

**SISTEMA DE RECONOCIMIENTO FACIAL PARA LA GESTION Y EL
SEGUIMIENTO DE ESTUDIANTES AUSENTES (SEFAD)**

JAVIER ENRIQUE MARRUGO COGOLLO

JUAN MANUEL CASTRO FLOREZ

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA DE SISTEMAS

BOGOTÁ D.C.

2021

**SISTEMA DE RECONOCIMIENTO FACIAL PARA LA GESTION Y EL
SEGUIMIENTO DE ESTUDIANTES AUSENTES
(SEFAD)**

JAVIER ENRIQUE MARRUGO COGOLLO

JUAN MANUEL CASTRO FLOREZ

PROYECTO DE GRADO

GIOVANNI FAJARDO UTRIA

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA DE SISTEMAS

BOGOTÁ D.C.

2021

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	8
1. TÍTULO	9
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	9
2.1 CASO DE ESTUDIO	14
3. JUSTIFICACIÓN	14
4. OBJETIVOS	18
4.1 OBJETIVO GENERAL	18
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
5. MARCO REFERENCIAL	18
5.1 MARCO CONCEPTUAL	22
5.1.2 Red neuronal	22
5.1.3 Deep - learning	22
5.1.4 Machine - learning	23
5.1.5 Reconocimiento facial	24
5.1.6 Pou (Programa de Orientación Universitaria)	24
5.2 MARCO TEÓRICO	24
5.3 MARCO ACTUAL	26
6. DISEÑO METODOLÓGICO	28
6.1 ENTREGABLES	28
6.1.1 Diagrama de casos de uso	28
6.1.2 Diagrama de componentes	29

6.1.3 Diagrama de despliegue	29
6.1.4 Diagrama de base de datos	30
7. RECOLECCIÓN DE LOS RECURSOS NECESARIOS PARA LA ESTRUCTURACIÓN DEL PROYECTO.	31
7.1 SOLICITUD DE LA INFORMACIÓN Y EL MANEJO DE PROCESOS REALIZADOS POR LA ENTIDAD PARA REALIZAR EL PROCESO POSTERIOR AL HALLAZGO.	32
7.2 IDENTIFICAR EL SISTEMA DE CÁMARAS A UTILIZAR Y BUSCAR LA MANERA DE ASOCIAR EL PROYECTO CON LA ENTIDAD CORRESPONDIENTE.	33
7.3 ELECCIÓN DEL SISTEMA DE BASES DE DATOS A UTILIZAR SEGÚN EL TIPO DE DATOS QUE SE VAN A MANEJAR.	34
8. DEFINICIÓN DEL CONJUNTO DE HERRAMIENTAS PARA LLEVAR A CABO EL DESARROLLO DEL PROYECTO.	36
8.1 OPTAR POR EL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN MÁS ADECUADO PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO.	37
8.2 ESTABLECER EL SISTEMA DE CÁMARAS QUE SERÁ UTILIZADO EN EL PROCESO DE RECONOCIMIENTO FACIAL.	42
8.3 ELECCIÓN DEL SERVICIO DE RECONOCIMIENTO FACIAL A UTILIZAR.	43
9. APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS PROPUESTAS PARA CUMPLIR CON LA PLANEACIÓN PROPUESTA.	47
9.1 DISEÑO DE LA BASE DE DATOS PARA ALMACENAR, REGISTRAR Y CONSULTAR LA INFORMACIÓN DE LAS PERSONAS DESAPARECIDAS (AUSENTE).	47
9.2 RELACIONAR LA BASE DE DATOS CON EL SISTEMA WEB DE LAS CÁMARAS.	49

