona, entonces el sistema podrá enviar una alerta al usuario. Como muestra la Figura 5.12.



Figura. 5. 12 Comparación y envío alerta.
Fuente: Autoría propia

5.3 Arquitectura

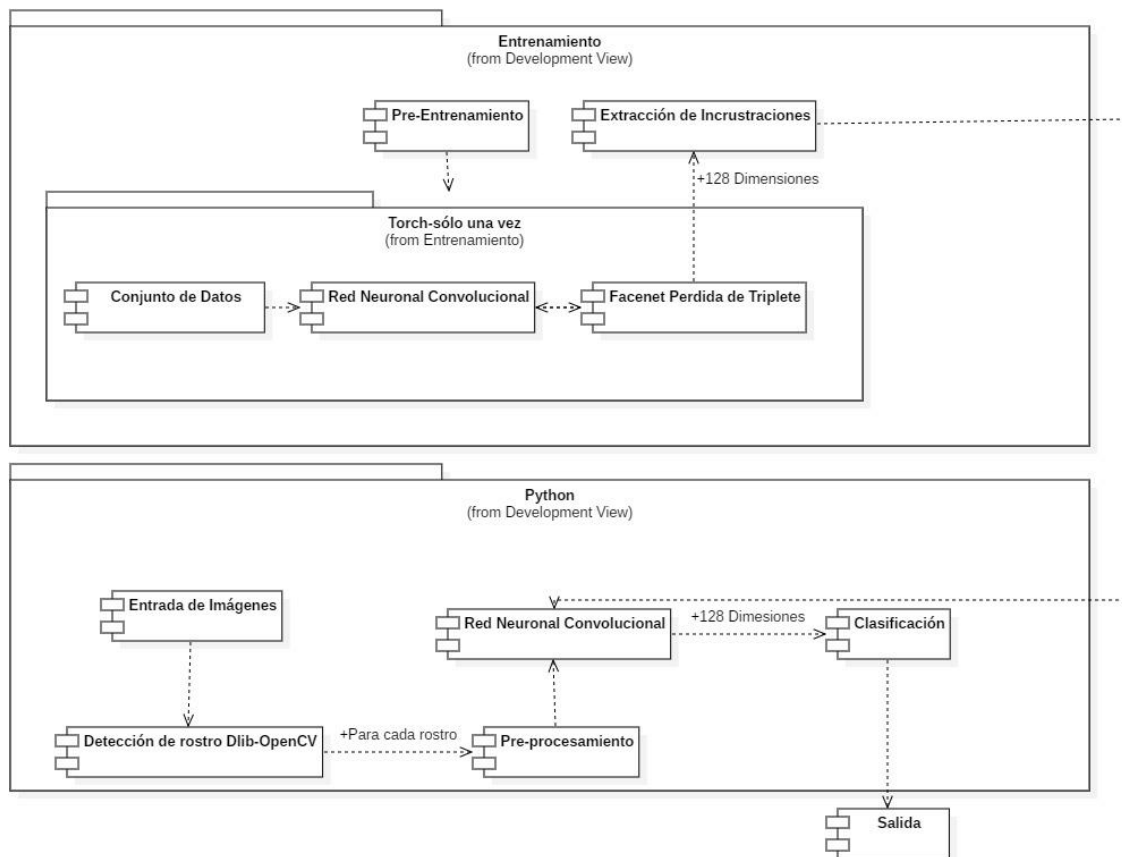


Figura. 5. 13 Diagrama de componentes.
Fuente: Autoría propia

En la Figura 5.13, se observa el diseño del diagrama de componentes, se tiene dividido en dos paquetes, el paquete de entrenamiento que es el proceso de la red neuronal y el paquete denominado Python que representa nuestra aplicación.

5.3.1 Entrenamiento

El paquete de entrenamiento desplegamos en los siguientes componentes:

Componente pre-entrenamiento; la arquitectura que utilizaremos hace este proceso que veremos con más detalle en el sub-paquete que se muestra con el nombre de Torch, como vimos en el capítulo 2, esta herramienta Torch es usada para el aprendizaje automático y hace que se realice la implementación del aprendizaje profundo, lo que permite que se realice el entrenamiento una sola vez.

Componente conjunto de datos; como entrada tenemos un conjunto de datos que contienen más de 500 mil imágenes de personas, serán utilizadas para el entrenamiento de la red neuronal.

Componente red neuronal convolucional y Facenet pérdida de triplete; a continuación, entran a una red neuronal para que se pueda extraer las características, esta usa la función de pérdida de triplete, dando como resultado las mediciones en una hiperesfera de 128 dimensiones, esta red neuronal entrenada será utilizada por la implementación en Python.

Componente extracción de incrustaciones; es el resultado de la red neuronal convolucional después del entrenamiento, este mismo componente es usado en el aplicativo ya que será la salida de la red neuronal que se volverá a utilizar para solo obtener el vector de características en el aplicativo.

5.3.2 Python

El paquete llamado Python muestra el procedimiento del aplicativo, a continuación:

Componente entrada de imágenes; para este caso tendrá como entrada imágenes de las personas a identificar.

Componente detección de rostro y pre-procesamiento; este componente se encargará Dlib y OpenCV que hará el proceso descrito anteriormente para poder detectar el rostro de las personas que se hayan identificado en las imágenes de entrada, seguidamente hará el pre-procesamiento para escalar, alinear y recortar la imagen del rostro.

Componente red neuronal convolucional y clasificación; en este componente se ingresan las imágenes a la red neuronal entrenada, este proceso se dará solo una vez, se obtiene como resultado las 128 incrustaciones faciales para la clasificación o agrupamiento en la detección de similitud.

Componente salida; este componente se describe la comparación de distancias y enviar una respuesta al usuario final.

5.4 Requerimientos

En esta etapa se hizo el levantamiento de la información de los diferentes requerimientos funcionales, no funcionales y restricciones del modelo de reconocimiento facial.

5.4.1 Requerimientos Funcionales

- El sistema debe reconocer personas desaparecidas a partir de una imagen o un video.
- El sistema debe mandar alertas cuando se haya reconocido a alguien.
- El sistema debe tener una base de datos de las personas desaparecidas, esta base de datos puede actualizarse automáticamente o manual.

5.4.2 Requerimientos No Funcionales

- El sistema debe tener usabilidad, como máximo 3 clics por acción.
- El sistema está implementado con Python
- El sistema operativo debe funcionar con Linux Ubuntu 16.04 LTS.
- El sistema debe tener un tiempo máximo de 5 segundos de procesamiento para un video de 2 segundos
- El sistema debe aprovechar el GPU de la computadora
- EL sistema debe funcionar con un video mínimo de 800 x 600 pixeles y con 30 de FPS

Para más detalle revisar en los anexos.

5.5 Caso de uso del sistema

A continuación, presentaremos los diagramas de casos de uso cuyo objetivo es mostrar y modelar la interacción que tendrán los diferentes usuarios del sistema.

5.5.1 Diagrama de casos de uso

En la Figura 5.14 se modeló el diagrama de caso de usos del sistema de RF(Reconocimiento facial), donde el usuario hace interacción con el sistema, donde puede iniciar la cámara de la aplicación así mismo puede acceder a una opción para identificar a una persona, este último puede clasificar, detectar rostro y extraer las características de la persona que se quiere identificar y por último proyectar su rostro, una vez tenga estos resultados puede buscar a una persona y mostrar los resultados finales en la interfaz del usuario.

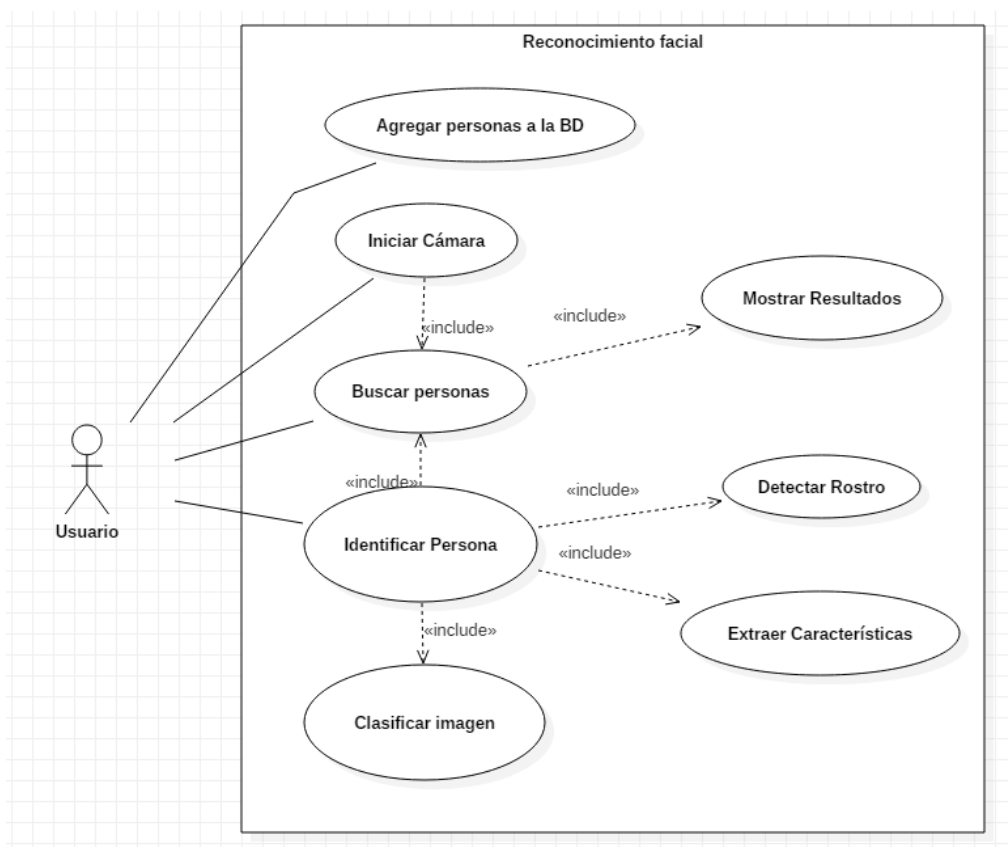


Figura. 5. 14 Diagrama de caso de usos.
Fuente: Autoría propia

Para la descripción de los casos de uso más detalle revisar en los anexos donde se mostrarán las especificaciones de los casos de uso del sistema que se identificaron.

5.5.2 Especificaciones de actores del sistema

En esta sección se tomará en cuenta al actor que interactúa con el modelo de sistema propuesto. Para más detalle revisar en los anexos.

5.6 Diagrama de secuencia

En la Figura 5.15 se presenta el diagrama de secuencia en el cual podemos observar el proceso de registro de imagen a una base de datos de personas, este proceso empieza por el usuario al hacer una petición de inicio a OpenCV, este le devuelve una respuesta a esa acción, seguidamente el usuario puede ingresar una imagen de una persona a OpenCV, este recibe la imagen y procede a hacer lectura de ella, a continuación hará una escala de la imagen, que servirá como entrada de lectura para Dlib, el cual procederá con la detección de rostros de la imagen reducida, luego de obtener los rostros de la imagen, estos rostros serán enviados a la Red Neuronal donde se realizará un pre procesamiento, inmediatamente analizará las características de los rostros y de este modo podrá extraer el vector de características por cada rostro. Concluyendo este proceso, la red neuronal tendrá como salida dicho vector de 128 dimensiones el cual ingresa a la base de datos de personas y este devolverá los resultados al usuario final del registro de la imagen que ingreso al inicio de este proceso. De esta forma se hará el registro por cada una de las imágenes que se desee reconocer.

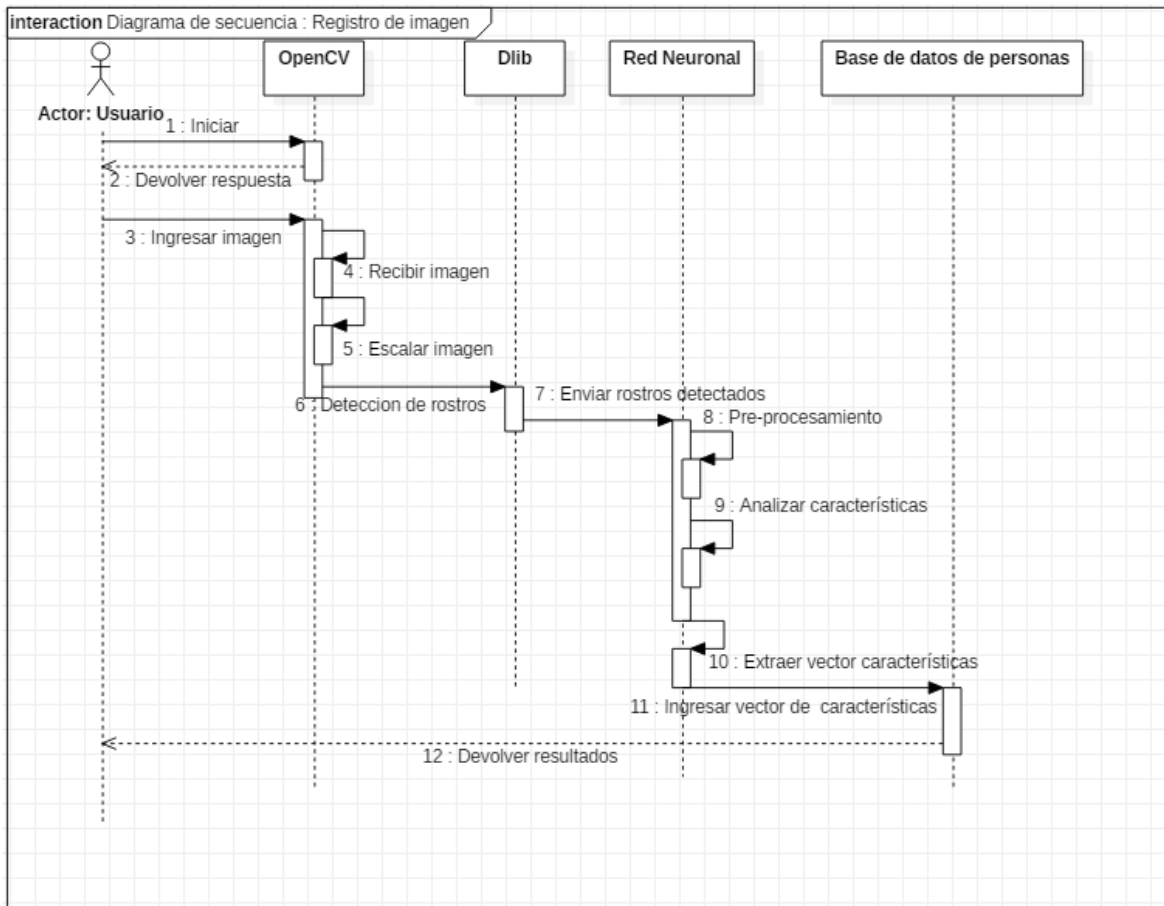


Figura. 5. 15 Diagrama de secuencia, registro de imagen.
Fuente: Autoría propia

En la Figura 5.16 se presenta el diagrama de secuencia en el cual podemos observar el proceso del reconocimiento facial, el usuario hace una solicitud de inicio a OpenCV, este último hará la solicitud de uso a la cámara, este retornara su repuesta a la petición a OpenCV, este responde iniciando la cámara y se la muestra al usuario, a continuación el usuario ingresará un video a OpenCV, por lo tanto recibirá la secuencia del video, enseguida se procederá a extraer los fotogramas del video donde una vez hecho esto pasara a escalar dicho fotogramas que servirán como entrada de Dlib para poder realizar la detección de rostros de los fotogramas del video que se ingresó, después de obtener los resultados de Dlib estos rostros detectados serán enviados como entrada a la Red Neuronal, una vez ingresado se realiza el pre procesamiento interno después analizará y extraerá las características de los rostros en un vector de 128 dimensiones, posteriormente estos vectores retornan a OpenCV, OpenCV solicitará a la base de datos de personas los

vectores almacenados, este responde enviando los datos solicitados, por último OpenCV realiza una comparación de distancias entre los vectores de rostros del video y los vectores de la base de datos de personas, de este modo obteniendo el reconocimiento facial de este proceso, esto finalmente son mostrados al usuario mediante la interfaz.

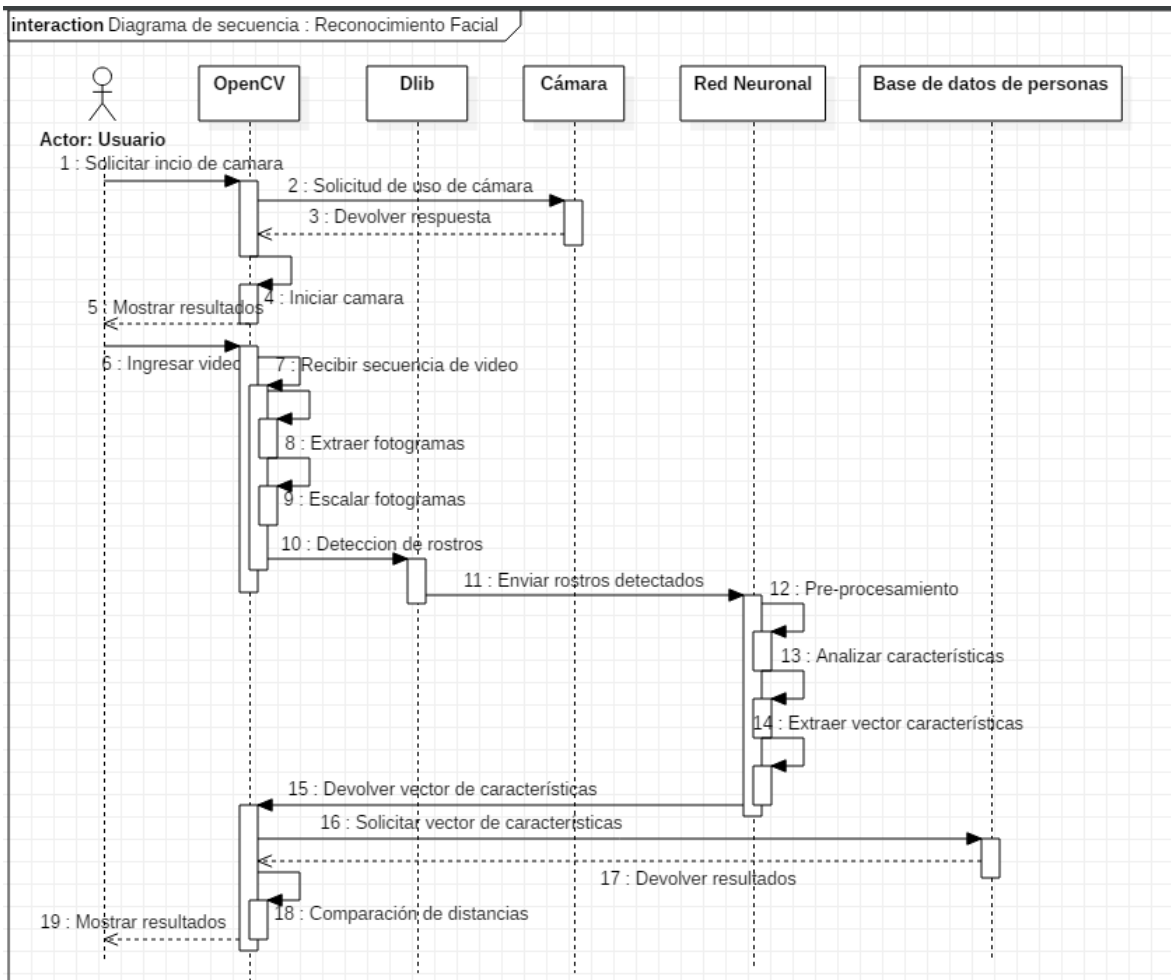


Figura. 5. 16 Diagrama de secuencia, reconocimiento facial.
Fuente: Autoría propia

5.7 Diagrama de despliegue

En esta sección según la Figura 5.17 se muestra el diagrama de despliegue que nos permite modelar la arquitectura al momento de ejecutarse el sistema, se muestra los nodos utilizados.

5.7.1 Descripción de los nodos

Nodo Cámara web; es el equipo que permitirá la captura de la secuencia de imágenes.

Nodo Base de datos; es el repositorio donde se insertarán las imágenes de las personas que se busca reconocer.

Nodo Prototipo del Sistema; es el software que se conectará con la arquitectura que contiene los nodos de Torch y Python para el ingreso de las imágenes que serán procesadas.

Nodo de Python; en este nodo se procesa las imágenes, para la obtención de las características.