9.3 REALIZAR LOS MÓDULOS PARA EL SEGUIMIENTO POSTERIOR AL HALLAZGO DEL ESTUDIANTE-----	50
9.4 IMPLEMENTACIÓN DEL ALGORITMO DE RECONOCIMIENTO FACIAL PARA REALIZAR EL ANÁLISIS DE LAS IMÁGENES.-----	50
10. MEDICIÓN DE LA OPERABILIDAD Y LA EXACTITUD DEL SISTEMA DE RECONOCIMIENTO FACIAL PARA ASEGURAR LA EFICIENCIA DEL SISTEMA.-----	51
10.1 VALIDAR EL PORCENTAJE DE COINCIDENCIA ENTRE LA IMAGEN ALOJADA EN LA BASE DE DATOS Y LA CAPTURA REALIZADA POR LA CÁMARA. -----	52
10.2 ASEGURAR LA DISPONIBILIDAD E INTEGRIDAD DE LAS IMÁGENES ALMACENADAS EN LA BASE DE DATOS. -----	54
10.3 GARANTIZAR LA DISPONIBILIDAD Y CALIDAD DEL SISTEMA SEFAD. -----	57
11. RECURSOS DISPONIBLES -----	64
12.CRONOGRAMA-----	66
13. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES GENERALES -----	67
14.BIBLIOGRAFÍA-----	69

TABLA DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1:ÁRBOL DE PROBLEMAS-----	12
ILUSTRACIÓN 2:ÁRBOL DE OBJETIVOS-----	13
ILUSTRACIÓN 3:CASOS DE USO-----	28
ILUSTRACIÓN 4:DIAGRAMA DE COMPONENTES -----	29
ILUSTRACIÓN 5: DIAGRAMA DE DESPLIEGUE -----	29
ILUSTRACIÓN 6:BASE DE DATOSg-----	30
ILUSTRACIÓN 7:OBJETIVOS-----	31
ILUSTRACIÓN 8:COMPARACIÓN DE BASE DE DATOS-----	35
ILUSTRACIÓN 9:CARACTERÍSTICAS DE LA CÁMARA -----	43
ILUSTRACIÓN 10:COSTOS DE AMAZON-----	46
ILUSTRACIÓN 11: PRUEBA CON CÁMARA FOBOS -----	53
ILUSTRACIÓN 12: PRUEBA DE ACEPTACIÓN -----	53
ILUSTRACIÓN 13: RECONOCIMIENTO EN FOTOGRAFÍAS -----	54
ILUSTRACIÓN 14:CLOUDINARY -----	55
ILUSTRACIÓN 15: ACCESO A CLOUDINARY -----	55
ILUSTRACIÓN 16: DISPONIBILIDAD DE IMÁGENES -----	56
ILUSTRACIÓN 17: PRUEBAS LIGHTHOUSE -----	57
ILUSTRACIÓN 18: PRUEBA DE RENDIMIENTO-----	58
ILUSTRACIÓN 19: PRUEBA GTMETRIX -----	58
ILUSTRACIÓN 20:PRUEBA GTMETRIXII-----	58
ILUSTRACIÓN 21: PRUEBA DE ACCESIBILIDAD -----	59
ILUSTRACIÓN 22:BROWSER TIMINGS -----	59
ILUSTRACIÓN 23: PRUEBA DE SEGURIDAD -----	60
ILUSTRACIÓN 24:PRUEBA DE VELOCIDAD EN EL HOST-----	60
ILUSTRACIÓN 25:RESULTADO DE PRUEBA EN EL HOST-----	61
ILUSTRACIÓN 26:PRUEBA EN HOST DESPLIEGUE WEB-----	61
ILUSTRACIÓN 27:PRUEBAS HOST WEB-----	61
ILUSTRACIÓN 28: PRUEBA SEO-----	62

ILUSTRACIÓN 29:DISEÑO RESPONSIVE -----	62
ILUSTRACIÓN 30: MÉTRICAS RESPONSIVE -----	63
ILUSTRACIÓN 31:LOADED TIME-----	63
ILUSTRACIÓN 32:CARGA DEL LOGIN -----	64
ILUSTRACIÓN 33:RECURSOS MATERIALES -----	64
ILUSTRACIÓN 34:RECURSOS FINANCIEROS-----	65
ILUSTRACIÓN 35:RECURSOS INSTITUCIONALES -----	65

INTRODUCCIÓN

Dentro del ámbito universitario se han presentado un gran porcentaje de deserciones que afectan de una u otra manera a la institución y una de las dudas que se generan a la hora de analizar esta problemática son sus causas; la mayoría de los casos que se presentan en la universidad con relación a la ausencia o abandono de la carrera no se tiene claro cuál es el motivo por el cual el estudiante se le dificulta asistir a la universidad, para ello se ha realizado un trabajo investigativo en donde como eje fundamental está el departamento de bienestar institucional y el programa de orientación universitaria (POU), quienes se encargan de tratar temas relacionados con el comportamiento o beneficio de los estudiantes matriculados dentro de la institución y tratan de apoyar a los alumnos en cualquier dificultad que ellos presenten, manejando un sistema de salud de atención primaria como lo es Mediexpress, un sistema de atención psicológica, psicopedagógica y por ultimo una sección de asesoramiento financiero.

Con la información recolectada dentro del proceso investigativo, se logró obtener el manual de procedimientos que se manejan en el POU para la atención y el apoyo estudiante evidenciando a su vez falencias que retrasan o no atacan eficazmente el proceso de cada estudiante, teniendo en cuenta que todos los elementos se llevan a cabo bajo la aprobación y el consentimiento del estudiante constituyendo un proceso totalmente voluntario.

Una vez aclarada la metodología y herramientas utilizadas para la atención de los estudiantes se establece un mecanismo para poder reunir cada una de los instrumentos que interactúan en el proceso del POU y construir una herramienta tecnológica que permita facilitar la vigilancia de cada caso que lleva a tratar específicamente los problemas que impactan negativamente a cada uno de los estudiantes y su proceso educativo dentro de la universidad piloto de Colombia; para lo cual se desarrolló un sistema de reconocimiento facial que nos permite identificar a cada uno de los estudiantes que han sido reportados dentro del

aplicativo SEFAD con el fin de tener una mayor precisión a la hora de identificar en qué momento un estudiante asiste nuevamente a los espacios de la universidad, alertando a el departamento del POU en el instante que la cámara identifica al ausente para seguido de esto contactarlo y poder realizar un seguimiento con la ayuda del aplicativo SEFAD en el cual se le podrá brindar un acompañamiento de acuerdo a las necesidades o dificultades que el presente de acuerdo a los sistemas de atención que maneja la universidad.

1. TÍTULO

SISTEMA DE RECONOCIMIENTO FACIAL PARA LA GESTIÓN Y EL SEGUIMIENTO DE ESTUDIANTES AUSENTES (SEFAD).

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente en Colombia las cifras preliminares de Medicina Legal a nivel nacional, enero y abril del 2020 reportan un total de 1.563 personas desaparecidas de las cuales 669 han sido mujeres, 651 hombres, 160 niños y 433 niñas¹. En octubre de 2020 se reportan Mujeres, hombres y menores de edad desaparecidos en Colombia. A la fecha, 2.813 personas siguen siendo buscadas por sus familiares.² Solo se ha registrado la aparición de 70, de las cuales, 41 fueron halladas vivas;

¹ Cifras de Lesiones de Causa Externa - Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. (2021). Recuperado 12 Abril 2021, de <https://www.medicinalegal.gov.co/cifras-de-lesiones-de-causa-externa>

² Boletines Estadísticos Mensuales - Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. (2021). Recuperado 12 Abril 2021, de <https://www.medicinalegal.gov.co/cifras-estadisticas/boletines-estadisticos-mensuales>

estos datos muestran que las desapariciones son un problema muy grave en el país.³

El epicentro de esta problemática yace de los actos terroristas perpetrados por grupos armados ilegales y la delincuencia común que tienen relación directa con las políticas nacionales y grupos armados al margen de la ley. El terrorismo actúa en una sociedad como un método de represión para generar control sobre un gobierno o grupos de personas. El terrorismo y las relaciones de poder basadas en la violencia y el miedo se utilizan como medio de imposición para crear estados de ansiedad y desconcierto; dentro de esta inmensa problemática se pueden evidenciar varios factores tales como: el terrorismo, los secuestros, intereses personales ya sea de conflictos internos o disidencias.⁴