Nodo Torch; en este nodo se tiene las imágenes del conjunto de datos pre entrenadas con sus características que serán comparadas con las imágenes que se procesaron en el nodo de Python.

Nodo Terminal PC; nodo donde se visualizará el resultado final.

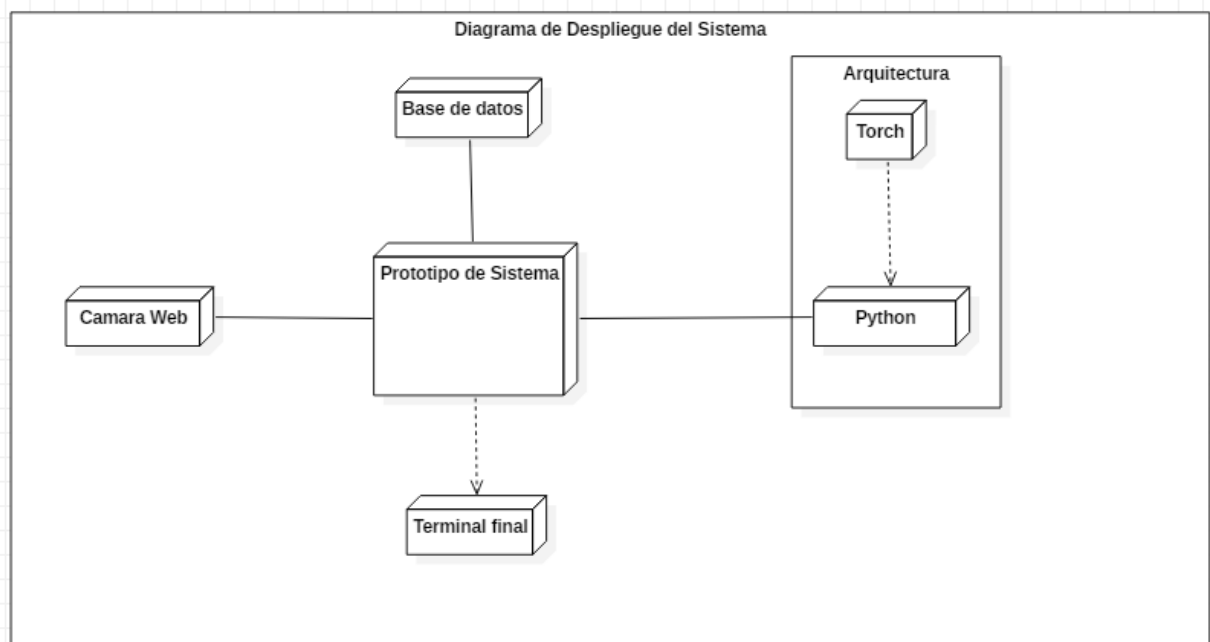


Figura. 5. 17 Diagrama de despliegue.
Fuente: Autoría propia

Como conclusión del capítulo el modelo será capaz de procesar imágenes extrayendo sus características mediante la red neuronal de OpenFace, luego estos resultados serán comparados mediante la distancia euclidiana con el vector de características de las imágenes del conjunto de datos; una vez reconocido la persona se emitirá una alerta indicando “reconocido”.

CAPÍTULO 6

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se analizó los resultados obtenidos con la base de datos de imágenes de los alumnos del PET (Programa Especial de Titulación), se tomó fotos de los alumnos que posteriormente fueron ingresadas al modelo propuesto para obtener su vector de características de cada una de las fotos, para finalmente hacer las pruebas respectivas con otro grupo de fotos en distintas condiciones.

Así mismo con la base de datos de imágenes de personas voluntarias, que fueron ingresadas al modelo propuesto para obtener su vector de características de cada una de las fotos, para finalmente hacer las pruebas correspondientes con distintas cámaras en modo de video para evaluar el desempeño y las condiciones reales del comportamiento de nuestro modelo propuesto.

6.1 Base de datos

Se recolectó un total de 100 imágenes de la página web “teestamosbuscando.pe” que fue creada por el ministerio del interior con el fin de difundir imágenes de personas desaparecidas la cual se actualiza a diario.

También se utilizaron fuentes de la página de la policía nacional de Perú, grupos de personas desaparecidas en las redes sociales (Facebook, Instagram).

El espacio de colores de las imágenes es rojo, verde, azul (RVA), se encuentran almacenadas en un directorio de imágenes en formato jpg y png, con una resolución en su mayoría media y baja compuestas desde 130 x 156 pixeles hasta 720 x 720 pixeles, que serán procesadas para obtener un vector de 128 incrustaciones. En la Figura 6.1 se muestra una recolección de fotos de personas secuestradas.



Figura. 6. 1 Base de datos de personas desaparecidas.
Fuente: Autoría propia

Se recolectó un total de 73 fotos de los alumnos del PET (Programa especial de titulación) de la parte del rostro, separados en dos grupos de 24 fotos en una resolución alta y media compuestas desde 457 x 457 pixeles hasta 1040 x 780 pixeles, en formato jpg en el espacio de colores RVA, en el ambiente universitario para poder evaluar el acierto de nuestro modelo en condiciones reales así mismo para obtener métricas de nuestra investigación.

En la Figura 6.2 se muestra la recolección de fotos de un grupo formado de 49 fotos de los alumnos del PET que conformarán el grupo uno, antes de ser evaluados, estas fotos serán usadas para extraer el vector de características para cada uno.



Figura. 6. 2 Base de datos de personas PET. Grupo uno.
Fuente: Autoría propia

En la Figura 6.3 se muestra también las fotos de los alumnos del PET (Programa Especial de Titulación) en condiciones distintas, denominado el grupo dos, posteriormente serán evaluadas con respecto a la base de datos del grupo uno para obtener las métricas de la presente investigación.



Figura. 6. 3 Base de datos de personas PET, Grupo dos.
Fuente: Autoría propia

Se recolectó 3 fotos de la parte del rostro por cada persona de un grupo de 15 sujetos dando un total de 45 fotos en una resolución alta y media compuestas desde 528 x 960 pixeles hasta 956 x 960 pixeles, en formato jpg en el espacio de colores RVA, cada una de estas fotos se extrajo su vector, y se evaluará las condiciones ideales para lograr el mejor acierto posible a la hora de reconocer a las personas, para ello se tomarán pruebas en tiempo real con diferentes equipos. En la Figura 6.4 se muestra la recolección de fotos de personas voluntarias.



Figura. 6. 4 Base de datos de personas voluntarias.
Fuente: Autoría propia

A continuación, en la Tabla 6.1 se puede observar un resumen de las bases de datos mencionadas con anterioridad.

NOMBRE	CANTIDAD DE IMÁGENES	RESOLUCIÓN	FORMATO
Base de datos de personas secuestradas	100	130x156px hasta 720x720px	JPG, PNG
Base de datos de alumnos del PET	73	457x457px hasta 1040x780px	JPG
Base de datos de personas voluntarias	45	528x960px hasta 956x960px	JPG

Tabla 6. 1 Resumen de Base de datos.
Fuente: Elaboración propia

6.2 Instrumentos

En la Figura 6.5. Se muestra las cámaras utilizadas para la recolección de datos para evaluar el sistema propuesto. Se utilizó 4 cámaras con distintas resoluciones y especificaciones, para poder tener mejores resultados.

Cámara de laptop; se usará la cámara web de una laptop Lenovo modelo Z50-70, esta cámara cuenta con las siguientes especificaciones, cámara de alta definición 720p (1 megapíxel).

Cámara de celular LG; en este caso se usó el smartphone LG K10, con una cámara de 8 megapíxeles.

Cámara de celular Motorola; se contó con un smartphone Motorola G6 de gama media, con una cámara de 13 megapíxeles, la cual nos servirá para tomar capturas y videos más nítidos para las pruebas.

Cámara IP; también se utilizó una cámara de vigilancia IP de marca Ezviz modelo C2C, una cámara inalámbrica con una resolución de 720p (2 megapíxeles), para simular situaciones reales y de la misma forma poder usarla en pruebas mucho más dadas al caso.

Dada la información de los instrumentos que se utilizaron para las pruebas, se evaluó el rendimiento del modelo propuesto, obteniendo información útil para dar las mejores condiciones que requiera el sistema, todo esto para un rendimiento óptimo al ser implementado.



Figura. 6. 5 Cámaras usadas para pruebas.
Fuente: Autoría propia

En la siguiente Tabla 6.2 se muestra el resumen de las cámaras, asignando un código a cada una, la cual se dará uso para las pruebas posteriores.

CÓDIGO DE CAMARA	DESCRIPCIÓN	RESOLUCIÓN
CÁMARA 1	Cámara de laptop	720p (1 megapíxel)
CÁMARA 2	Cámara de celular LG	8 megapíxeles
CÁMARA 3	Cámara de celular Motorola	13 megapíxeles
CÁMARA 4	Cámara IP	720p (2 megapíxeles)

Tabla 6. 2 Código de cámaras.
Fuente: Elaboración propia

6.3 Métricas

El acierto se obtuvo aplicando la siguiente fórmula 6.1, se calcula con la cantidad de predicciones correctas y el número total de predicciones que son conformadas entre las correctas e incorrectas.

$$Acierto = \frac{\text{Número de predicciones correctas}}{\text{Número de predicciones correctas} + \text{Número de predicciones incorrectas}}$$

Ecuación 6. 1 Fórmula del acierto.

Fuente: Metrics to Evaluate your Machine Learning Algorithm [33]

6.4 Resultados

Durante las pruebas, se percató que algunas imágenes no tuvieron resultados al extraer el vector de características, debido a la baja calidad de resolución, otras por no mostrar en totalidad parte del rostro. En la Figura 6.6 se muestra una foto de ejemplo como baja calidad.



Figura. 6. 6 Foto de baja calidad.

Fuente: Autoría propia

El aplicativo es capaz de detectar los rostros en una serie de imágenes o video, enmarcando cada uno de ellos para su procesamiento como muestra la Figura 6.7, el programa es capaz de reconocer rostros en cualquier entorno del video que posean la característica para ser detectadas, por ejemplo, si no muestra parte completa del rostro estará limitado a no ser reconocido como uno.

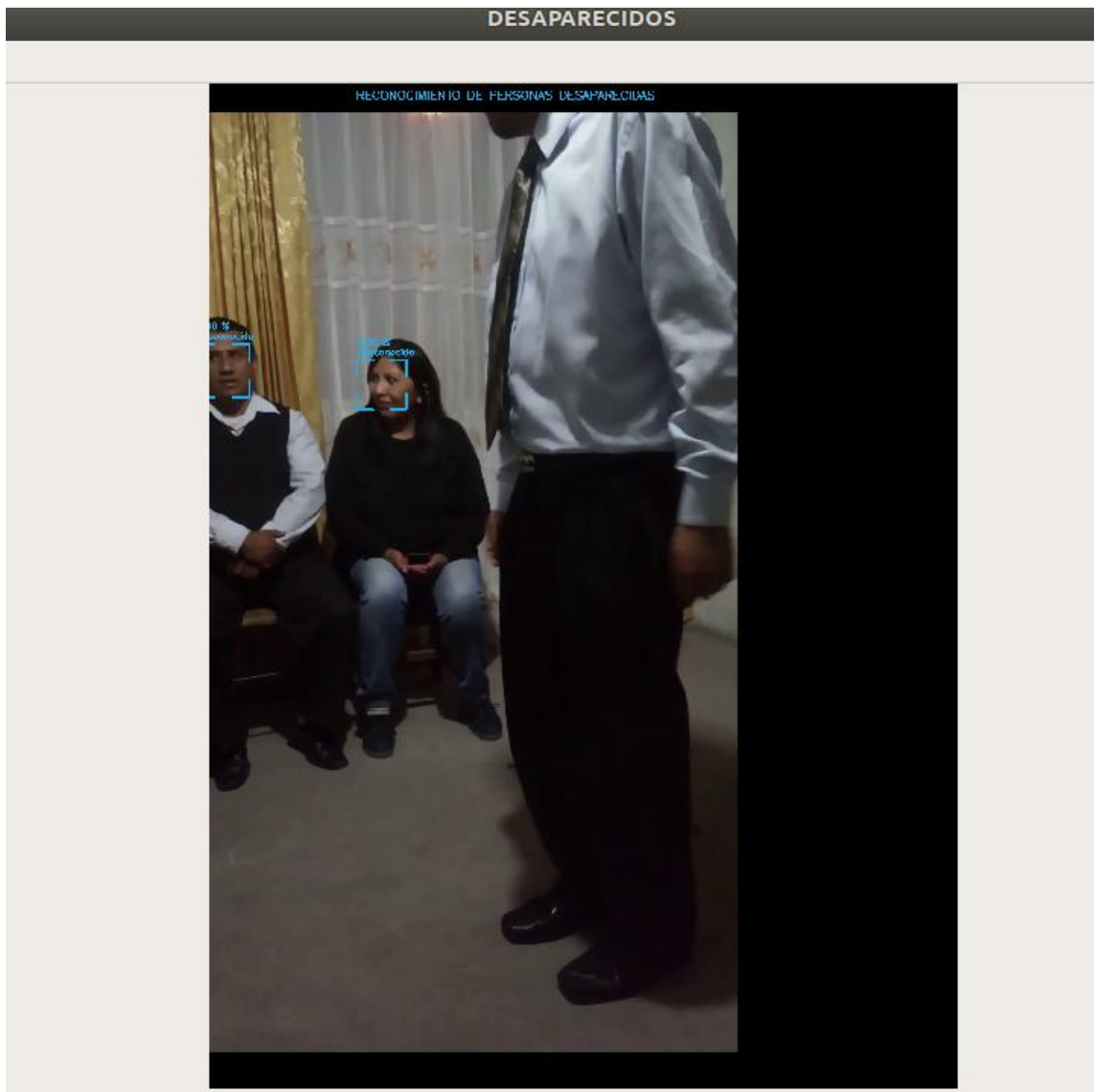


Figura. 6. 7 Aplicación sobre video.
Fuente: Autoría propia

Posteriormente también fue probado en condiciones reales en una cámara Ip. En la Figura 6.8 se muestra como el aplicativo puede funcionar en una cámara Ip, funcionando en tiempo real la detección de rostros.

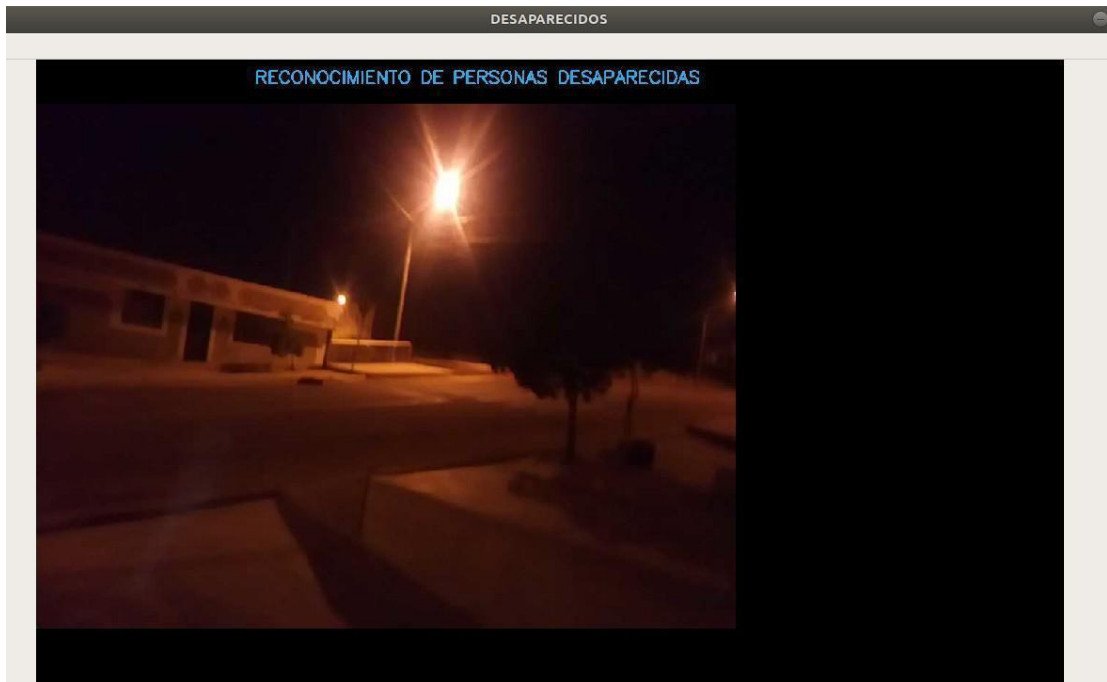


Figura. 6. 8 Aplicación sobre cámara Ip.
Fuente: Autoría propia

También el aplicativo puede funcionar sobre una cámara web. En la Figura 6.9 se puede observar que hay una mayor efectividad a la hora de reconocer un rostro ya que las personas están frente a la cámara.



Figura. 6. 9 Aplicación sobre cámara web.
Fuente: Autoría propia

Se obtuvo resultados no superiores al 90%, en las pruebas se puso a una persona en distintas tomas a las imágenes que se extrajeron el vector de características, obteniendo como resultado la mayoría de las coincidencias acertadas. Como se muestra en la Figura 6.10, el marco en el video en tiempo real muestra la información de la persona con mayores características similares y el porcentaje de similitud.



Figura. 6. 10 Reconocimiento sobre cámara web.
Fuente: Autoría propia

En la Figura 6.11, se muestra a dos personas en una imagen, en la cual uno aparece con resultados erróneos, debido a que algunas características se asemejan a las personas ingresadas en la base de datos, dando un margen de error como resultado.

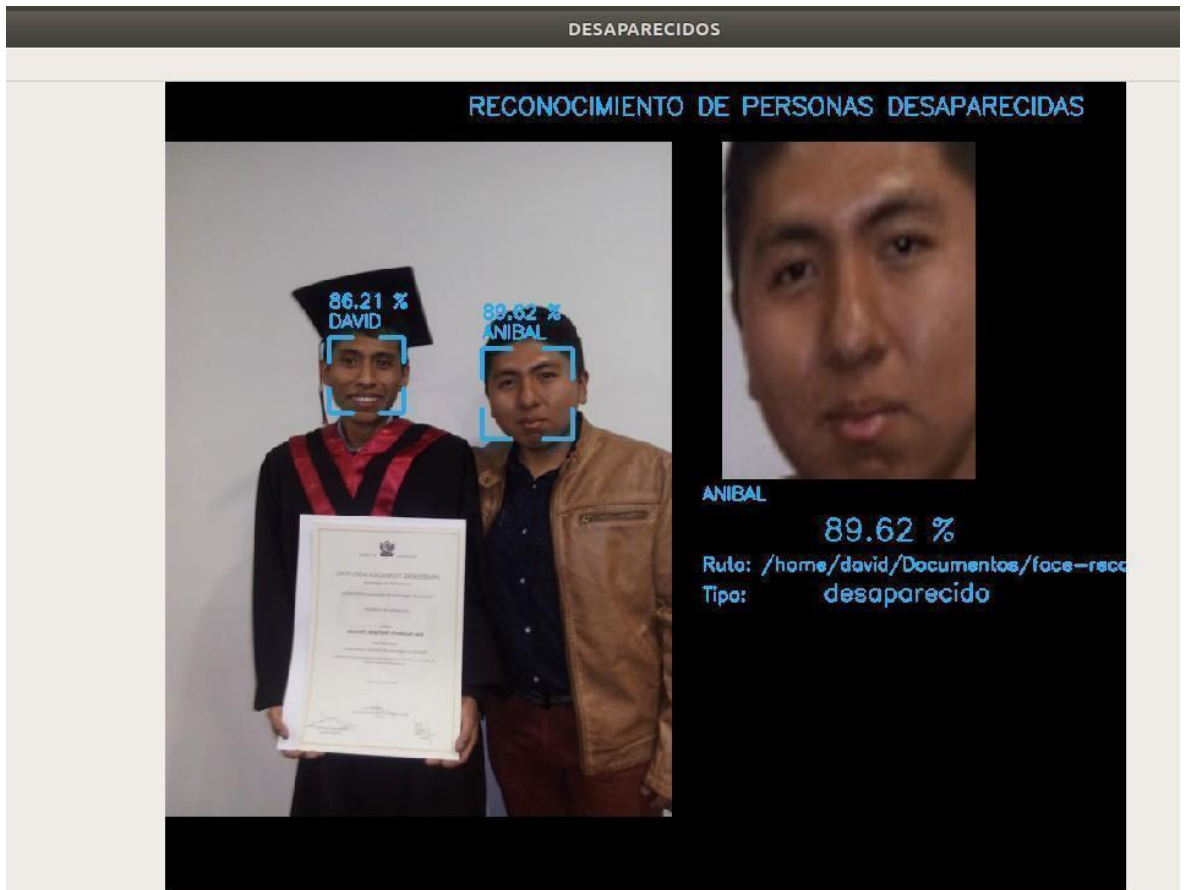


Figura. 6. 11 Reconocimiento sobre imagen.
Fuente: Autoría propia

Por otro lado, en la Figura 6.12, a dicha persona se le ingresó más de una foto en distintas condiciones a la cual se le registró como la misma persona, por consiguiente, se puede lograr un resultado con mayores probabilidades, y de este modo mejorar el acierto del resultado final.



Figura. 6. 12 Reconocimiento sobre imagen.
Fuente: Autoría propia

En la Figura 6.13, se muestra la interfaz del programa al momento de utilizar más de una cámara simultáneamente, con ello se pudo facilitar las pruebas con diferentes cámaras.

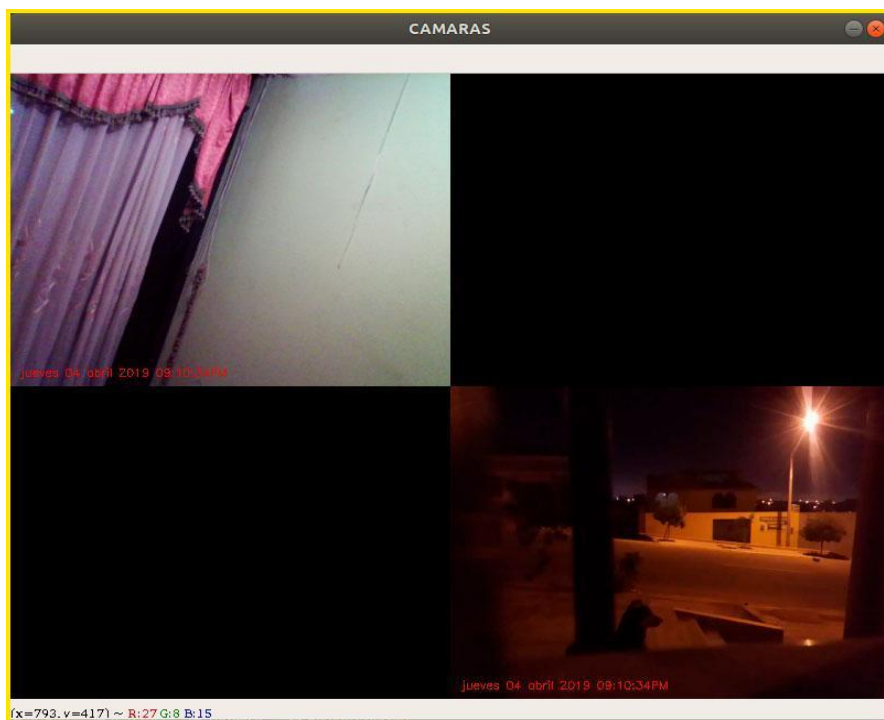


Figura. 6. 13 Vista de las cámaras en la interfaz.
Fuente: Autoría propia

En la Figura 6.14, se muestra el proceso para las pruebas con las imágenes de los alumnos del PET(Programa Especial de Titulación), se procedió a tomar fotos a cada uno de los alumnos para poder ser ingresada a nuestro modelo, estas fotos son de media y alta calidad, todas de la parte del rostro, la primera etapa se tomó del primer grupo a un total de 24 tesis, para poder extraer el vector de características, obteniendo un resultado del 100% satisfactoriamente como ingresados a la base de datos, para la segunda etapa se realizó las pruebas con el segundo grupo de fotos del mismo grupo, que son fotos de la misma persona pero en distintas condiciones, todo esto con el fin de obtener una respuesta válida del modelo y poder obtener las métricas necesarias, como muestra la Figura 6.18 donde detalla a cada uno de los alumnos tomados para las pruebas con sus respectivos porcentajes de similitud, todos este proceso se realizó por cada uno de forma individual.

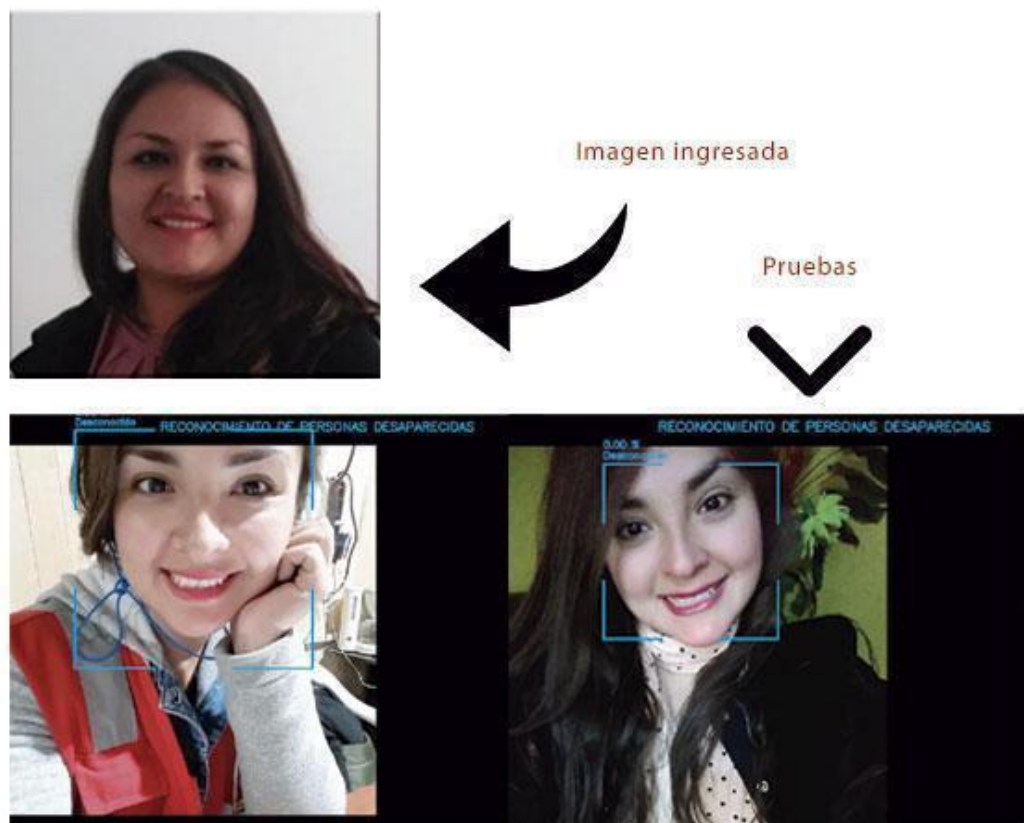


Figura. 6. 14 Proceso de ingreso y pruebas de imágenes de alumnos del PET.
Fuente: Autoría propia

En la Figura 6.15 nos muestra el porcentaje después del proceso de ejecución del script en Python obteniendo los resultados de los sujetos.

```
opening data base
database_descriptors.shape: (29, 128) database_ids.shape: (29, 1)
ALAN 91.10 /home/david/Descargas/pet/alan.jpg pet
opening data base
database_descriptors.shape: (29, 128) database_ids.shape: (29, 1)
Blas 88.65 /home/david/Descargas/pet/blas.jpg pet
opening data base
database_descriptors.shape: (29, 128) database_ids.shape: (29, 1)
Julisa 87.29 /home/david/Descargas/pet/julisa.jpeg pet
```

Figura. 6. 15 Muestra de porcentaje desde consola.
Fuente: Autoría propia

En la Figura 6.16 se muestra una alerta enviada del programa al usuario, indicando así que pudo obtener resultados al reconocer una persona en el conjunto de datos, así se puede controlar al momento de avisar al usuario cuando alguien es detectado por el programa.

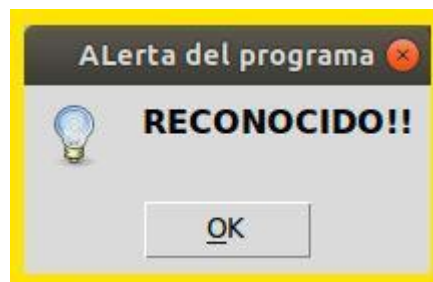


Figura. 6. 16 Alerta enviada del programa.
Fuente: Autoría propia

6.4.1 Resultados alumnos del PET

Se tuvo un total de 24 alumnos, en la Figura 6.17 en el eje X se puede observar la probabilidad de reconocimiento para cada uno de ellos, en el eje Y se observa la escala de probabilidad de 0% a 100%, detalle ver la Tabla 6.28.

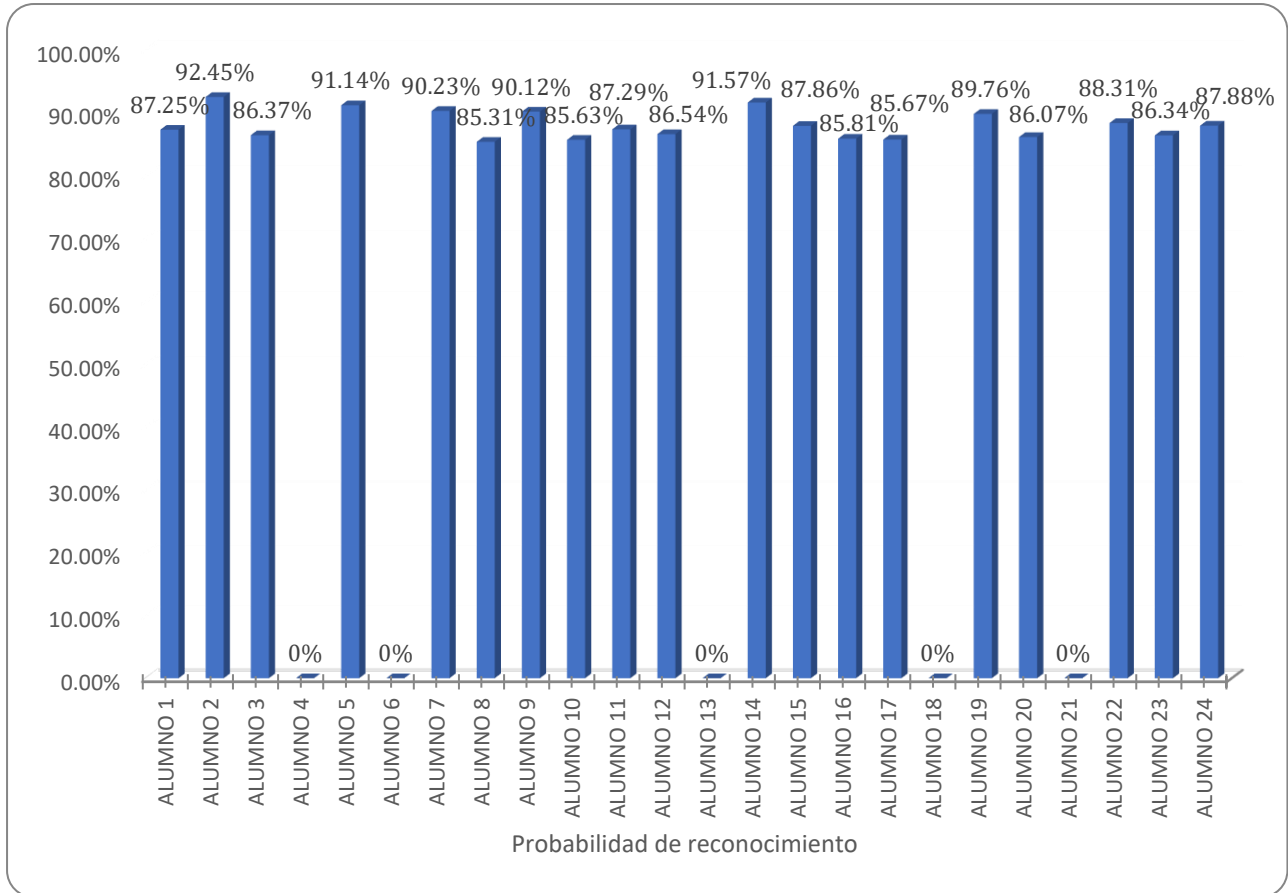


Figura. 6. 17 Probabilidad de reconocimiento de los alumnos del PET.

Fuente: Autoría propia

Según se observa en la Tabla 6.3 podemos visualizar las cantidades de alumnos reconocidos que fueron un total de 19, así mismo como aquellos que no fueron reconocidos dando un total de 5.

INDICADOR DE RECONOCIMIENTO	CANTIDAD DE ALUMNOS
SI	19
NO	5

Tabla 6. 3 Cantidad de alumnos reconocidos.
Fuente: Elaboración propia

En la siguiente Figura 6.18 se tiene el promedio del acierto dando un 79% de 'SI' al momento del reconocimiento, y un 21% en el caso contrario, teniendo como total a 24 alumnos en estas pruebas.

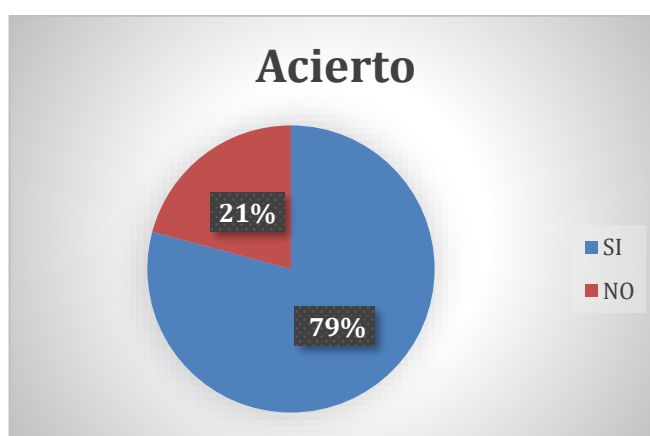


Figura. 6. 18 Gráfico Acierto de los alumnos del PET.
Fuente: Autoría propia

6.4.2 Resultados de base de datos de personas voluntarias

Se obtuvo los siguientes resultados de un total de 15 personas para esta prueba, tomando 3 fotos por individuo dando un total de 45 fotos que fueron tomadas con vista de frente, con una resolución media alta y mostrando el rostro sin obstrucciones.

Los datos obtenidos en las pruebas realizadas al grupo de 15 personas en la mañana y noche con dimensiones de altura de 1 metro, 1.5 metros, 2 metros a una distancia de 0.5 metros, 1 metro 1.5 metros, 2 metros, con 4 cámaras de diferentes características se generó 24 Tablas, tomando como resultado 'SI' aquellas personas reconocidas y en caso contrario 'NO'.

En la Figura 6.19 podemos observar el comportamiento de las cámaras a la altura de 1 metro en un ambiente interior durante la mañana, obteniendo como mayor porcentaje 100% con las cuatro cámaras a una distancia de 0.5 metros, también se observa un buen porcentaje de acierto a un metro de distancia y como menor porcentaje 53% con la cámara 2 a una distancia de dos metros.

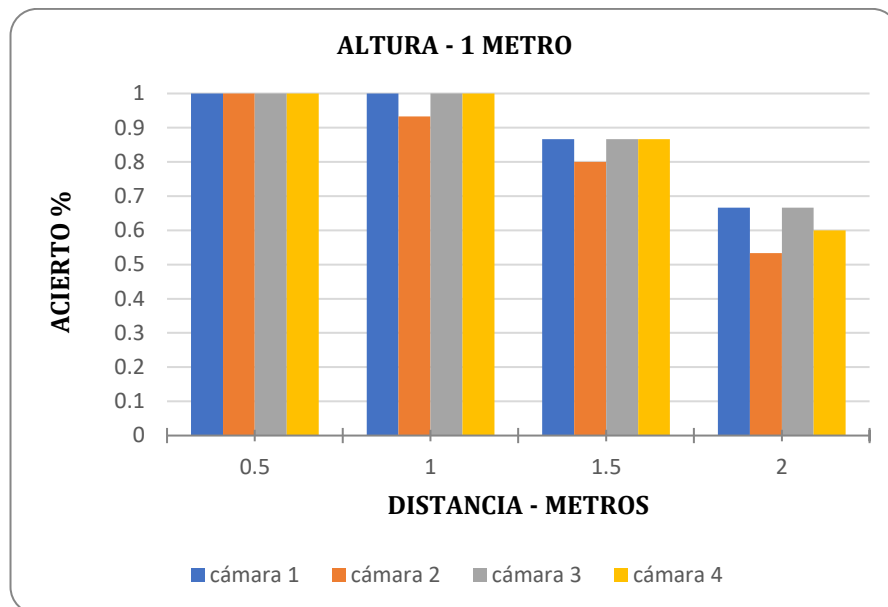


Figura. 6. 19 Gráfico comparativo a una altura de 1 metro en un ambiente indoor en la mañana.

Fuente: Autoría propia

En la Figura 6.20 podemos observar el comportamiento de las cámaras a la altura de 1.5 metros en un ambiente interior durante la mañana, obteniendo como mayor porcentaje 100% con las cuatro cámaras tanto a una distancia de 0.5 a 1 metro, y como menor porcentaje 60% con cámara 2 a una distancia de dos metros.

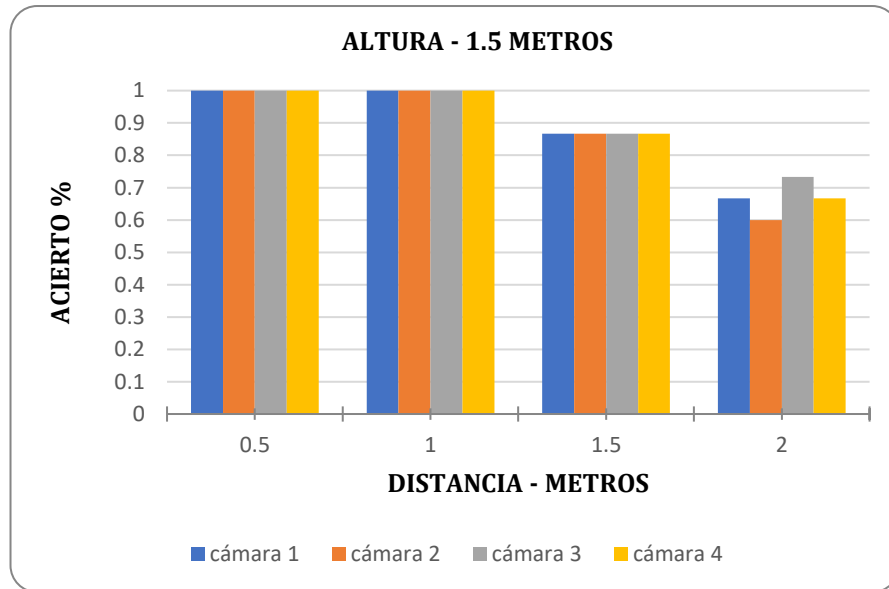


Figura. 6. 20 Gráfico comparativo a una altura de 1.5 metros en un ambiente indoor en la mañana.
Fuente: Autoría propia

En la Figura 6.21 podemos observar el comportamiento de las cámaras a la altura de 2 metros en un ambiente interior durante la mañana, obteniendo como mayor porcentaje 93% con la cámara 1,2 y 3 tanto a una distancia de 0.5 y 1 metro, y como menor porcentaje 60% entre las cámaras 1,2 y 4 a una distancia de 2 metros.

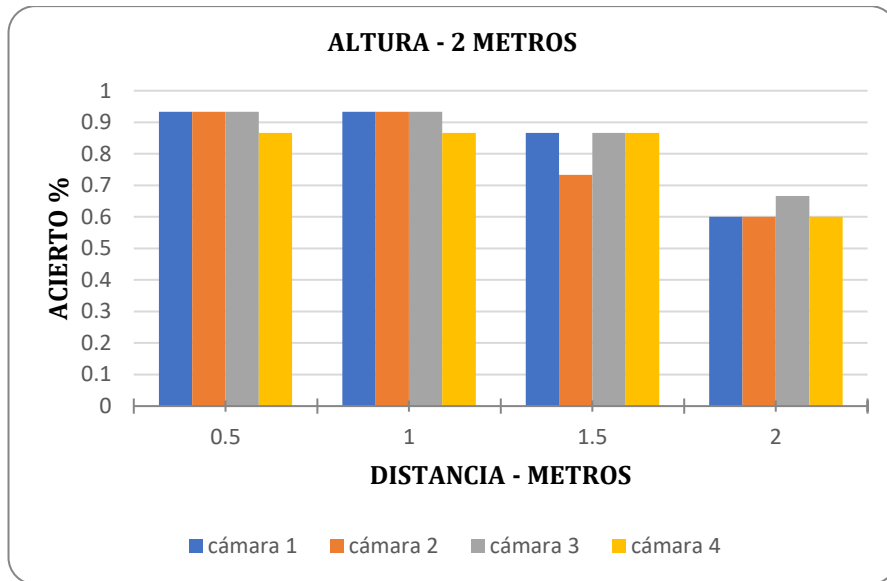


Figura. 6. 21 Gráfico comparativo a una altura de 2 metros en un ambiente indoor en la mañana.
Fuente: Autoría propia

En la Figura 6.22 podemos observar el comportamiento de las cámaras a la altura de 1 metro en un ambiente interior durante la noche, obteniendo como mayor porcentaje 100% con la cámara 3 a una distancia de 0.5 metros y como menor porcentaje 6% de la cámara 2 a una distancia de 2 metros.