Por otra parte, cabe resaltar que otro factor que afecta en gran manera este incidente, tiene relación con las personas que sufren de algún tipo de enfermedad intelectual o de demencia en el cual se ve afectada la conciencia y la toma de decisiones de las personas provocando en ellas desorientación y en la mayoría de los casos se presentan dificultades para la comunicación, lo que impide valerse por sí mismo y terminar en un estado de desaparición, generando entre los allegados angustia y preocupación. Dejando a un lado las personas con enfermedades mentales, se encuentran los individuos que tienen problemas con sustancias psicoactivas que en la mayoría de los casos se encuentran bajo los efectos de las mismas sustancias lo cual conlleva a la desorientación y muchas veces la pérdida de la memoria.⁵

³ Tiempo, C. (2021). Las oscuras historias detrás de la desaparición de niños en Colombia. Recuperado 12 Abril 2021, de <https://www.eltiempo.com/justicia/delitos/menores-de-edad-desaparecidos-en-colombia-cifras-e-historias-568511>

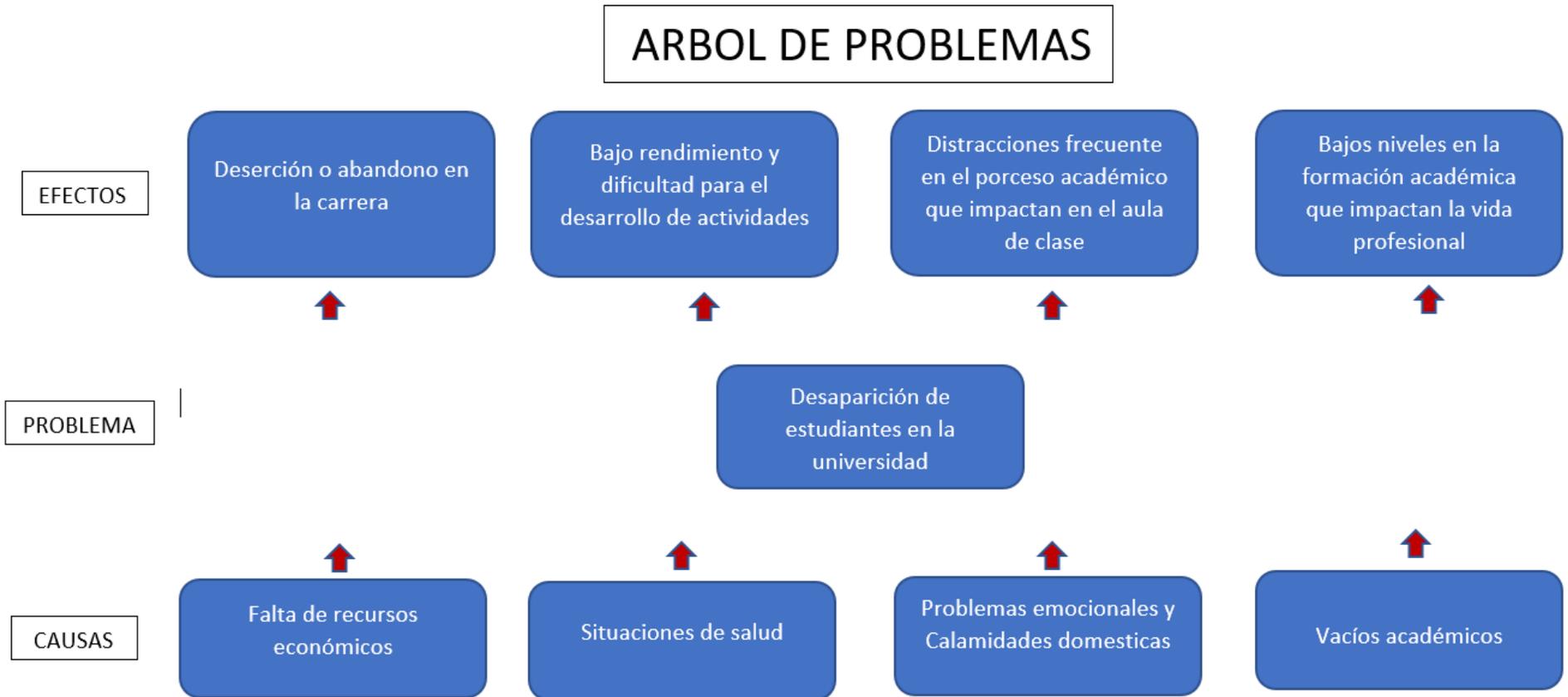
⁴ Cubides, J. (2019). Terrorism by the FARC-EP and public policies oriented towards national security in Colombia during 1990-2000. Retrieved 12 April 2021, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-65862019000200308