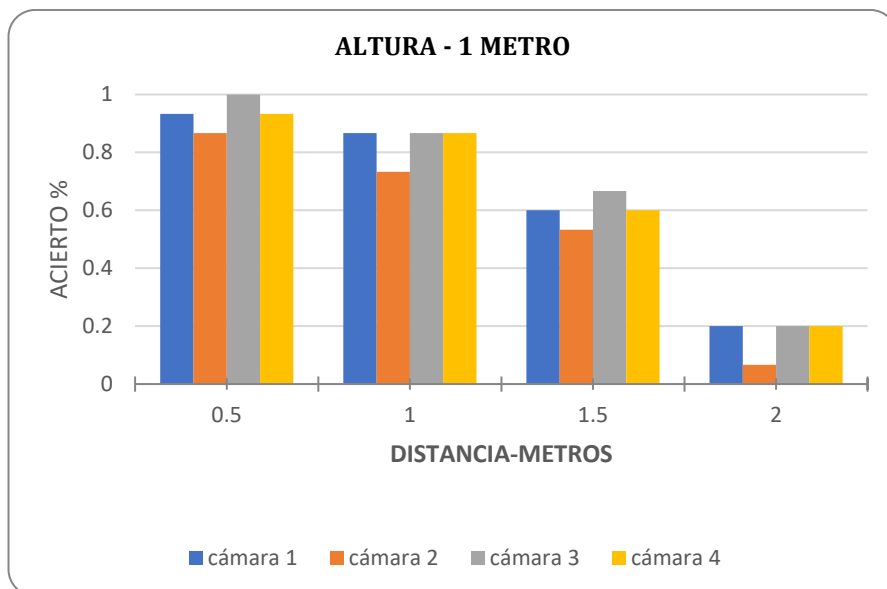


Figura. 6. 22 Gráfico comparativo a una altura de 1 metro en un ambiente indoor en la noche.
Fuente: Autoría propia

En la Figura 6.23 podemos observar el comportamiento de las cámaras a la altura de 1.5 metros en un ambiente interior durante la noche, obteniendo como mayor porcentaje 100% entre la cámara 1 y 3 a una distancia de 0.5 metros y como menor porcentaje 13% de la cámara 2 a una distancia de 2 metros.

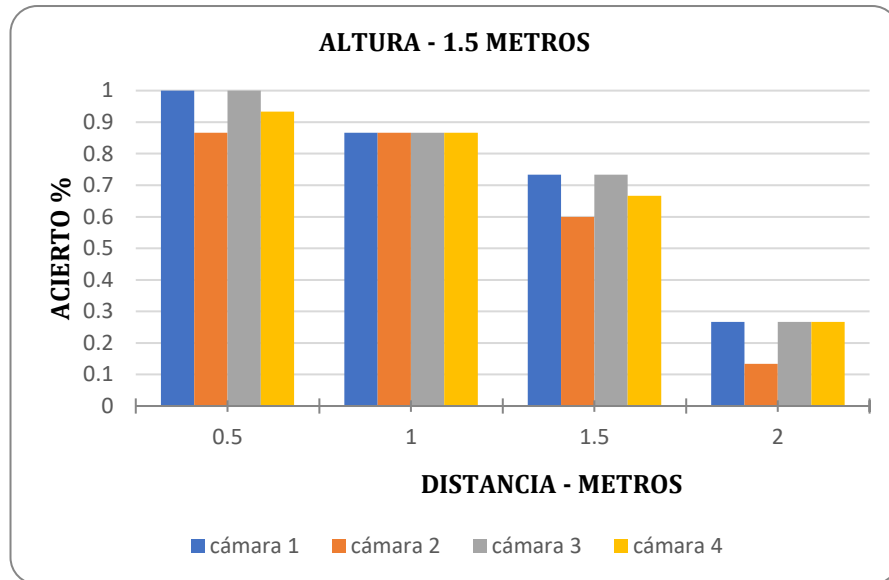


Figura. 6. 23 Gráfico comparativo a una altura de 1.5 metros en un ambiente indoor en la noche.
Fuente: Autoría propia

En la Figura 6.24 donde podemos observar el comportamiento de las cámaras a la altura de 2 metros en un ambiente interior durante la noche, obteniendo como mayor porcentaje 93% entre la cámara 1 y 3 a una distancia de 0.5 metros y como menor porcentaje 0 % de la cámara 2 a una distancia de 2 metros.

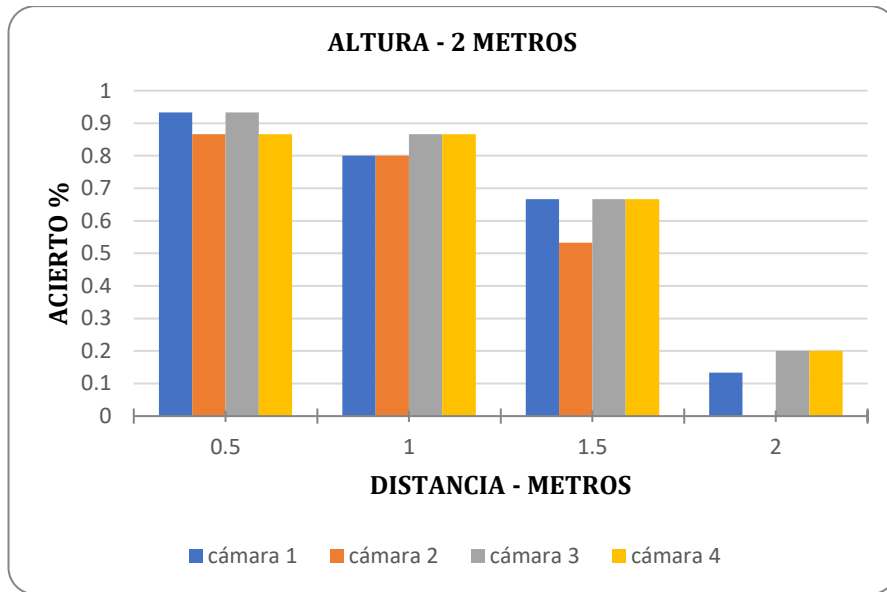


Figura. 6. 24 Gráfico comparativo a una altura de 2 metros en un ambiente indoor en la noche.
Fuente: Autoría propia

En la Figura 6.25 podemos observar el comportamiento de las cámaras a la altura de 1 metro en un ambiente exterior durante la mañana, obteniendo como mayor porcentaje 100% de la cámara 3 a una distancia de 0.5 metros y como menor porcentaje 33% de la cámara 2 a una distancia de 2 metros.

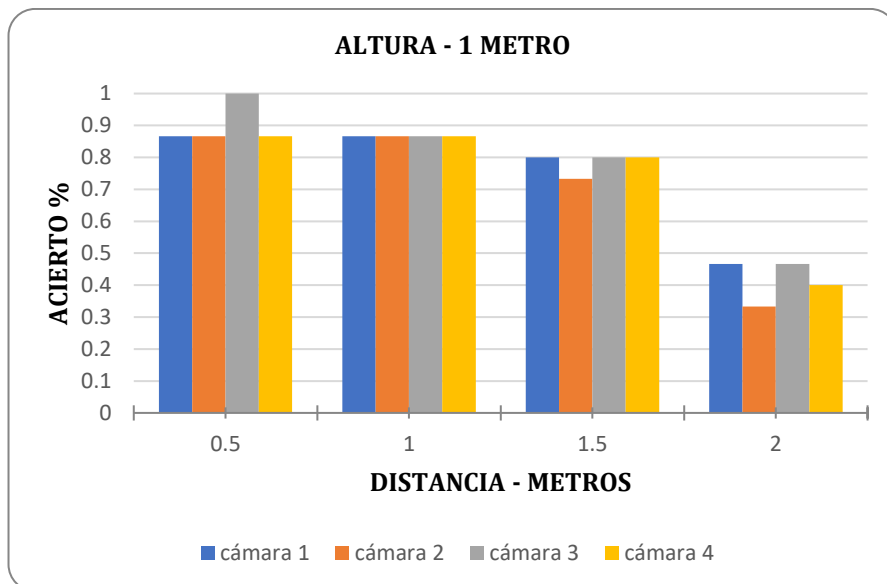


Figura. 6. 25 Gráfico comparativo a una altura de 1 metro en un ambiente outdoor en la mañana.
Fuente: Autoría propia

En la Figura 6.26 podemos observar el comportamiento de las cámaras a la altura de 1.5 metros en un ambiente exterior durante la mañana, obteniendo como mayor porcentaje 100% entre la cámara 1 y 3 a una distancia de 0.5 metros, también se observa que se obtiene el mismo resultado de la cámara 3 a un metro de distancia y como menor porcentaje 40% de la cámara 2 a una distancia de 2 metros.

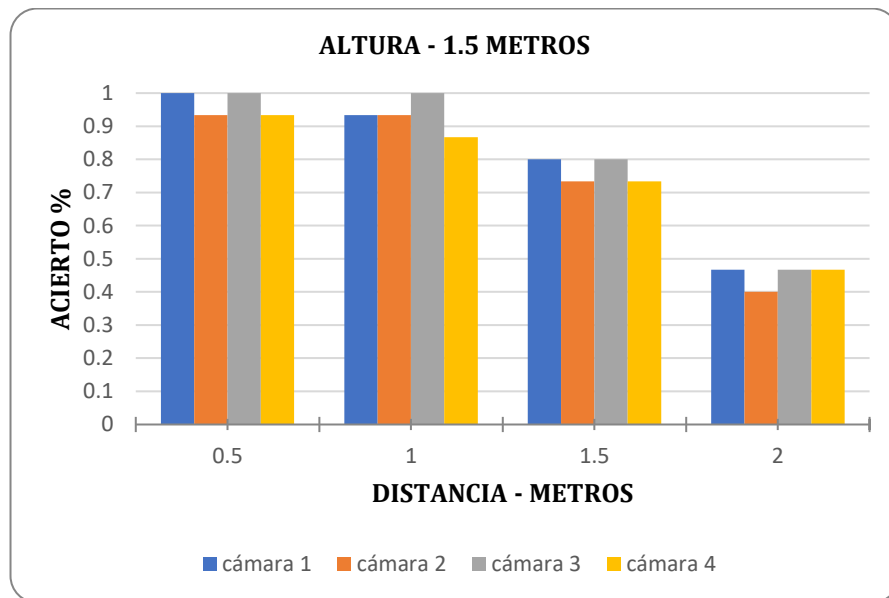


Figura. 6. 26 Gráfico comparativo a una altura de 1.5 metros en un ambiente outdoor en la mañana.
Fuente: Autoría propia

En la Figura 6.27 podemos observar el comportamiento de las cámaras a la altura de 2 metros en un ambiente exterior durante la mañana, obteniendo como mayor porcentaje 93% entre cámara 1 y 3 a una distancia de 0.5 metros y como menor porcentaje 20% de la cámara 2 a una distancia de 2 metros.

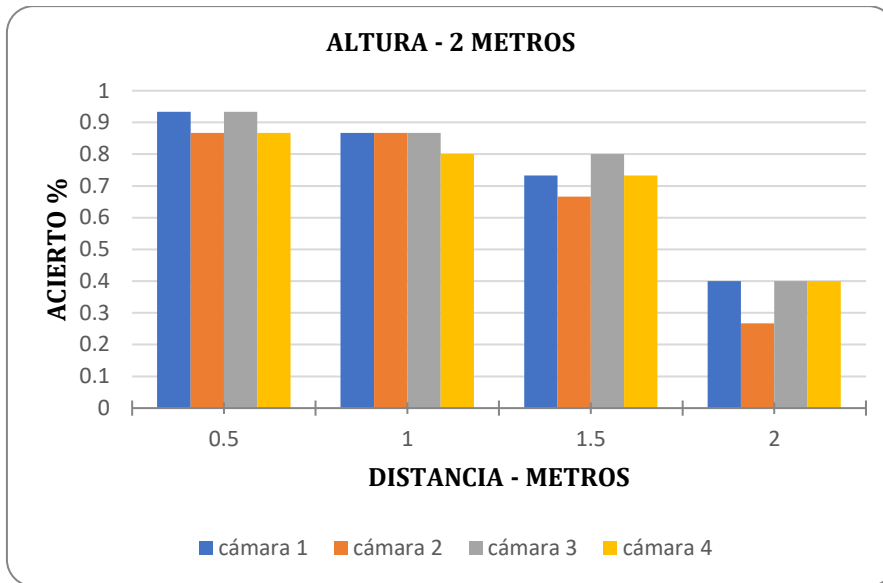


Figura. 6. 27 Gráfico comparativo a una altura de 2 metros en un ambiente outdoor en la mañana.
Fuente: Autoría propia

En la Figura 6.28 podemos observar el comportamiento de las cámaras a la altura de 1 metro en un ambiente exterior durante la noche, obteniendo como mayor porcentaje 80% entre la cámara 1 y 3 a una distancia de 0.5 metros y como menor porcentaje 0% de las cámaras 1,2 y 4 a una distancia de 2 metros.

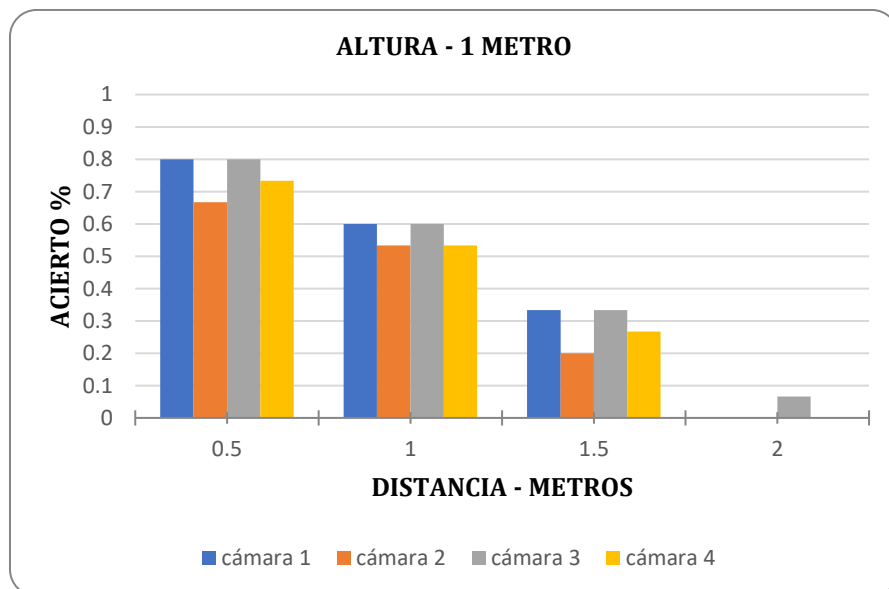


Figura. 6. 28 Gráfico comparativo a una altura de 1 metro en un ambiente outdoor en la noche.
Fuente: Autoría propia

En la Figura 6.29 podemos observar el comportamiento de las cámaras a la altura de 1.5 metros en un ambiente exterior durante la noche, obteniendo como mayor porcentaje 86% de la cámara 3 a una distancia de 0.5 metros y como menor porcentaje 0% de la cámara 2 a una distancia de 2 metros.

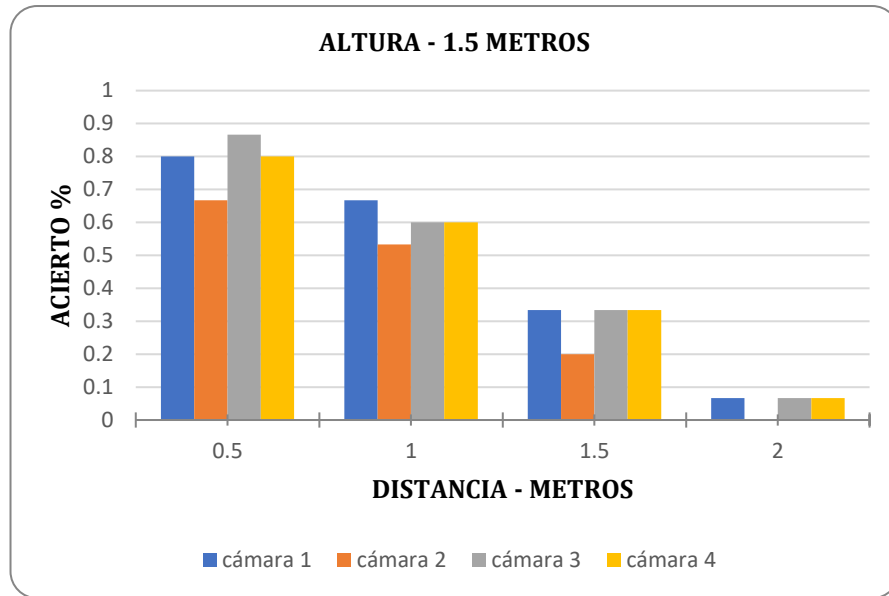


Figura. 6. 29 Gráfico comparativo a una altura de 1.5 metros en un ambiente outdoor en la noche.
Fuente: Autoría propia

En la Figura 6.30 donde podemos observar el comportamiento de las cámaras a la altura de 2 metros en un ambiente exterior durante la noche, obteniendo como mayor porcentaje 86% de cámara 3 a una distancia de 0.5 metros y como menor porcentaje 0% entre cámara 2 y 4 a una distancia de 2 metros.

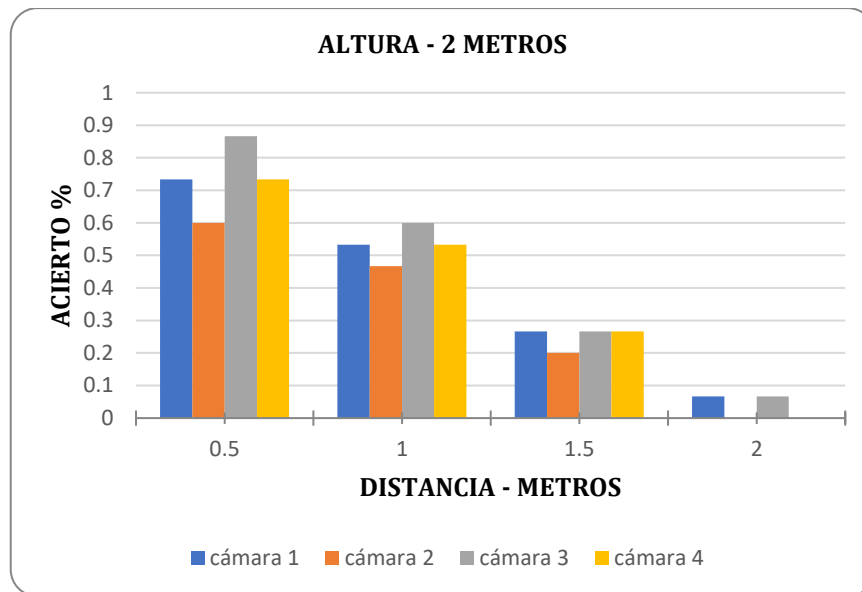


Figura. 6. 30 Gráfico comparativo a una altura de 2 metros en un ambiente outdoor en la noche.
Fuente: Autoría propia

6.5 Requisitos y Condiciones del Sistema

En la presente investigación se obtuvo resultados a través de cuatro tipos de cámaras anteriormente descritas, una cámara de computadora, dos cámaras de dispositivos móviles y una cámara IP, todo esto para el procesamiento de información, cabe destacar que se presentó en distintas condiciones por las cuales se podía mejorar la detección de rostros, como se vio el resultado anterior descrito, con esto nos basaremos para brindar las mejores condiciones ideales para nuestro modelo propuesto.

6.5.1 Requisitos de Eventos

Un rostro debe estar a una distancia no mayor a dos metros de la cámara para ser reconocido acuerdo con el entorno, como se mencionó anteriormente se recomienda estar entre 0.5 a 1 metro de distancia para conseguir la detección.

Los rostros que se muevan tendrán problemas a la hora de ser detectados por el sistema al encontrarse en distintas posiciones, las condiciones ideales deben estar en vista de frente en dirección hacia la cámara.

Movimientos bruscos no están aptos para que el sistema pueda reconocerlo como un rostro, ya que no podrá encontrar características pertenecientes a un rostro.

6.5.2 Requisitos de Ambiente

Se observó con una cámara de baja resolución es capaz de detectar un rostro con la distancia ideal, mientras con una cámara de 720p o una cámara de alta resolución se obtiene una mejor detección de rostro y así mejorar su enfoque como se vio en las pruebas, de este modo utilizando estas cámaras se podrá hacer la búsqueda con otros rostros del repositorio de imágenes y obtener mejores resultados.

El sistema utiliza el CPU del ordenador para el procesamiento de las imágenes, se trabajó con un procesador Intel(R) Core (TM) i5-4210U 1.70GHz 2.40 GHz, 6GB RAM.

Los gestos faciales exagerados, accesorios en el rostro como lentes, sombreros, entre otros, también la iluminación excesiva que pueda reflejar la luz al rostro, todos estos factores podrán afectar la detección y no reconocer como tal.

Las condiciones ambientales, dependen donde se utilizará la cámara, la altura adecuada es de 1 a 1.5 metros de altura promedio con dirección al rostro, también se vio un buen rendimiento a una altura de 2 metros, pero todo esto depende de la distancia que se mencionó.

El ambiente donde esté posicionada la cámara debe estar con la iluminación necesaria como para poder distinguir un rostro, en iluminación general los rostros deben estar en zonas iluminadas sin sombras, en un espacio de interior se obtendría mejores resultados por otro lado en un espacio exterior, se puede tener un alto rendimiento durante el día sin embargo por la noche puede presentarse complicaciones de iluminación y otros factores que podrían afectar la detección.

CONCLUSIONES

Se investigó los modelos de aprendizaje de máquina, redes neuronales, aprendizaje profundo y tecnologías como Dlib que incluye un conjunto de librerías con algoritmos para el reconocimiento y OpenCV para el procesamiento de imágenes ya implementadas, optando por la arquitectura de OpenFace para el reconocimiento facial.

Se propuso un modelo basado en una red neuronal siamesa, el cual es capaz de procesar imágenes y fotogramas de video extrayendo sus características el cual envía alertas, mediante el uso de cámaras, indicando si el individuo fue reconocido.

Se propuso una base de datos conformada por imágenes de personas desaparecidas, para que funcione en puntos estratégicos como terminales en futuras implementaciones. También se realizaron pruebas con una base de datos conformada por imágenes de alumnos del PET para medir nuestro modelo y finalmente se hizo pruebas con una base de datos compuesta por personas voluntarias para medir el desempeño y acierto en condiciones reales.

Se concluye del modelo propuesto de reconocimiento facial, se tomó el mejor resultado de la Figura 6.21, donde las medidas ideales son de 0.5 metros hasta 1 metro de distancia y a una altura de 1.5 metros en un ambiente interior con condiciones similares a la mañana con una resolución mínima de 8 megapíxeles, de este modo validamos nuestro modelo propuesto.

RECOMENDACIONES

Para trabajos futuros, se recomienda:

Poder realizar un feedback automático para la base de datos, donde se ingresen las imágenes de personas desaparecidas, mediante el uso de técnicas como la de web scraping que permite extraer información de sitios webs y así tener un conjunto de datos ideal para ser usado.

Revisar la documentación de OpenFace, ya que posteriormente se va actualizando y utilizan modelos de redes neuronales más adecuados con conjunto de datos más grandes, y de esta manera poder mejorar el modelo propuesto.

Se recomienda hacer una comparativa con el algoritmo de Face Recognition de Dlib.

Se recomienda implementar el modelo propuesto en aeropuertos, terrapuestos, comisarías y estaciones de fronteras migratorias, con los resultados ya mencionados previamente.

se recomienda usar una cámara con características similares a 720p o superiores.

ANEXOS

Anexo 1. Requerimientos Funcionales

RF-001	El sistema debe reconocer personas desaparecidas a partir de una imagen o un video.
Versión	1.0-01/12/2018
Dependencias	El sistema debe tener una base de datos de personas desaparecidas.
Descripción	<ul style="list-style-type: none">• El sistema deberá aceptar formatos de video e imágenes.• El sistema deberá utilizar las librerías de OpenCV y Dlib para el reconocimiento de rostros.• El sistema deberá comparar los rostros de entrada con los de la base de datos.
Importancia	Alta
Prioridad	Alta
Estado	Finalizado
Comentarios	Ninguno

Tabla 5. 1 Requisito funcional RF-001.

Fuente: Autoría propia

RF-002	El sistema debe mandar alertas cuando se haya reconocido a alguien, estas alertas pueden ser por email.
Versión	1.0-01/12/2018

Dependencias	<p>El sistema debe tener una base de datos de personas desaparecidas.</p> <p>El sistema debe reconocer a una persona por medio de una imagen o video.</p>
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema deberá comparar las distancias de las imágenes ingresadas con la base de datos de personas desaparecidas. • El sistema deberá mandar una alerta si se encontraron resultados. • El sistema deberá enviar esta alerta ya sea por email u otro.
Importancia	Alta
Prioridad	Alta
Estado	Finalizado
Comentarios	Ninguno

Tabla 5. 2 Requisito funcional RF-002.
Fuente: Autoría propia

RF-003	El sistema debe tener una base de datos de las personas desaparecidas, esta base de datos puede actualizarse automáticamente o manual.
Versión	1.0-01/12/2018
Dependencias	Ninguno
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema deberá tener una base de datos de las personas desaparecidas. • La base de datos podrá ser actualizada manualmente o automáticamente.

Importancia	Media
Prioridad	Alta
Estado	Finalizado
Comentarios	Ninguno

Tabla 5. 3 Requisito funcional RF-003.
Fuente: Autoría propia

Anexo 2. Requerimientos No Funcionales

RNF-001	El sistema debe ser fácil de usar, como máximo 3 clics por acción.
Versión	1.0-01/12/2018
Dependencias	El sistema debe tener una interfaz amigable por la cual el usuario podrá interactuar con las funciones de esta.
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema debe ser sencillo y de fácil uso para el usuario final. • El sistema deberá tener como máximo 3 clic por acción que se ejecute.
Importancia	Media
Prioridad	Media
Estado	Finalizado
Comentarios	Ninguno

Tabla 5. 4 Requisito no funcional RNF-001.
Fuente: Autoría propia

RNF-002	El sistema debe ser implementado en Python
Versión	1.0-01/12/2018
Dependencias	Ninguno
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema estará desarrollado en el lenguaje de programación Python
Importancia	Alta

Prioridad	Alta
Estado	Finalizado
Comentarios	Ninguno

Tabla 5. 5 Requisito no funcional RNF-002.
Fuente: Autoría propia

RNF-003	El sistema debe funcionar en un sistema operativo Linux Ubuntu 16.04 LTS.
Versión	1.0-01/12/2018
Dependencias	El sistema tendrá todos los paquetes necesarios e instalados para su implementación.
Descripción	• El sistema deberá funcionar en un sistema operativo Linux Ubuntu 16.04 LTS.
Importancia	Alta
Prioridad	Alta
Estado	Finalizado
Comentarios	Ninguno

Tabla 5. 6 Requisito no funcional RNF-003.
Fuente: Autoría propia

RNF-004	El sistema debe tener un tiempo máximo de 5 segundos de procesamiento para un video de 2 segundos
Versión	1.0-01/12/2018
Dependencias	Ninguno

Descripción	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema deberá hacer un procesamiento eficaz, por ejemplo, para un video de 2 segundos, hará el proceso en 5 segundos.
Importancia	Alta
Prioridad	Alta
Estado	Finalizado
Comentarios	Ninguno

Tabla 5. 7 Requisito no funcional RNF-004.
Fuente: Autoría propia

RNF-005	El sistema debe aprovechar el GPU de la computadora
Versión	1.0-01/12/2018
Dependencias	Ninguno
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema usará Torch lo que permitirá que pueda ejecutarse en GPU o CPU, para este caso aprovechará la Unidad de Procesos Gráficos para que sea más rápido.
Importancia	Baja
Prioridad	Baja
Estado	Finalizado
Comentarios	Ninguno

Tabla 5. 8 Requisito no funcional RNF-005.
Fuente: Autoría propia

RNF-006	EL sistema debe funcionar con un video mínimo de 800x600 y con 30 de FPS
---------	--

Versión	1.0-01/12/2018
Dependencias	Ninguno
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema deberá estar implementado para leer videos con una resolución mínima de 800x600 y con 30 FPS. • El sistema deberá adecuar los formatos de video e imagen a la resolución mencionada.
Importancia	Media
Prioridad	Media
Estado	Finalizado
Comentarios	Ninguno

Tabla 5. 9 Requisito no funcional RNF-006.
Fuente: Autoría propia

Anexo 3. Especificación de casos de uso

AT-001	Usuario
versión	1.0-01/12/2018
Descripción	Este actor del sistema es el que representa el rol de usuario, que interactuará directamente con el sistema
Comentarios	Ninguno

Tabla 5. 10 Actor del sistema
Fuente: Autoría propia

ID001	Agregar personas a la BD
versión	1.0-01/12/2018
Actores	Usuario
Dependencias	Imágenes para la inserción
Precondición	El usuario debe contar con un repositorio para insertar las imágenes.
Flujo principal	El usuario inserta las imágenes a la base de datos. que serán comparadas con las secuencias de imágenes obtenidas por la cámara web.
Postcondición	El sistema debe estar iniciado

Tabla 5. 11 Caso de uso ID001.
Fuente: Autoría propia

ID002	Iniciar cámara
versión	1.0-01/12/2018
Actores	Usuario
Dependencias	Caso de uso ID001
Precondición	El usuario debe iniciar la cámara
Flujo principal	La cámara una vez iniciada, obtendrá la secuencia de imágenes que serán procesadas en fotogramas.
Postcondición	Con las secuencias de imágenes obtenidas se procederá a para la búsqueda de las personas.

Tabla 5. 12 Caso de uso ID002.
Fuente: Autoría propia

ID003	Buscar personas
versión	1.0-01/12/2018
Actores	Usuario
Dependencias	Caso de uso ID002
Precondición	Se requiere que la cámara se encuentre iniciada.
Flujo principal	El sistema busca las imágenes de personas.
Postcondición	Con las imágenes obtenidas se procederá a su identificación.

Tabla 5. 13 Caso de uso ID003.
Fuente: Autoría propia

ID004	Identificar persona
versión	1.0-01/12/2018
Actores	Usuario
Dependencias	Caso de uso ID005, Caso de uso ID006, Caso de uso ID007
Precondición	Se debe obtener las imágenes de la búsqueda de personas.
Flujo principal	Se procederá a identificar a las personas
Postcondición	Obtener la persona identificada de la búsqueda de personas

Tabla 5. 14 Caso de uso ID004.
Fuente: Autoría propia

ID005	Clasificar
versión	1.0-01/12/2018
Actores	Usuario
Dependencias	Caso de uso ID004
Precondición	Se debe tener la imagen identificada
Flujo principal	El sistema debe clasificar la imagen identificada.
Postcondición	Imágenes identificadas correctamente.

Tabla 5. 15 Caso de uso ID005.
Fuente: Autoría propia

ID006	Detectar rostro
versión	1.0-01/12/2018
Actores	Usuario
Dependencias	Caso de uso ID004
Precondición	Se debe tener la imagen identificada
Flujo principal	Se detectan los rostros que serán procesados por el sistema.
Postcondición	Recorte de imágenes de rostros

Tabla 5. 16 Caso de uso ID006.
Fuente: Autoría propia

ID007	Extraer características
versión	1.0-01/12/2018
Actores	Usuario
Dependencias	Caso de uso ID004
Precondición	Se debe tener la imagen identificada
Flujo principal	Se extraerán las características en que serán comparadas para definir la proximidad con el rostro de la persona a identificar.
Postcondición	Comparación de características

Tabla 5. 17 Caso de uso ID007.
Fuente: Autoría propia

ID008	Mostrar resultados
versión	1.0-01/12/2018
Actores	Usuario
Dependencias	Caso de uso ID004
Precondición	Identificar personas
Flujo principal	El sistema determinará si la imagen corresponde a la persona.
Postcondición	Se mostrarán los resultados.

Tabla 5. 18 Caso de uso ID008.
Fuente: Autoría propia

Anexo 4. Resultados obtenidos de la base de datos de voluntarios

Se observa en la Tabla 6.4, datos obtenidos con la cámara número 1 a una altura de 1 metro con las diferentes distancias en un espacio indoor.

0.5METRO- CÁMARA1			1METRO-CÁMARA1			1.5METRO- CÁMARA1			2METRO-CÁMARA1		
SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE
S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	NO	NO
S2	SI	SI	S2	SI	SI	S2	SI	NO	S2	NO	NO
S3	SI	SI	S3	SI	SI	S3	NO	NO	S3	SI	SI
S4	SI	SI	S4	SI	SI	S4	SI	SI	S4	SI	SI
S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	NO
S6	SI	SI	S6	SI	SI	S6	SI	SI	S6	SI	NO
S7	SI	NO	S7	SI	NO	S7	SI	NO	S7	NO	NO
S8	SI	SI	S8	SI	SI	S8	SI	NO	S8	SI	NO
S9	SI	SI	S9	SI	SI	S9	SI	SI	S9	SI	NO
S10	SI	SI	S10	SI	NO	S10	NO	NO	S10	NO	NO
S11	SI	SI	S11	SI	SI	S11	SI	SI	S11	SI	NO
S12	SI	SI	S12	SI	SI	S12	SI	NO	S12	NO	NO
S13	SI	SI	S13	SI	SI	S13	SI	SI	S13	SI	NO
S14	SI	SI	S14	SI	SI	S14	SI	SI	S14	SI	NO
S15	SI	SI	S15	SI	SI	S15	SI	SI	S15	SI	SI
TOTAL, SI	15	14	TOTAL, SI	15	13	TOTAL, SI	13	9	TOTAL, SI	10	3
TOTAL, NO	0	1	TOTAL, NO	0	2	TOTAL, NO	2	6	TOTAL, NO	5	12
PROMEDIO	1.00	0.93	PROMEDIO	1.00	0.87	PROMEDIO	0.87	0.60	PROMEDIO	0.67	0.20

Tabla 6. 4 Cámara 1 en una altura de 1 metro por distancias en un ambiente indoor.

Fuente: Elaboración propia

Se observa en la Tabla 6.5, datos obtenidos con la cámara número 2 a una altura de 1 metro con las diferentes distancias en un espacio indoor.

0.5METRO- CÁMARA2			1METRO-CÁMARA2			1.5METRO- CÁMARA2			2METRO-CÁMARA2		
SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE
S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	NO	NO
S2	SI	SI	S2	SI	SI	S2	NO	NO	S2	NO	NO
S3	SI	SI	S3	SI	SI	S3	NO	NO	S3	NO	NO
S4	SI	SI	S4	SI	SI	S4	SI	NO	S4	SI	NO
S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	NO
S6	SI	SI	S6	SI	NO	S6	SI	SI	S6	NO	NO
S7	SI	NO	S7	NO	NO	S7	NO	NO	S7	NO	NO
S8	SI	SI	S8	SI	SI	S8	SI	SI	S8	SI	NO
S9	SI	SI	S9	SI	NO	S9	SI	NO	S9	SI	NO
S10	SI	SI	S10	SI	SI	S10	SI	SI	S10	NO	NO
S11	SI	SI	S11	SI	SI	S11	SI	SI	S11	SI	NO
S12	SI	SI	S12	SI	SI	S12	SI	SI	S12	SI	SI
S13	SI	SI	S13	SI	SI	S13	SI	SI	S13	SI	NO
S14	SI	SI	S14	SI	SI	S14	SI	NO	S14	NO	NO
S15	SI	NO	S15	SI	NO	S15	SI	NO	S15	SI	NO
TOTAL, SI	15	13	TOTAL, SI	14	11	TOTAL, SI	12	8	TOTAL, SI	8	1
TOTAL, NO	0	2	TOTAL, NO	1	4	TOTAL, NO	3	7	TOTAL, NO	7	14
PROMEDIO	1.00	0.87	PROMEDIO	0.93	0.73	PROMEDIO	0.80	0.53	PROMEDIO	0.53	0.07

Tabla 6. 5 Cámara 2 en una altura de 1 metro por distancias en un ambiente indoor.
Fuente: Elaboración propia

Se observa en la Tabla 6.6, datos obtenidos con la cámara número 3 a una altura de 1 metro con las diferentes distancias en un espacio indoor.

0.5METRO- CÁMARA3			1METRO-CÁMARA3			1.5METRO- CÁMARA3			2METRO-CÁMARA3		
SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE
S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	SI	SI
S2	SI	SI	S2	SI	NO	S2	NO	NO	S2	NO	NO
S3	SI	SI	S3	SI	SI	S3	NO	NO	S3	NO	NO
S4	SI	SI	S4	SI	SI	S4	SI	SI	S4	SI	NO
S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	NO
S6	SI	SI	S6	SI	NO	S6	SI	SI	S6	SI	NO
S7	SI	SI	S7	SI	SI	S7	SI	SI	S7	NO	NO
S8	SI	SI	S8	SI	SI	S8	SI	NO	S8	SI	NO
S9	SI	SI	S9	SI	SI	S9	SI	NO	S9	SI	NO
S10	SI	SI	S10	SI	SI	S10	SI	SI	S10	NO	NO
S11	SI	SI	S11	SI	SI	S11	SI	SI	S11	SI	NO
S12	SI	SI	S12	SI	SI	S12	SI	NO	S12	SI	NO
S13	SI	SI	S13	SI	SI	S13	SI	SI	S13	SI	SI
S14	SI	SI	S14	SI	SI	S14	SI	SI	S14	NO	NO
S15	SI	SI	S15	SI	SI	S15	SI	SI	S15	SI	SI
TOTAL, SI	15	15	TOTAL, SI	15	13	TOTAL, SI	13	10	TOTAL, SI	10	3
TOTAL, NO	0	0	TOTAL, NO	0	2	TOTAL, NO	2	5	TOTAL, NO	5	12
PROMEDIO	1.00	1.00	PROMEDIO	1.00	0.87	PROMEDIO	0.87	0.67	PROMEDIO	0.67	0.20

Tabla 6. 6 Cámara 3 en una altura de 1 metro por distancias en un ambiente indoor.
Fuente: Elaboración propia

Se observa en la Tabla 6.7, datos obtenidos con la cámara número 4 a una altura de 1 metro con las diferentes distancias en un espacio indoor.

0.5METRO- CÁMARA4			1METRO-CÁMARA4			1.5METRO- CÁMARA4			2METRO-CÁMARA4		
SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE
S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	SI	SI
S2	SI	SI	S2	SI	SI	S2	SI	NO	S2	NO	NO
S3	SI	SI	S3	SI	SI	S3	SI	NO	S3	NO	NO
S4	SI	SI	S4	SI	SI	S4	SI	NO	S4	SI	NO
S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	NO	NO
S6	SI	SI	S6	SI	SI	S6	SI	SI	S6	SI	NO
S7	SI	NO	S7	SI	SI	S7	SI	SI	S7	SI	NO
S8	SI	SI	S8	SI	SI	S8	SI	SI	S8	SI	NO
S9	SI	SI	S9	SI	NO	S9	SI	NO	S9	SI	NO
S10	SI	SI	S10	SI	SI	S10	NO	SI	S10	NO	NO
S11	SI	SI	S11	SI	SI	S11	NO	SI	S11	NO	NO
S12	SI	SI	S12	SI	SI	S12	SI	NO	S12	SI	NO
S13	SI	SI	S13	SI	SI	S13	SI	NO	S13	SI	SI
S14	SI	SI	S14	SI	NO	S14	SI	SI	S14	SI	SI
S15	SI	SI	S15	SI	SI	S15	SI	SI	S15	NO	NO
TOTAL, SI	15	14	TOTAL, SI	15	13	TOTAL, SI	13	9	TOTAL, SI	9	3
TOTAL, NO	0	1	TOTAL, NO	0	2	TOTAL, NO	2	6	TOTAL, NO	6	12
PROMEDIO	1.00	0.93	PROMEDIO	1.00	0.87	PROMEDIO	0.87	0.60	PROMEDIO	0.60	0.20

Tabla 6. 7 Cámara 4 en una altura de 1 metro por distancias en un ambiente indoor.
Fuente: Elaboración propia

Se observa en la Tabla 6.8, datos obtenidos con la cámara número 1 a una altura de 1.5 metros con las diferentes distancias en un espacio indoor.