⁵ Ríos Flórez, J. (2018). Funcionamiento ejecutivo y reconocimiento facial de emociones en personas con y sin diagnóstico de demencia tipo Alzheimer. Retrieved 13 April 2021, from <http://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=3&sid=b4969fbb-c878-4d4a-b403->

Por último y no menos importante, está el sector infantil, que muchas veces se ve afectado por el descuido o abandono de los padres que por circunstancias de trabajo pierde de vista a sus hijos y esto se presta para el hurto o secuestro de los menores, para luego más tarde ser víctimas de la trata infantil o el reclutamiento forzoso para grupos armados al margen de la ley.

Por lo anterior surge la pregunta orientadora: ¿Cómo se podría solucionar el problema de manera tecnológica de los desaparecidos en Colombia?

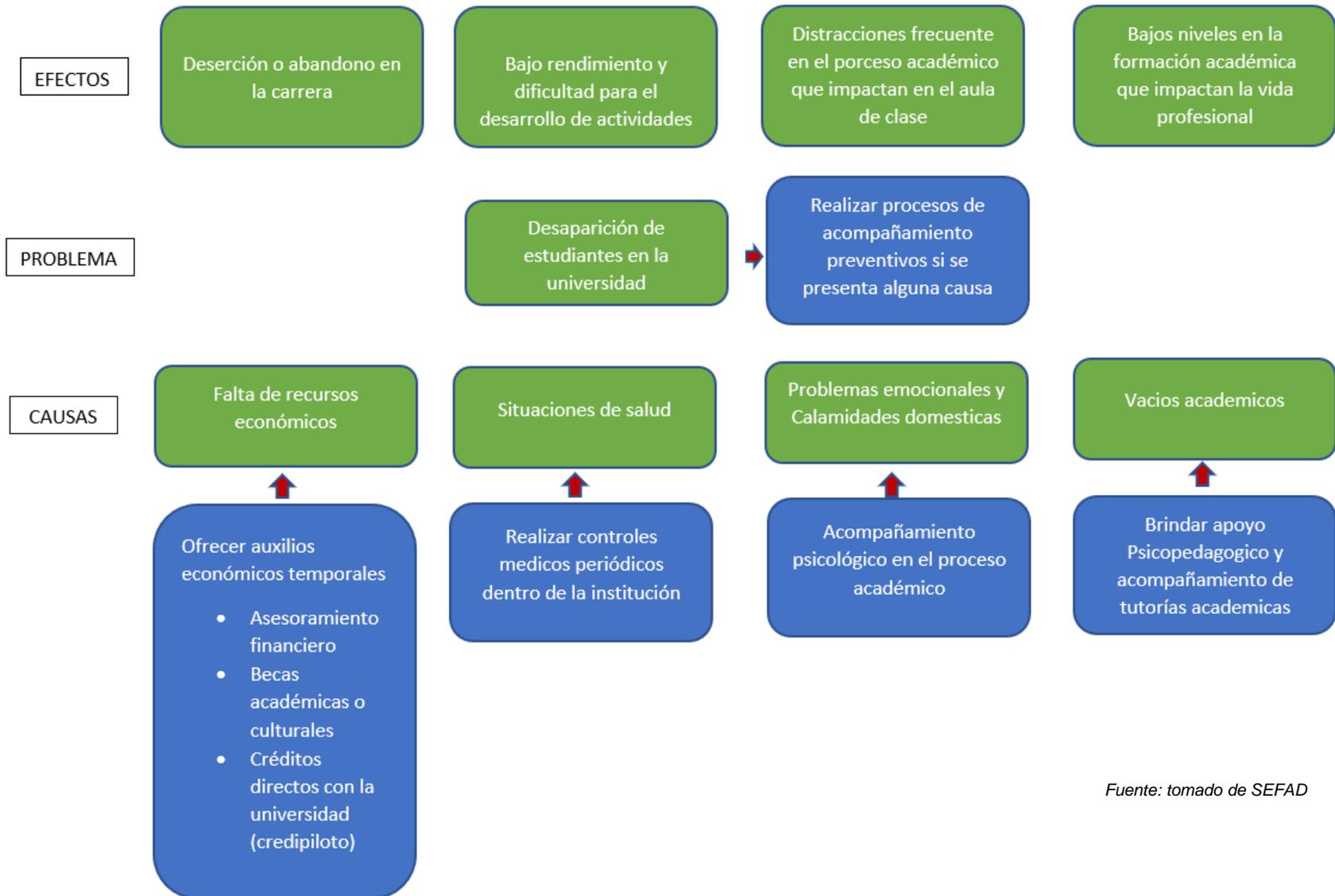
ILUSTRACIÓN 1:ÁRBOL DE PROBLEMAS



Fuente: tomado de SEFAD

ILUSTRACIÓN 2:ÁRBOL DE OBJETIVOS

ARBOL DE OBJETIVOS



Fuente: tomado de SEFAD

2.1 CASO DE ESTUDIO

El proyecto está dirigido a la comunidad estudiantil de la universidad piloto de Colombia para realizar un control de las personas que se encuentren reportadas como desaparecidas (ausentes) por no asistir a clases, esto con el fin de realizar un proceso de seguimiento que ayude a mitigar la deserción o abandono académico.

3. JUSTIFICACIÓN

Se necesita una herramienta que implemente inteligencia artificial la cual tiene como objetivo que los ordenadores hagan la misma clase de cosas que puede hacer la mente. Algunas cosas como razonar se suele describir como "inteligentes". Otras como la visión no. Pero todas entrañan competencias psicológicas (como la percepción, la asociación, la predicción, la planificación, el control motor) que permiten a los seres humanos y demás animales alcanzar sus objetivos.