0.5METRO- CÁMARA1			1METRO-CÁMARA1			1.5METRO- CÁMARA1			2METRO-CÁMARA1		
SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	19:00
S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	SI	SI
S2	SI	SI	S2	SI	SI	S2	SI	SI	S2	SI	NO
S3	SI	SI	S3	SI	SI	S3	SI	NO	S3	NO	NO
S4	SI	SI	S4	SI	SI	S4	NO	NO	S4	NO	NO
S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	NO
S6	SI	SI	S6	SI	SI	S6	SI	SI	S6	SI	NO
S7	SI	SI	S7	SI	NO	S7	SI	NO	S7	SI	NO
S8	SI	SI	S8	SI	SI	S8	SI	SI	S8	SI	NO
S9	SI	SI	S9	SI	SI	S9	SI	SI	S9	SI	SI
S10	SI	SI	S10	SI	SI	S10	SI	SI	S10	SI	NO
S11	SI	SI	S11	SI	SI	S11	SI	SI	S11	SI	NO
S12	SI	SI	S12	SI	SI	S12	SI	SI	S12	NO	NO
S13	SI	SI	S13	SI	SI	S13	SI	SI	S13	SI	SI
S14	SI	SI	S14	SI	NO	S14	SI	NO	S14	NO	NO
S15	SI	SI	S15	SI	SI	S15	NO	SI	S15	NO	SI
TOTAL, SI	15	15	TOTAL, SI	15	13	TOTAL, SI	13	11	TOTAL, SI	10	4
TOTAL, NO	0	0	TOTAL, NO	0	2	TOTAL, NO	2	4	TOTAL, NO	5	11
PROMEDIO	1.00	1.00	PROMEDIO	1.00	0.87	PROMEDIO	0.87	0.73	PROMEDIO	0.67	0.27

Tabla 6. 8 Cámara 1 en una altura de 1.5 metros por distancias en un ambiente indoor.
Fuente: Elaboración propia

Se observa en la Tabla 6.9, datos obtenidos con la cámara número 2 a una altura de 1.5 metros con las diferentes distancias en un espacio indoor.

0.5METRO- CÁMARA2			1METRO-CÁMARA2			1.5METRO- CÁMARA2			2METRO-CÁMARA2		
SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE
S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	SI	NO
S2	SI	SI	S2	SI	SI	S2	SI	SI	S2	SI	NO
S3	SI	SI	S3	SI	SI	S3	NO	NO	S3	NO	NO
S4	SI	SI	S4	SI	SI	S4	SI	SI	S4	NO	NO
S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	NO
S6	SI	SI	S6	SI	SI	S6	SI	NO	S6	SI	NO
S7	SI	NO	S7	SI	NO	S7	SI	NO	S7	SI	NO
S8	SI	SI	S8	SI	SI	S8	SI	SI	S8	NO	NO
S9	SI	SI	S9	SI	SI	S9	SI	SI	S9	NO	NO
S10	SI	SI	S10	SI	SI	S10	SI	SI	S10	SI	SI
S11	SI	SI	S11	SI	SI	S11	SI	SI	S11	SI	NO
S12	SI	SI	S12	SI	SI	S12	SI	NO	S12	SI	NO
S13	SI	SI	S13	SI	SI	S13	SI	SI	S13	SI	SI
S14	SI	NO	S14	SI	NO	S14	SI	NO	S14	NO	NO
S15	SI	SI	S15	SI	SI	S15	NO	NO	S15	NO	NO
TOTAL, SI	15	13	TOTAL, SI	15	13	TOTAL, SI	13	9	TOTAL, SI	9	2
TOTAL, NO	0	2	TOTAL, NO	0	2	TOTAL, NO	2	6	TOTAL, NO	6	13
PROMEDIO	1.0	0.9	PROMEDIO	1.0	0.9	PROMEDIO	0.9	0.6	PROMEDIO	0.6	0.1

Tabla 6. 9 Cámara 2 en una altura de 1.5 metros por distancias en un ambiente indoor.
Fuente: Elaboración propia

Se observa en la Tabla 6.10, datos obtenidos con la cámara número 3 a una altura de 1.5 metros con las diferentes distancias en un espacio indoor.

0.5METRO- CÁMARA3			1METRO-CÁMARA3			1.5METRO- CÁMARA3 -1.5m			2METRO-CÁMARA3 -1.5m		
SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE
S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	SI	SI
S2	SI	SI	S2	SI	SI	S2	SI	SI	S2	SI	SI
S3	SI	SI	S3	SI	SI	S3	SI	NO	S3	NO	NO
S4	SI	SI	S4	SI	SI	S4	NO	NO	S4	NO	NO
S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	NO
S6	SI	SI	S6	SI	SI	S6	SI	SI	S6	SI	NO
S7	SI	SI	S7	SI	NO	S7	SI	NO	S7	SI	NO
S8	SI	SI	S8	SI	SI	S8	SI	SI	S8	SI	NO
S9	SI	SI	S9	SI	SI	S9	SI	SI	S9	SI	NO
S10	SI	SI	S10	SI	SI	S10	SI	SI	S10	SI	NO
S11	SI	SI	S11	SI	SI	S11	SI	SI	S11	SI	NO
S12	SI	SI	S12	SI	SI	S12	SI	SI	S12	SI	SI
S13	SI	SI	S13	SI	SI	S13	SI	SI	S13	SI	NO
S14	SI	SI	S14	SI	NO	S14	SI	NO	S14	NO	NO
S15	SI	SI	S15	SI	SI	S15	NO	SI	S15	NO	SI
TOTAL, SI	15	15	TOTAL, SI	15	13	TOTAL, SI	13	11	TOTAL, SI	11	4
TOTAL, NO	0	0	TOTAL, NO	0	2	TOTAL, NO	2	4	TOTAL, NO	4	11
PROMEDIO	1.00	1.00	PROMEDIO	1.00	0.87	PROMEDIO	0.87	0.73	PROMEDIO	0.73	0.27

Tabla 6. 10 Cámara 3 en una altura de 1.5 metros por distancias en un ambiente indoor.
Fuente: Elaboración propia

Se observa en la Tabla 6.11, datos obtenidos con la cámara número 4 a una altura de 1.5 metros con las diferentes distancias en un espacio indoor.

0.5METRO- CÁMARA4			1METRO-CÁMARA4			1.5METRO- CÁMARA4			2METRO-CÁMARA4		
SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE
S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	NO	NO
S2	SI	SI	S2	SI	SI	S2	SI	SI	S2	SI	SI
S3	SI	SI	S3	SI	SI	S3	SI	NO	S3	NO	NO
S4	SI	SI	S4	SI	SI	S4	NO	NO	S4	NO	NO
S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	NO
S6	SI	SI	S6	SI	SI	S6	SI	SI	S6	SI	NO
S7	SI	SI	S7	SI	NO	S7	NO	NO	S7	SI	SI
S8	SI	SI	S8	SI	SI	S8	SI	SI	S8	SI	NO
S9	SI	SI	S9	SI	SI	S9	SI	SI	S9	SI	SI
S10	SI	SI	S10	SI	SI	S10	SI	SI	S10	SI	SI
S11	SI	SI	S11	SI	SI	S11	SI	SI	S11	SI	NO
S12	SI	SI	S12	SI	SI	S12	SI	SI	S12	SI	NO
S13	SI	SI	S13	SI	SI	S13	SI	SI	S13	NO	NO
S14	SI	NO	S14	SI	NO	S14	SI	NO	S14	SI	NO
S15	SI	SI	S15	SI	SI	S15	SI	NO	S15	NO	NO
TOTAL, SI	15	14	TOTAL, SI	15	13	TOTAL, SI	13	10	TOTAL, SI	10	4
TOTAL, NO	0	1	TOTAL, NO	0	2	TOTAL, NO	2	5	TOTAL, NO	5	11
PROMEDIO	1.00	0.93	PROMEDIO	1.00	0.87	PROMEDIO	0.87	0.67	PROMEDIO	0.67	0.27

Tabla 6. 11 Cámara 4 en una altura de 1.5 metros por distancias en un ambiente indoor.
Fuente: Elaboración propia

Se observa en la Tabla 6.12, datos obtenidos con la cámara número 1 a una altura de 2 metros con las diferentes distancias en un espacio indoor.

0.5METRO- CÁMARA1			1METRO-CÁMARA1			1.5METRO- CÁMARA1			2METRO-CÁMARA1		
SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	19:00
S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	SI	NO
S2	SI	SI	S2	SI	SI	S2	SI	SI	S2	SI	SI
S3	SI	NO	S3	SI	SI	S3	SI	NO	S3	SI	NO
S4	SI	SI	S4	SI	si	S4	NO	NO	S4	NO	NO
S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	NO
S6	SI	SI	S6	SI	SI	S6	SI	SI	S6	SI	NO
S7	SI	SI	S7	SI	NO	S7	SI	NO	S7	SI	NO
S8	SI	SI	S8	SI	SI	S8	SI	SI	S8	NO	NO
S9	SI	SI	S9	SI	SI	S9	SI	SI	S9	NO	NO
S10	SI	SI	S10	NO	NO	S10	SI	SI	S10	NO	NO
S11	SI	SI	S11	SI	SI	S11	SI	SI	S11	SI	NO
S12	SI	SI	S12	SI	SI	S12	SI	SI	S12	SI	SI
S13	SI	SI	S13	SI	SI	S13	SI	SI	S13	SI	NO
S14	SI	SI	S14	SI	si	S14	SI	NO	S14	NO	NO
S15	NO	SI	S15	SI	NO	S15	NO	NO	S15	NO	NO
TOTAL, SI	14	14	TOTAL, SI	14	12	TOTAL, SI	13	10	TOTAL, SI	9	2
TOTAL, NO	1	1	TOTAL, NO	1	3	TOTAL, NO	2	5	TOTAL, NO	6	13
PROMEDIO	0.93	0.93	PROMEDIO	0.93	0.80	PROMEDIO	0.87	0.67	PROMEDIO	0.60	0.13

Tabla 6. 12 Cámara 1 en una altura de 2 metros por distancias en un ambiente indoor.
Fuente: Elaboración propia

Se observa en la Tabla 6.13, datos obtenidos con la cámara número 2 a una altura de 2 metros con las diferentes distancias en un espacio indoor.

0.5METRO- CÁMARA2			1METRO-CÁMARA2			1.5METRO- CÁMARA2			2METRO-CÁMARA2		
SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE
S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	SI	NO
S2	SI	SI	S2	SI	SI	S2	SI	SI	S2	SI	NO
S3	SI	SI	S3	SI	SI	S3	SI	NO	S3	SI	NO
S4	NO	SI	S4	SI	SI	S4	SI	NO	S4	SI	NO
S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	NO	NO
S6	SI	SI	S6	SI	SI	S6	SI	SI	S6	NO	NO
S7	SI	NO	S7	SI	NO	S7	NO	NO	S7	NO	NO
S8	SI	SI	S8	SI	SI	S8	SI	SI	S8	NO	NO
S9	SI	SI	S9	SI	SI	S9	NO	NO	S9	SI	NO
S10	SI	SI	S10	SI	SI	S10	NO	NO	S10	SI	NO
S11	SI	SI	S11	SI	SI	S11	SI	SI	S11	NO	NO
S12	SI	SI	S12	SI	SI	S12	SI	NO	S12	SI	NO
S13	SI	SI	S13	SI	SI	S13	SI	SI	S13	SI	NO
S14	SI	NO	S14	SI	NO	S14	SI	SI	S14	SI	NO
S15	Si	SI	S15	NO	NO	S15	NO	NO	S15	NO	NO
TOTAL, SI	14	13	TOTAL, SI	14	12	TOTAL, SI	11	8	TOTAL, SI	9	0
TOTAL, NO	1	2	TOTAL, NO	1	3	TOTAL, NO	4	7	TOTAL, NO	6	15
PROMEDIO	0.93	0.87	PROMEDIO	0.93	0.80	PROMEDIO	0.73	0.53	PROMEDIO	0.60	0.00

Tabla 6. 13 Cámara 2 en una altura de 2 metros por distancias en un ambiente indoor.
Fuente: Elaboración propia

Se observa en la Tabla 6.14, datos obtenidos con la cámara número 3 a una altura de 2 metros con las diferentes distancias en un espacio indoor.

0.5METRO- CÁMARA3			1METRO-CÁMARA3			1.5METRO- CÁMARA3			2METRO-CÁMARA3		
SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE
S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	SI	NO
S2	SI	SI	S2	SI	SI	S2	SI	SI	S2	SI	NO
S3	SI	SI	S3	SI	SI	S3	SI	SI	S3	SI	SI
S4	SI	SI	S4	SI	SI	S4	NO	NO	S4	NO	NO
S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	SI
S6	SI	SI	S6	SI	SI	S6	SI	SI	S6	SI	NO
S7	SI	SI	S7	SI	NO	S7	SI	SI	S7	SI	NO
S8	SI	SI	S8	SI	NO	S8	SI	NO	S8	NO	NO
S9	SI	SI	S9	SI	SI	S9	SI	SI	S9	SI	NO
S10	NO	SI	S10	SI	SI	S10	SI	NO	S10	NO	NO
S11	SI	SI	S11	SI	SI	S11	SI	SI	S11	SI	NO
S12	SI	SI	S12	SI	SI	S12	SI	SI	S12	SI	SI
S13	SI	SI	S13	SI	SI	S13	SI	SI	S13	SI	NO
S14	SI	NO	S14	SI	SI	S14	SI	NO	S14	NO	NO
S15	SI	SI	S15	NO	SI	S15	NO	NO	S15	NO	NO
TOTAL, SI	14	14	TOTAL, SI	14	13	TOTAL, SI	13	10	TOTAL, SI	10	3
TOTAL, NO	1	1	TOTAL, NO	1	2	TOTAL, NO	2	5	TOTAL, NO	5	12
PROMEDIO	0.93	0.93	PROMEDIO	0.93	0.87	PROMEDIO	0.87	0.67	PROMEDIO	0.67	0.20

Tabla 6. 14 Cámara 3 en una altura de 2 metros por distancias en un ambiente indoor.
Fuente: Elaboración propia

Se observa en la Tabla 6.15, datos obtenidos con la cámara número 4 a una altura de 2 metros con las diferentes distancias en un espacio indoor.

0.5METRO- CÁMARA4			1METRO-CÁMARA4			1.5METRO- CÁMARA4			2METRO-CÁMARA4		
SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE
S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	SI	SI
S2	SI	SI	S2	SI	SI	S2	SI	SI	S2	SI	SI
S3	SI	SI	S3	SI	SI	S3	SI	NO	S3	SI	SI
S4	SI	SI	S4	NO	SI	S4	NO	SI	S4	NO	NO
S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	NO
S6	SI	SI	S6	SI	SI	S6	SI	SI	S6	SI	NO
S7	SI	SI	S7	SI	NO	S7	SI	NO	S7	SI	NO
S8	SI	SI	S8	SI	SI	S8	SI	SI	S8	NO	NO
S9	NO	SI	S9	SI	SI	S9	SI	SI	S9	SI	NO
S10	NO	NO	S10	SI	SI	S10	SI	NO	S10	NO	NO
S11	SI	SI	S11	SI	SI	S11	SI	SI	S11	NO	NO
S12	SI	SI	S12	SI	SI	S12	SI	SI	S12	SI	NO
S13	SI	SI	S13	SI	SI	S13	SI	NO	S13	SI	NO
S14	SI	NO	S14	SI	NO	S14	SI	NO	S14	NO	NO
S15	SI	SI	S15	NO	SI	S15	NO	SI	S15	NO	NO
TOTAL, SI	13	13	TOTAL, SI	13	13	TOTAL, SI	13	10	TOTAL, SI	9	3
TOTAL, NO	2	2	TOTAL, NO	2	2	TOTAL, NO	2	5	TOTAL, NO	6	12
PROMEDIO	0.87	0.87	PROMEDIO	0.87	0.87	PROMEDIO	0.87	0.67	PROMEDIO	0.60	0.20

Tabla 6. 15 Cámara 4 en una altura de 2 metros por distancias en un ambiente indoor.
Fuente: Elaboración propia

Se observa en la Tabla 6.16, datos obtenidos con la cámara número 1 a una altura de 1 metro con las diferentes distancias en un espacio outdoor.

0.5METRO- CÁMARA1			1METRO-CÁMARA1			1.5METRO- CÁMARA1			2METRO-CÁMARA1		
SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	19:00
S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	SI	NO	S1	NO	NO
S2	SI	SI	S2	NO	SI	S2	SI	NO	S2	SI	NO
S3	SI	SI	S3	SI	SI	S3	SI	SI	S3	SI	NO
S4	SI	SI	S4	NO	NO	S4	NO	NO	S4	NO	NO
S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	NO
S6	SI	SI	S6	SI	SI	S6	SI	NO	S6	NO	NO
S7	SI	SI	S7	SI	si	S7	SI	NO	S7	NO	NO
S8	SI	SI	S8	SI	NO	S8	SI	NO	S8	SI	NO
S9	NO	NO	S9	SI	SI	S9	SI	SI	S9	NO	NO
S10	SI	SI	S10	SI	NO	S10	NO	NO	S10	NO	NO
S11	SI	SI	S11	SI	SI	S11	SI	SI	S11	SI	NO
S12	SI	SI	S12	SI	NO	S12	SI	NO	S12	SI	NO
S13	SI	SI	S13	SI	SI	S13	SI	SI	S13	SI	NO
S14	SI	NO	S14	SI	NO	S14	SI	NO	S14	NO	NO
S15	NO	NO	S15	SI	NO	S15	NO	NO	S15	NO	NO
TOTAL, SI	13	12	TOTAL, SI	13	9	TOTAL, SI	12	5	TOTAL, SI	7	0
TOTAL, NO	2	3	TOTAL, NO	2	6	TOTAL, NO	3	10	TOTAL, NO	8	15
PROMEDIO	0.87	0.80	PROMEDIO	0.87	0.60	PROMEDIO	0.80	0.33	PROMEDIO	0.47	0.00

Tabla 6. 16 Cámara 1 en una altura de 1 metro por distancias en un ambiente outdoor.
Fuente: Elaboración propia

Se observa en la Tabla 6.17, datos obtenidos con la cámara número 2 a una altura de 1 metro con las diferentes distancias en un espacio outdoor.

0.5METRO- CÁMARA2			1METRO-CÁMARA2			1.5METRO- CÁMARA2			2METRO-CÁMARA2		
SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE
S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	SI	NO	S1	SI	NO
S2	SI	SI	S2	SI	SI	S2	SI	NO	S2	SI	NO
S3	SI	SI	S3	SI	SI	S3	SI	NO	S3	SI	NO
S4	SI	NO	S4	SI	NO	S4	NO	NO	S4	NO	NO
S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	NO	NO
S6	SI	SI	S6	SI	SI	S6	SI	NO	S6	SI	NO
S7	SI	NO	S7	SI	NO	S7	SI	NO	S7	NO	NO
S8	SI	NO	S8	SI	NO	S8	SI	NO	S8	NO	NO
S9	NO	NO	S9	NO	NO	S9	NO	NO	S9	SI	NO
S10	SI	SI	S10	SI	SI	S10	SI	SI	S10	NO	NO
S11	SI	SI	S11	SI	SI	S11	SI	NO	S11	NO	NO
S12	SI	SI	S12	SI	NO	S12	NO	NO	S12	NO	NO
S13	SI	SI	S13	SI	SI	S13	SI	SI	S13	NO	NO
S14	SI	SI	S14	SI	NO	S14	SI	NO	S14	NO	NO
S15	NO	NO	S15	NO	NO	S15	NO	NO	S15	NO	NO
TOTAL, SI	13	10	TOTAL, SI	13	8	TOTAL, SI	11	3	TOTAL, SI	5	0
TOTAL, NO	2	5	TOTAL, NO	2	7	TOTAL, NO	4	12	TOTAL, NO	10	15
PROMEDIO	0.87	0.67	PROMEDIO	0.87	0.53	PROMEDIO	0.73	0.20	PROMEDIO	0.33	0.00

Tabla 6. 17 Cámara 2 en una altura de 1 metro por distancias en un ambiente outdoor.
Fuente: Elaboración propia

Se observa en la Tabla 6.18, datos obtenidos con la cámara número 3 a una altura de 1 metro con las diferentes distancias en un espacio outdoor.

0.5METRO- CÁMARA3			1METRO-CÁMARA3			1.5METRO- CÁMARA3			2METRO-CÁMARA3		
SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE
S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	SI	NO	S1	SI	NO
S2	SI	SI	S2	SI	SI	S2	SI	NO	S2	SI	NO
S3	SI	NO	S3	SI	NO	S3	SI	NO	S3	NO	NO
S4	SI	SI	S4	SI	NO	S4	NO	NO	S4	NO	NO
S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	NO	S5	SI	NO
S6	SI	SI	S6	SI	SI	S6	SI	NO	S6	SI	NO
S7	SI	NO	S7	NO	NO	S7	NO	NO	S7	NO	NO
S8	SI	SI	S8	SI	SI	S8	SI	SI	S8	SI	NO
S9	SI	SI	S9	SI	SI	S9	SI	SI	S9	SI	NO
S10	SI	SI	S10	SI	NO	S10	SI	NO	S10	NO	NO
S11	SI	SI	S11	SI	SI	S11	SI	SI	S11	NO	NO
S12	SI	SI	S12	SI	SI	S12	SI	SI	S12	SI	SI
S13	SI	SI	S13	SI	SI	S13	SI	SI	S13	NO	NO
S14	SI	NO	S14	NO	NO	S14	SI	NO	S14	NO	NO
S15	SI	SI	S15	SI	NO	S15	NO	NO	S15	NO	NO
TOTAL, SI	15	12	TOTAL, SI	13	9	TOTAL, SI	12	5	TOTAL, SI	7	1
TOTAL, NO	0	3	TOTAL, NO	2	6	TOTAL, NO	3	10	TOTAL, NO	8	14
PROMEDIO	1.00	0.80	PROMEDIO	0.87	0.60	PROMEDIO	0.80	0.33	PROMEDIO	0.47	0.07

Tabla 6. 18 Cámara 3 en una altura de 1 metro por distancias en un ambiente outdoor.
Fuente: Elaboración propia

Se observa en la Tabla 6.19, datos obtenidos con la cámara número 4 a una altura de 1 metro con las diferentes distancias en un espacio outdoor.

0.5METRO- CÁMARA4			1METRO-CÁMARA4			1.5METRO- CÁMARA4			2METRO-CÁMARA4		
SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE
S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	SI	NO	S1	SI	NO
S2	SI	NO	S2	SI	NO	S2	SI	NO	S2	SI	NO
S3	SI	SI	S3	SI	NO	S3	SI	SI	S3	SI	NO
S4	SI	NO	S4	NO	NO	S4	NO	NO	S4	NO	NO
S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	NO	S5	SI	NO
S6	SI	SI	S6	SI	NO	S6	SI	NO	S6	SI	NO
S7	NO	NO	S7	NO	NO	S7	NO	NO	S7	NO	NO
S8	SI	SI	S8	SI	SI	S8	SI	SI	S8	NO	NO
S9	SI	SI	S9	SI	SI	S9	SI	NO	S9	NO	NO
S10	SI	SI	S10	SI	SI	S10	SI	NO	S10	NO	NO
S11	SI	SI	S11	SI	SI	S11	SI	SI	S11	SI	NO
S12	SI	SI	S12	SI	SI	S12	NO	NO	S12	NO	NO
S13	SI	SI	S13	SI	SI	S13	SI	SI	S13	NO	NO
S14	NO	NO	S14	SI	NO	S14	SI	NO	S14	NO	NO
S15	SI	SI	S15	SI	NO	S15	SI	NO	S15	NO	NO
TOTAL, SI	13	11	TOTAL, SI	13	8	TOTAL, SI	12	4	TOTAL, SI	6	0
TOTAL, NO	2	4	TOTAL, NO	2	7	TOTAL, NO	3	11	TOTAL, NO	9	15
PROMEDIO	0.87	0.73	PROMEDIO	0.87	0.53	PROMEDIO	0.80	0.27	PROMEDIO	0.40	0.00

Tabla 6. 19 Cámara 4 en una altura de 1 metro por distancias en un ambiente outdoor.
Fuente: Elaboración propia

Se observa en la Tabla 6.20, datos obtenidos con la cámara número 1 a una altura de 1.5 metros con las diferentes distancias en un espacio outdoor.

0.5METRO- CÁMARA1			1METRO-CÁMARA1			1.5METRO- CÁMARA1			2METRO-CÁMARA1		
SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	19:00
S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	SI	NO
S2	SI	SI	S2	SI	SI	S2	SI	NO	S2	SI	NO
S3	SI	SI	S3	SI	SI	S3	SI	SI	S3	SI	NO
S4	SI	SI	S4	SI	SI	S4	SI	SI	S4	NO	NO
S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	NO
S6	SI	NO	S6	SI	NO	S6	SI	NO	S6	NO	NO
S7	SI	SI	S7	SI	SI	S7	NO	NO	S7	SI	NO
S8	SI	SI	S8	SI	NO	S8	SI	NO	S8	SI	NO
S9	SI	SI	S9	SI	SI	S9	SI	NO	S9	NO	NO
S10	SI	SI	S10	SI	SI	S10	SI	NO	S10	NO	NO
S11	SI	SI	S11	SI	NO	S11	SI	NO	S11	NO	NO
S12	SI	SI	S12	SI	SI	S12	SI	SI	S12	SI	SI
S13	SI	SI	S13	SI	SI	S13	SI	NO	S13	NO	NO
S14	SI	NO	S14	SI	NO	S14	NO	NO	S14	NO	NO
S15	SI	NO	S15	NO	NO	S15	NO	NO	S15	NO	NO
TOTAL, SI	15	12	TOTAL, SI	14	10	TOTAL, SI	12	5	TOTAL, SI	7	1
TOTAL, NO	0	3	TOTAL, NO	1	5	TOTAL, NO	3	10	TOTAL, NO	8	14
PROMEDIO	1.00	0.80	PROMEDIO	0.93	0.67	PROMEDIO	0.80	0.33	PROMEDIO	0.47	0.07

Tabla 6. 20 Cámara 1 en una altura de 1.5 metros por distancias en un ambiente outdoor.
Fuente: Elaboración propia

Se observa en la Tabla 6.21, datos obtenidos con la cámara número 2 a una altura de 1.5 metros con las diferentes distancias en un espacio outdoor.

0.5METRO- CÁMARA 2			1METRO-CÁMARA2			1.5METRO- CÁMARA2			2METRO-CÁMARA2		
SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE
S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	SI	NO	S1	SI	NO
S2	SI	NO	S2	SI	NO	S2	SI	NO	S2	NO	NO
S3	SI	SI	S3	SI	SI	S3	SI	NO	S3	NO	NO
S4	SI	NO	S4	NO	NO	S4	NO	NO	S4	NO	NO
S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	NO	S5	SI	NO
S6	SI	SI	S6	SI	NO	S6	NO	NO	S6	NO	NO
S7	SI	NO	S7	SI	NO	S7	NO	NO	S7	NO	NO
S8	SI	SI	S8	SI	SI	S8	SI	NO	S8	SI	NO
S9	SI	SI	S9	SI	SI	S9	SI	NO	S9	NO	NO
S10	SI	SI	S10	SI	SI	S10	SI	SI	S10	SI	NO
S11	SI	SI	S11	SI	SI	S11	SI	SI	S11	SI	NO
S12	SI	SI	S12	SI	SI	S12	SI	SI	S12	NO	NO
S13	SI	NO	S13	SI	NO	S13	SI	NO	S13	NO	NO
S14	SI	NO	S14	SI	NO	S14	SI	NO	S14	SI	NO
S15	NO	SI	S15	SI	NO	S15	NO	NO	S15	NO	NO
TOTAL, SI	14	10	TOTAL, SI	14	8	TOTAL, SI	11	3	TOTAL, SI	6	0
TOTAL, NO	1	5	TOTAL, NO	1	7	TOTAL, NO	4	12	TOTAL, NO	9	15
PROMEDIO	0.93	0.67	PROMEDIO	0.93	0.53	PROMEDIO	0.73	0.20	PROMEDIO	0.40	0.00

Tabla 6. 21 Cámara 2 en una altura de 1.5 metros por distancias en un ambiente outdoor.
Fuente: Elaboración propia

Se observa en la Tabla 6.22, datos obtenidos con la cámara número 3 a una altura de 1.5 metros con las diferentes distancias en un espacio outdoor.

0.5METRO- CÁMARA3			1METRO-CÁMARA3			1.5METRO- CÁMARA3 -1.5m			2METRO-CÁMARA3 -1.5m		
SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE
S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	SI	NO
S2	SI	SI	S2	SI	SI	S2	SI	SI	S2	NO	NO
S3	SI	SI	S3	SI	SI	S3	SI	NO	S3	NO	NO
S4	SI	SI	S4	SI	SI	S4	NO	NO	S4	NO	NO
S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	SI
S6	SI	SI	S6	SI	NO	S6	NO	NO	S6	NO	NO
S7	SI	NO	S7	SI	NO	S7	SI	NO	S7	SI	NO
S8	SI	SI	S8	SI	SI	S8	SI	SI	S8	SI	NO
S9	SI	SI	S9	SI	NO	S9	SI	NO	S9	SI	NO
S10	SI	SI	S10	SI	NO	S10	SI	NO	S10	SI	NO
S11	SI	SI	S11	SI	NO	S11	SI	NO	S11	NO	NO
S12	SI	SI	S12	SI	SI	S12	SI	SI	S12	NO	NO
S13	SI	SI	S13	SI	SI	S13	SI	NO	S13	SI	NO
S14	SI	NO	S14	SI	NO	S14	SI	NO	S14	NO	NO
S15	SI	SI	S15	SI	SI	S15	NO	NO	S15	NO	NO
TOTAL, SI	15	13	TOTAL, SI	15	9	TOTAL, SI	12	5	TOTAL, SI	7	1
TOTAL, NO	0	2	TOTAL, NO	0	6	TOTAL, NO	3	10	TOTAL, NO	8	14
PROMEDIO	1.00	0.87	PROMEDIO	1.00	0.60	PROMEDIO	0.80	0.33	PROMEDIO	0.47	0.07

Tabla 6. 22 Cámara 3 en una altura de 1.5 metros por distancias en un ambiente outdoor.
Fuente: Elaboración propia

Se observa en la Tabla 6.23, datos obtenidos con la cámara número 4 a una altura de 1.5 metros con las diferentes distancias en un espacio outdoor.

0.5METRO- CÁMARA4			1METRO-CÁMARA4			1.5METRO- CÁMARA4			2METRO-CÁMARA4		
SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE
S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	SI	NO
S2	SI	SI	S2	SI	SI	S2	SI	NO	S2	SI	NO
S3	SI	SI	S3	SI	SI	S3	SI	NO	S3	NO	NO
S4	SI	SI	S4	NO	SI	S4	NO	NO	S4	NO	NO
S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	SI
S6	SI	SI	S6	SI	SI	S6	SI	SI	S6	SI	NO
S7	SI	NO	S7	SI	NO	S7	SI	NO	S7	NO	NO
S8	SI	NO	S8	SI	NO	S8	SI	NO	S8	SI	NO
S9	SI	SI	S9	SI	SI	S9	SI	NO	S9	NO	NO
S10	NO	NO	S10	SI	NO	S10	SI	NO	S10	NO	NO
S11	SI	SI	S11	SI	NO	S11	NO	NO	S11	NO	NO
S12	SI	SI	S12	SI	SI	S12	SI	SI	S12	SI	NO
S13	SI	SI	S13	SI	NO	S13	SI	SI	S13	SI	NO
S14	SI	SI	S14	SI	NO	S14	NO	NO	S14	NO	NO
S15	SI	SI	S15	NO	SI	S15	NO	NO	S15	NO	NO
TOTAL, SI	14	12	TOTAL, SI	13	9	TOTAL, SI	11	5	TOTAL, SI	7	1
TOTAL, NO	1	3	TOTAL, NO	2	6	TOTAL, NO	4	10	TOTAL, NO	8	14
PROMEDIO	0.93	0.80	PROMEDIO	0.87	0.60	PROMEDIO	0.73	0.33	PROMEDIO	0.47	0.07

Tabla 6. 23 Cámara 4 en una altura de 1.5 metros por distancias en un ambiente outdoor.
Fuente: Elaboración propia

Se observa en la Tabla 6.24, datos obtenidos con la cámara número 1 a una altura de 2 metros con las diferentes distancias en un espacio outdoor.

0.5METRO- CÁMARA1			1METRO-CÁMARA1			1.5METRO- CÁMARA1			2METRO-CÁMARA1		
SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	19:00
S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	SI	NO
S2	SI	SI	S2	SI	NO	S2	SI	NO	S2	SI	NO
S3	SI	SI	S3	SI	SI	S3	SI	NO	S3	NO	NO
S4	SI	SI	S4	SI	NO	S4	SI	NO	S4	NO	NO
S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	NO
S6	NO	NO	S6	SI	NO	S6	NO	NO	S6	NO	NO
S7	SI	NO	S7	SI	NO	S7	SI	NO	S7	SI	NO
S8	SI	SI	S8	SI	SI	S8	SI	SI	S8	NO	SI
S9	SI	SI	S9	NO	NO	S9	NO	NO	S9	NO	NO
S10	SI	SI	S10	SI	SI	S10	SI	SI	S10	SI	NO
S11	SI	SI	S11	SI	SI	S11	SI	NO	S11	NO	NO
S12	SI	SI	S12	SI	SI	S12	SI	NO	S12	SI	NO
S13	SI	SI	S13	SI	SI	S13	SI	NO	S13	NO	NO
S14	SI	NO	S14	SI	NO	S14	NO	NO	S14	NO	NO
S15	SI	NO	S15	NO	NO	S15	NO	NO	S15	NO	NO
TOTAL, SI	14	11	TOTAL, SI	13	8	TOTAL, SI	11	4	TOTAL, SI	6	1
PROMEDIO	0.93	0.73	PROMEDIO	0.87	0.53	PROMEDIO	0.73	0.27	PROMEDIO	0.40	0.07

Tabla 6. 24 Cámara 1 en una altura de 2 metros por distancias en un ambiente outdoor.
Fuente: Elaboración propia

Se observa en la Tabla 6.25, datos obtenidos con la cámara número 2 a una altura de 2 metros con las diferentes distancias en un espacio outdoor.

0.5METRO- CÁMARA2			1METRO-CÁMARA2			1.5METRO- CÁMARA2			2METRO-CÁMARA2		
SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE
S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	SI	NO	S1	SI	NO
S2	SI	SI	S2	SI	NO	S2	SI	NO	S2	SI	NO
S3	SI	SI	S3	SI	SI	S3	SI	NO	S3	NO	NO
S4	SI	NO	S4	NO	NO	S4	SI	NO	S4	NO	NO
S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	NO
S6	SI	SI	S6	SI	SI	S6	SI	SI	S6	SI	NO
S7	SI	NO	S7	SI	NO	S7	SI	NO	S7	NO	NO
S8	SI	NO	S8	SI	SI	S8	NO	NO	S8	NO	NO
S9	SI	NO	S9	SI	NO	S9	SI	NO	S9	NO	NO
S10	NO	SI	S10	SI	NO	S10	NO	NO	S10	NO	NO
S11	SI	SI	S11	SI	NO	S11	NO	NO	S11	NO	NO
S12	SI	NO	S12	SI	SI	S12	SI	NO	S12	NO	NO
S13	SI	SI	S13	SI	SI	S13	SI	SI	S13	NO	NO
S14	NO	NO	S14	SI	NO	S14	NO	NO	S14	NO	NO
S15	SI	SI	S15	NO	NO	S15	NO	NO	S15	NO	NO
TOTAL, SI	13	9	TOTAL, SI	13	7	TOTAL, SI	10	3	TOTAL, SI	4	0
TOTAL, NO	2	6	TOTAL, NO	2	8	TOTAL, NO	5	12	TOTAL, NO	11	15
PROMEDIO	0.87	0.60	PROMEDIO	0.87	0.47	PROMEDIO	0.67	0.20	PROMEDIO	0.27	0.00

Tabla 6. 25 Cámara 2 en una altura de 2 metros por distancias en un ambiente outdoor.
Fuente: Elaboración propia

Se observa en la Tabla 6.26, datos obtenidos con la cámara número 3 a una altura de 2 metros con las diferentes distancias en un espacio outdoor.

0.5METRO- CÁMARA3			1METRO-CÁMARA3			1.5METRO- CÁMARA3			2METRO-CÁMARA3		
SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE
S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	SI	NO
S2	SI	SI	S2	SI	NO	S2	SI	NO	S2	SI	NO
S3	SI	SI	S3	SI	NO	S3	SI	NO	S3	NO	NO
S4	SI	SI	S4	SI	NO	S4	NO	NO	S4	NO	NO
S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	O
S6	SI	SI	S6	SI	SI	S6	SI	NO	S6	SI	NO
S7	SI	NO	S7	SI	NO	S7	SI	NO	S7	NO	NO
S8	SI	SI	S8	NO	SI	S8	SI	NO	S8	NO	NO
S9	SI	SI	S9	SI	SI	S9	SI	SI	S9	SI	SI
S10	SI	SI	S10	SI	SI	S10	SI	NO	S10	SI	NO
S11	SI	SI	S11	SI	SI	S11	SI	NO	S11	NO	NO
S12	SI	SI	S12	SI	SI	S12	NO	NO	S12	NO	NO
S13	SI	SI	S13	SI	NO	S13	SI	NO	S13	NO	NO
S14	SI	NO	S14	SI	NO	S14	SI	NO	S14	NO	NO
S15	NO	SI	S15	NO	SI	S15	NO	SI	S15	NO	NO
TOTAL, SI	14	13	TOTAL, SI	13	9	TOTAL, SI	12	4	TOTAL, SI	6	1
TOTAL, NO	1	2	TOTAL, NO	2	6	TOTAL, NO	3	11	TOTAL, NO	9	13
PROMEDIO	0.93	0.87	PROMEDIO	0.87	0.60	PROMEDIO	0.80	0.27	PROMEDIO	0.40	0.07

Tabla 6. 26 Cámara 3 en una altura de 2 metros por distancias en un ambiente outdoor.
Fuente: Elaboración propia

Se observa en la Tabla 6.27, datos obtenidos con la cámara número 4 a una altura de 2 metros con las diferentes distancias en un espacio outdoor.

0.5METRO- CÁMARA4			1METRO-CÁMARA4			1.5METRO- CÁMARA4			2METRO-CÁMARA4		
SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE	SUJETO	MAÑANA	NOCHE
S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	SI	SI	S1	NO	NO
S2	SI	SI	S2	SI	NO	S2	SI	NO	S2	SI	NO
S3	SI	SI	S3	SI	SI	S3	SI	NO	S3	NO	NO
S4	SI	SI	S4	NO	SI	S4	NO	NO	S4	NO	NO
S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	SI	S5	SI	NO
S6	SI	NO	S6	NO	NO	S6	NO	NO	S6	NO	NO
S7	NO	NO	S7	SI	NO	S7	SI	NO	S7	SI	NO
S8	SI	SI	S8	SI	NO	S8	SI	NO	S8	NO	NO
S9	NO	NO	S9	SI	NO	S9	SI	NO	S9	SI	NO
S10	SI	SI	S10	SI	NO	S10	NO	NO	S10	NO	NO
S11	SI	SI	S11	SI	SI	S11	SI	SI	S11	SI	NO
S12	SI	SI	S12	SI	SI	S12	SI	NO	S12	SI	NO
S13	SI	SI	S13	SI	SI	S13	SI	SI	S13	NO	NO
S14	SI	NO	S14	SI	NO	S14	SI	NO	S14	NO	NO
S15	SI	SI	S15	NO	SI	S15	NO	NO	S15	NO	NO
TOTAL, SI	13	11	TOTAL, SI	12	8	TOTAL, SI	11	4	TOTAL, SI	6	0
TOTAL, NO	2	4	TOTAL, NO	3	7	TOTAL, NO	4	11	TOTAL, NO	9	15
PROMEDIO	0.87	0.73	PROMEDIO	0.80	0.53	PROMEDIO	0.73	0.27	PROMEDIO	0.40	0.00

Tabla 6. 27 Cámara 4 en una altura de 2 metros por distancias en un ambiente outdoor.
Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Resultados obtenidos de la base de datos de alumnos del PET

Alumnos	Número de fotos por persona	Probabilidad de reconocimiento				Persona reconocida	% Mayor	Porcentaje de similitud con otra persona
		% FOTO 1	%FOTO 2	% FOTO 3	%FOTO 4			
Sujeto 1	1	87.25%	x	X	x	si	87.25%	Sin Similitud
Sujeto 2	2	92.45%	88.65%	X	x	si	92.45%	Sin Similitud
Sujeto 3	2	86.37%	85.78%	X	x	si	86.37%	Sin Similitud
Sujeto 4	3	0%	0%	0%	x	no	0%	Sin Similitud
Sujeto 5	3	91.14%	0%	0%	x	si	91.14%	Sin Similitud
Sujeto 6	4	0%	0%	0%	0%	no	0%	Sin Similitud
Sujeto 7	4	0%	89.68%	90.23%	87.91%	si	90.23%	Sin Similitud
Sujeto 8	2	85.31%	0%	X	x	si	85.31%	Sin Similitud
Sujeto 9	1	90.12%	x	X	x	si	90.12%	Sin Similitud
Sujeto 10	2	0%	85.63%	X	x	si	85.63%	Sin Similitud
Sujeto 11	2	87.29%	0%	X	x	si	87.29%	Sin Similitud
Sujeto 12	2	85.22%	86.54%	X	x	si	86.54%	Sin Similitud
Sujeto 13	3	0%	0%	0%	x	no	0%	Sin Similitud

Alumnos	Número de fotos por persona	Probabilidad de reconocimiento				Persona reconocida	% Mayor	Porcentaje de similitud con otra persona
		% FOTO 1	%FOTO 2	% FOTO 3	%FOTO 4			
Sujeto 14	2	86.92%	91.57%	X	x	si	91.57%	Sin Similitud
Sujeto 15	1	87.86%	x	X	x	si	87.86%	Sin Similitud
Sujeto 16	1	85.81%	x	X	x	si	85.81%	Sin Similitud
Sujeto 17	1	85.67%	x	X	x	si	85.67%	Sin Similitud
Sujeto 18	1	0%	x	X	x	no	0%	Sin Similitud
Sujeto 19	3	0%	89.76%	86.10%	x	si	89.76%	Sin Similitud
Sujeto 20	1	86.07%	x	X	x	si	86.07%	Sin Similitud
Sujeto 21	2	0%	0%	X	x	no	0%	Sin Similitud
Sujeto 22	4	91.10%	88.25%	88.31%	86.61%	si	88.31%	Sin Similitud
Sujeto 23	1	86.34%	x	X	x	si	86.34%	86.48% - Quiñones
Sujeto 24	1	87.88%	x	X	x	si	87.88%	Sin Similitud

Tabla 6. 28 Resultados de los alumnos PET.