La inteligencia no es una dimensión única, sino un espacio profusamente estructurado de capacidades diversas para procesar la información. Del mismo modo, la IA utiliza muchas técnicas diferentes para resolver una gran variedad de tareas.⁶ El reconocimiento facial al ser una rama de la inteligencia artificial es un área de investigación que se soporta con el desarrollo vertiginoso de las herramientas de programación y los sistemas digitales como los dispositivos procesadores y las memorias; involucra diversas disciplinas, como procesamiento de imágenes, reconocimiento de patrones, visión por computadora y redes neuronales. Los métodos con mejor desempeño para reconocimiento son el algoritmo Fisherface, el método de Eigenfaces, el modelo de cadenas ocultas de Márkov, LDA-Linear Discriminant Analysis, el Subespacio de Aprendizaje Multilínea

⁶ Boden, M. (2017). Inteligencia Artificial. Recuperado 12 Abril 2021, de https://books.google.es/books?id=LCnYDwAAQBAJ&dq=inteligencia+artificial&lr=&hl=es&source=gs_navlinks_s

y la Contrapartida de Enlace Dinámico⁷. Dentro de esta rama también tenemos el reconocimiento facial con imágenes a color en la cual un estudio ha logrado demostrar que dentro de la detección y reconocimiento de imágenes, han tenido un mayor resultado todas aquellas que son a color dando así una mayor facilidad con un porcentaje de factibilidad del 42% mientras que el mismo experimento realizado con la detención y reconocimiento de imágenes a blanco y negro o también conocidas con escala de grises su factibilidad fue del 40%, en donde se concluye que es más fácil y se obtienen mejores resultados al analizar imágenes a color.⁸

El reconocimiento facial no solo se limita a fotografías de personas, también pueden ser utilizados retratos hablados de testigos o familiares. Según un estudio se determinó que la modificación de las imágenes respecto a la original no afectaba en gran manera la comparación y detección de la misma persona, es decir, que para el análisis y reconocimiento de rostros mediante la implementación de bosquejos es muy preciso, esto sumándole al análisis falsas alarmas de rostros, se realiza una doble comparación y el desfase es mínimo frente a los resultados del reconocimiento de la persona.⁹

El reconocimiento facial puede ser afectado por algunos accesorios que se utilizan en el momento de la detención como lo son gorras, sombreros, tapabocas, entre