Fuente: Autoría propia

Anexo 6. Código principal utilizado para el sistema de reconocimiento facial

```
# leer database
print "abriendo base de datos..."
database = np.genfromtxt('database/dbpet.csv', delimiter=",") #variable
para el conjunto de datos
database_labels = np.genfromtxt('database/dbpet-labels.csv',
delimiter=",", dtype=str) #variable para los descriptores del conjunto de
datos

database = np.matrix(database)
database_labels = np.matrix(database_labels)

database_descriptors = database[:, 0:128]
database_ids = database[:, 128]

height, width = database_descriptors.shape
database_ids_unique = np.unique(database_ids.A1)
database_ids_unique = database_ids_unique.reshape(int(height /
FR_NUM_FACES_DB), 1)

print "database_descriptors.shape:", database_descriptors.shape, "
database_ids.shape:", database_ids.shape

#video_capture = cv2.VideoCapture('http://192.168.1.129:8080/video')
#camara ip local
video_capture = cv2.VideoCapture(0) #camara web local
#video_capture =
cv2.VideoCapture('http://admin:AUWRKJ@192.168.1.134:8000') #camara ip
online
```

```

#video_capture = cv2.VideoCapture('database/video.mp4')#video mp4

width_video = int(video_capture.get(cv2.CAP_PROP_FRAME_WIDTH));
height_video = int(video_capture.get(cv2.CAP_PROP_FRAME_HEIGHT));

exit_program = False
index = 0
start_tracking = False
frame_miss = np.zeros([height_video + 135, width_video + 450, 3],
dtype=np.uint8)
FRAME_HEIGHT, FRAME_WIDTH, _ = frame_miss.shape

# cuadro visual
cv2.namedWindow('DESAPARECIDOS', cv2.WINDOW_NORMAL)
cv2.resizeWindow('DESAPARECIDOS', 1500, 720)
#inicializacion de variables para el proceso
trackers = [] #rastreador
is_missing = False
name_missing = ""
accuracy_missing = ""
descrip_missing = ""
age_missing = ""

```

```

#loop para el proceso con OpenCV para abrir la cámara
while video_capture.isOpened():
    ret, frame = video_capture.read() #leer frame de la camara
    if ret:
        frame = cv2.flip(frame, 1)
        frame_miss[60:height_video + 60, 0:width_video] = frame
        frame_debug = frame_miss.copy()
        # imprimir frame.shape
        cv2.putText(frame_debug, "RECONOCIMIENTO DE PERSONAS
DESAPARECIDAS", (300, 32), font, 0.8, color, 2, 1) #texto de la ventana

    if index % FR_SUBSAMPLING == 0:
        trackers = []
        bbs = align.getAllFaceBoundingBoxes(frame_miss)
        tracker_temp = None
        is_missing = False
        max_acc = -1.0
        for i, face in enumerate(bbs):
            alignedFace = align.align(96, frame_miss, face,
landmarkIndices=openface.AlignDlib.INNER_EYES_AND_BOTTOM_LIP)
            rep = net.forward(alignedFace)
            name, accuracy, descrip, age = recognize(rep)

            tr = Tracker(frame_miss, face, name, accuracy, descrip,
age)

            trackers.append(tr)

            draw_tracker(frame_debug, tr)

            #condicion si detecta un valor mayor a max_acc

```

```

if name != "Desconocido" and float(accuracy) > max_acc:

    max_acc = float(accuracy)

    is_missing = True

    tracker_temp = tr

    #si la variable is_missing es true se manda una alerta
    if is_missing:

        root = tk.Tk()

        root.withdraw()

        tkMessdescripBox.showinfo("Alerta del programa",
"RECONOCIDO!!") #box de alerta

        put_face(frame_miss, frame_debug, tracker_temp) #retorna
la información en el cuadro

    else:

        tracker_temp = None

        is_missing = False

        max_acc = -1.0

        for i, tracker in enumerate(trackers):

            tr_pos = tracker.update(frame_miss)

            if tracker.name != "Desconocido" and
float(tracker.accuracy) > max_acc:

                max_acc = float(tracker.accuracy)

                is_missing = True

                tracker_temp = tracker

            draw_tracker(frame_debug, tracker)

        if is_missing:

            put_face(frame_miss, frame_debug, tracker_temp)

```

```
index += 1

# index main

cv2.imshow("DESAPARECIDOS", frame_debug) # Mostrar cuadro

if cv2.waitKey(30) & 0xFF == ord('q'): #salir

    break

else:

    if cv2.waitKey(30) & 0xFF == ord('q'):

        break

video_capture.release()

cv2.destroyAllWindows()
```


GLOSARIO

Aprendizaje de Máquina: O aprendizaje automático, es una rama de la inteligencia artificial, su objetivo es lograr que las computadoras puedan aprender.

Verificación de rostros: Procedimiento por el cual se compara una imagen de un rostro con otra imagen del rostro del que se quiere identificar.

Reconocimiento de rostros: Procedimiento por el cual se compara una imagen de un rostro desconocido con todas las imágenes de rostros de una base de datos.

Sistema Biométrico: Sistema que utiliza un lector biométrico que permite el reconocimiento de rasgos como la huella dactilar, forma facial, entre otros.

Redes Sociales: Conjunto de usuarios que constituyen una estructura social sean en grupos, organizaciones u comunidades por medio de la red.

Algoritmo: Conjunto de instrucciones o pasos para la solución de un problema determinado.

Sistema Inteligente: Programa computacional capaz de asimilar el comportamiento humano.

Feedback o retroalimentación: Método por el cual los resultados obtenidos de un sistema se vuelven a ingresar a este para optimizar sus procesos.

Patrones: Serie de sucesos recurrentes que se forman en un modelo.

Conjunto de datos: Colección de datos.

Fotograma: Es una imagen impresa de una secuencia de video.

FPS: Fotogramas por segundo o cuadros por segundo, es la velocidad por la cual se muestra una secuencia de fotogramas.

Interfaz: Medio por el cual el usuario puede comunicarse con la máquina.

Web Scraping: técnica de software para extraer información de sitios web.

Cámara IP: Videocámara de red diseñadas para enviar señales de video por medio de internet.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. Fydanaki y Z. Geradts, "Evaluating OpenFace: an open source automatic facial comparison algorithm for forensics," *Forensic Sciences Research*, vol. 3, pp. 202-209, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/20961790.2018.1523703>. [Accedido: 22-sep-2018]

- [2] "La trata de personas en el Perú manual para conocer el problema", *MTPE ministerio de trabajo y promoción del empleo*, 2010. [En línea]. Disponible en: https://www.trabajo.gob.pe/migrante/pdf/trata_personas_peru_manual.pdf. [Accedido: 22- sep-2018]

- [3] D. Espinoza Olgúin y P. Jorquera Guillen, "Reconocimiento Facial", tesis de título, Univ. Católica de Valparaíso, 2015 [En línea]. Disponible en: http://opac.pucv.cl/pucv_txt/txt-1000/UCD1453_01.pdf. [Accedido: 23- sep-2018]

- [4] E. Alpaydin, *Introduction to Machine Learning*. London, UK, USA: Massachusetts, 2010 [En línea]. Disponible en: https://kkpatel7.files.wordpress.com/2015/04/alpaydin_machinelearning_2010.pdf. [Accedido: 22-sep-2018]

- [5] N. McCrea, "Introducción a la Teoría de Aprendizaje de Máquina y sus Aplicaciones: Un Tutorial Visual con Ejemplos", *Toptal*, 2014. [En línea]. Disponible en: <https://www.toptal.com/machine-learning/introduccion-a-la-teoria-de-aprendizaje-de-maquina-y-sus-aplicaciones-un-tutorial-visual-con-ejemplos/es>. [Accedido: 17-oct-2018]

- [6] J. Montaña Moreno, "Redes Neuronales Artificiales aplicadas al Análisis de Datos", tesis doctoral, Univ. Les Illes Balears, 2002 [En línea]. Disponible en: <https://www.tesisred.net/bitstream/handle/10803/9441/tjmm1de1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Accedido: 17- oct-2018]
- [7] R. López, "Introducción al Deep Learning", *La era de las máquinas inteligentes*, 2015. [En línea]. Disponible en: <https://iaarbook.github.io/deeplearning/>. [Accedido: 22-oct-2018]
- [8] M. Zaforas, "Inteligencia Artificial como servicio: reconocimiento de imágenes", *Tecnología para el negocio*, 2017. [En línea]. Disponible en: <https://www.paradigmadigital.com/techbiz/inteligencia-artificial-servicio-reconocimiento-imagenes/>. [Accedido: 23-oct-2018]
- [9] M. Rouse, "Aprendizaje profundo (deep learning)", 2017. [En línea]. Disponible en: <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Aprendizaje-profundo-deep-learning>. [Accedido: 20-oct-2018]
- [10] P. Gómez, "Deep learning: Redes convolucionales", 2016. [En línea]. Disponible en: <https://ccc.inaoep.mx/~pgomez/deep/presentations/2016Loncomilla.pdf>. [Accedido: 23-oct-2018]
- [11] R. Torti López, "Entrenamiento de modelos de aprendizaje profundo mediante autosupervisión", tesis de licenciatura, Univ. Nacional de Córdoba, 2017 [En línea]. Disponible en <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/6082>. [Accedido: 23-oct-2018]
- [12] M. Wang y W. Deng, "Deep Face Recognition: A Survey", pp. 1-20, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://arxiv.org/pdf/1804.06655.pdf> [Accedido: 23-oct-2018]
- [13] Z. Mahmood, N. Muhammad, N. Bibi y T. Ali, "A review on state-of-the-art face recognition approaches," *World Scientific Publishing Company*, vol. 25, no 02, pp.2-19, 2017. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1142/S0218348X17500256>. [Accedido: 24-oct-2018]
- [14] X. Serra, "Face Recognition Using Deep Learning", tesis de maestría, Univ. Politècnica de Catalunya, 2017 [En línea]. Disponible en: <http://sergioescalera.com/wp-content/uploads/20re17/02/TFM-Xavier-Serra.pdf>. [Accedido: 24- oct-2018]
- [15] D. Dat, A. Scott, A. Sheta y J. Hu. "Implementation of an Integrated Ambient Intelligence System", IEEE International Symposium on Parallel and Distributed Processing with Applications and 2017 IEEE International Conference on Ubiquitous Computing and Communications, Guangzhou, 2017, pp. 1410-1416. [En línea]. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8367444>. [Accedido: 24- oct-2018]

- [16] C. Banzhaf, "Extracting Facial Data using Feature-based Image Processing and Correlating it with Alternative Biosensors Metrics", Tesis Doctoral, Univ. de Stuttgart, 2017 [En línea]. Disponible en: ftp://ftp.informatik.uni-stuttgart.de/pub/library/medoc.ustuttgart_fi/DIP-2017-14/DIP-2017-14.pdf. [Accedido: 01-oct-2018]
- [17] T. Diniz da Silveira, "Reconhecimento de movimentação corporal utilizando redes neurais", tesis de título, Univ. Federal de Santa Catarina, 2018 [En línea]. Disponible en: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/187746/TCC_THIAGO_ENTREGA_FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y. [Accedido: 12-oct-2018]
- [18] Z. Uibo, "Comparison of Face Recognition Neural Networks", tesis de título, Univ. Tartu, 2016 [En línea]. Disponible en: https://comserv.cs.ut.ee/home/files/Uibo_informaatika_2016.pdf?study=ATILoputoo&reference=81695FBBBEA2972D7AB1BFB1F3A6A0DBD3475C0F. [Accedido: 05-oct-2018]
- [19] B. Amos, B. Ludwiczuk, y M. Satyanarayanan, "OpenFace Free and open source face recognition with deep neural networks", *OpenFace*, 2016. [En línea]. Disponible en: <https://cmusatyalab.github.io/openface/#openface>. [Accedido: 15-oct-2018]
- [20] "Kairos", *Kairos*, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.kairos.com/>. [Accedido: 22-oct-2018]
- [21] D. King, "Dlib-ml: A Machine Learning Toolkit," *Journal of Machine Learning Research*, vol. 10, pp. 1755-1758, 2009. [En línea]. Disponible en: <http://jmlr.csail.mit.edu/papers/volume10/king09a/king09a.pdf>. [Accedido: 20-oct-2018]
- [22] S. Calvopiña, L. Nathaly, P. Torres y L. Ramiro, "Control de Seguridad Biométrico de Reconocimiento Facial como Caso de Estudio Implementación en el Área Administrativa de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil", tesis de título, Univ. Católica de Santiago de Guayaquil, 2016 [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/6737/1/T-UCSG-PRE-ING-CIS-128.pdf>. [Accedido: 05-ene-2019]
- [23] S. Kim, "Understanding Facial Recognition Through OpenFace", *Algorithmia*, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://blog.algorithmia.com/understanding-facial-recognition-openface/>. [Accedido: 23-oct-2018]
- [24] S. Winkler, L. Zhang, S. Peng, R. Ratnam, R. Subramanian y V. Vonikakis, *FaceScrub*, 2016. [En línea]. Disponible en: <http://vintage.winklerbros.net/facescrub.html>. [Accedido: 24-oct-2018]
- [25] R. Collobert, K. Kavukcuoglu, C. Farabet y S. Chintala, *Torch*, 2017. [En línea]. Disponible en: <http://torch.ch/>. [Accedido: 21-oct-2018]

- [26] "OpenCV", *OpenCV*, 2017. [En línea]. Disponible en: <https://opencv.org/>. [Accedido: 21- oct-2018]
- [27] I. José, "Facial mapping (landmarks) with Dlib + python", *Towards Data Science*, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://towardsdatascience.com/facial-mapping-landmarks-with-dlib-python-160abcf7d672>. [Accedido: 11- nov-2018]
- [28] B. Amos, B. Ludwiczuk y M. Satyanarayanan, "OpenFace: A general-purpose face recognition library with mobile applications" *CMU School of Computer Science*, CMU-CS-16-118, 2016. [En línea]. Disponible en: <http://elijah.cs.cmu.edu/DOCS/CMU-CS-16-118.pdf>. [Accedido: 15-nov-2018]
- [29] F. Merchán, S. Galeano y H. Poveda, "Mejoras en el Entrenamiento de Esquemas de Detección de Sonrisas Basados en AdaBoost", *Revista I+D Tecnológico*, vol. 10, pp. 17-30, 2014. [En línea]. Disponible en: <http://revistas.utp.ac.pa/index.php/id-tecnologico/article/view/21/pdf>. [Accedido: 20-nov-2018]
- [30] R. Gandhi, "Siamese Network & Triplet Loss", *Towards Data Science*, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://towardsdatascience.com/siamese-network-triplet-loss-b4ca82c1aec8>. [Accedido: 15- dic-2018]
- [31] A. Zúñiga López J. Villegas Cortez, C. Avilés Cruz, E. Rodríguez Martínez y A. Ferreyra Ramírez, "Reconocimiento de rostros por medio de Openface en una Raspberry Pi," *Research in Computing Science*, vol. 147(7), pp. 77–88, 2018. [En línea]. Disponible en: http://www.rcs.cic.ipn.mx/rcs/2018_147_7/Reconocimiento%20de%20rostros%20por%20medio%20de%20Openface%20en%20una%20Raspberry%20Pi.pdf. [Accedido: 01-ene-2019]
- [32] V. Ivanchuk, "Desarrollo de un modelo de reconocimiento de expresiones faciales mediante redes neuronales convolucionales y aprendizaje transferido", tesis de título, Univ. Politécnica de Madrid, 2018 [En línea]. Disponible en: http://oa.upm.es/51635/1/TFG_VADYM_IVANCHUK_2.pdf. [Accedido: 05- ene-2019]
- [33] A. Mishra, "Metrics to Evaluate your Machine Learning Algorithm", *Towards Data Science*, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://towardsdatascience.com/metrics-to-evaluate-your-machine-learning-algorithm-f10ba6e38234>. [Accedido: 10- ene-2019]
- [34] D. A. Cale Pillco y V. P. Chimbo Coronel, "Reconocimiento de personas para el ECU-911 de Loja aplicando técnicas de visión artificial", tesis de título, Univ. Nacional de Loja, 2015 [En línea]. Disponible en: <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/11700/1/Cale%20Pillco%20Diego%20Armando%20Chimbo%20Coronel%20Ver%20C3%B3nica%20Paulina.pdf>. [Accedido: 12- ene-2019]

- [35] C. Domínguez Gómez, “FacesDetector: Aplicación práctica de machine learning sobre imágenes para un contexto de seguridad”, tesis de título, Univ. de Extremadura, 2018 [En línea]. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/2f76/599b6964149d1d1144abf75f92a6abb7a038.pdf>. [Accedido: 15- ene-2019]
- [36] “Personas desaparecidas, según departamento”, *Instituto Nacional de Estadística e Informática*, 2017. [En línea]. Disponible en: <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/crimes/>. [Accedido: 25-abr-2019]
- [37] Biblioteca de la Universidad Pública de Navarra. Oficina de Referencia. “Guía para citar y referenciar. IEEE Style”, 2016. [En línea]. Disponible en: <https://goo.gl/LaUj46>.
- [38] F. Schroff, D. Kalenichenko y J. Philbin, “FaceNet: A Unified Embedding for Face Recognition and Clustering” *The IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, pp. 815-823, 2015. [En línea]. Disponible en: https://www.cv-foundation.org/openaccess/content_cvpr_2015/app/1A_089.pdf. [Accedido: 06-abril-2019]
- [39] “Face Landmarks Detector con Dlib y OpenCV”, *Tutor de Programación*, 2017. [En línea]. Disponible en: <http://acodigo.blogspot.com/2017/11/face-landmarks-detector-con-dlib-y.html>. [Accedido: 25- abr-2019]
- [40] “Metodología de la Investigación, Unidad de Competencia II Técnicas e Instrumentos”, *Repositorio de Recursos Digitales*, 2018. [En línea]. Disponible en: http://brd.unid.edu.mx/recursos/Taller%20de%20Creatividad%20Publicitaria/T_C03/lecturas%20PDF/05_lectura_Tecnicas_e_Instrumentos.pdf [Accedido: 25-abr-2019]
- [41] E. Cáceres Mariño, “Aplicación Móvil de Reconocimiento Facial en Personas con Antecedentes de Abuso Sexual en la Provincia de Andahuaylas, Apurímac - 2018”, tesis de título, Univ. Nacional José María Arguedas, 2018 [En línea]. Disponible en: http://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/123456789/358/Ervin_Lewis_Tesis_Bachiller_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y. [Accedido: 28-abr-2019]