⁷ Julián, F., Reyes, M., Sánchez, A., & Ríos, C. (2017). RECONOCIMIENTO FACIAL POR EL MÉTODO DE EIGENFACES. Recuperado 13 Abril 2021, de <http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/view/1068>

⁸ Rondón, P., Agudelo, H., & Beatriz, O. (2011). Log in. Recuperado 12 Abril 2021, de <http://web.a.ebscohost.com/unipiloto.basesdedatosezproxy.com/ehost/detail/detail?vid=3&sid=fb460bb5-1500-45f3-bcc3-473a838132d3%40sessionmgr4006&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZI#AN=86166561&db=egs>

⁹ Pitarque, A., Salvador, A., & Casanova, A. (2007). Familiaridad y recuerdo en el reconocimiento de rostros ficticios: Recuperado 12 Abril 2021, de <http://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=6&sid=65bd5991-27ed-4d83-a8f9-c3b127445ecc%40pdc-v-sessmgr02&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=27464688&db=fua>

otros, es por ello por lo que existe una técnica basada en la vectorización de rostros a través de cámaras infrarrojas lo cual da solución a este problema.¹⁰

Es necesario implementar una cámara con un sistema de reconocimiento facial para identificar personas reportadas como desaparecidas porque así la labor de localizar a las personas sería más rápida y eficaz aumentando la probabilidad de encontrar a una persona en condiciones óptimas. Esto aumentará la calidad y esperanza de vida de las personas ya que se sentirán en un ambiente mucho más seguro e íntegro.

Centralizando la problemática en la universidad Piloto de Colombia en la sede de Bogotá, se presenta un flagelo de ausencia por parte de los estudiantes que son causadas por factores como: dificultades académicas, problemas emocionales o calamidades familiares, que se pueden evidenciar en las aulas de clase al constatar que el alumno no se encuentra presente. Con el sistema de reconocimiento facial SEFAD, se podrá detectar con la ayuda de una cámara si algún estudiante que estaba reportado como desaparecido (ausente) apareció, debido a que dentro de la Universidad Piloto no se tiene ningún proceso establecido, ya que si algún estudiante que se había reportado como ausente regresa a sus actividades normales en la institución dentro de un tiempo no mayor a los 15 días, se da por hecho que el estudiante se encuentra en buen estado de salud o no presenta ninguna dificultad académica o emocional, lo que lleva a departamentos como el POU o bienestar institucional a obviar procesos de seguimiento por el tiempo que el estudiante estuvo fuera de las aulas de clase e incluso de la universidad. El proceso de seguimiento que se realiza en la universidad debido a la ausencia de los estudiantes, se ve interrumpido en la mayoría de las ocasiones por los docentes o compañeros que no reportan cuando un estudiante regresa y es allí donde no se puede evidenciar las causas frecuentes que pueden llevar a que un estudiante

¹⁰ B., E., & C., H. (2011). Log in. Recuperado 12 Abril 2021, de <http://eds.a.ebscohost.com.unipiloto.basesdedatosezproxy.com/eds/detail/detail?vid=1&sid=99e987c2-7761-423c-b0a8-c4e2eedf93ea%40pdc-v-sessmgr03&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#db=fua&AN=74484986>

abandone la carrera o presenten bajo nivel académico, lo que a su vez no permite llevar a cabo ninguna estrategia que facilite el proceso de atención a los estudiantes y aún más poder apoyarlos en procesos que impactan la vida de los alumnos y se refleja en el rendimiento académico. Es por ello por lo que es necesario la implementación de la cámara como apoyo a la labor de asegurar la calidad.

Alcance

El proyecto tiene como finalidad realizar una plataforma para la gestión de estudiantes ausentes con el fin de llevar un control mediante seguimientos y estadísticas, dicho control será realizado por los especialistas que estén registrados en el aplicativo (Psicólogos y Psicopedagogos). La plataforma dispondrá de reconocimiento facial para identificar a los estudiantes que hayan sido reportadas como ausentes dentro de la plataforma. Durante el proceso, si el estudiante llega a ser detectado por la cámara, se emitirá una alerta que permitirá iniciar el seguimiento para validar la causa de su ausencia y poder realizar el debido acompañamiento.

Según los datos obtenidos por el sistema podemos dar respuesta a las siguientes incógnitas:

- ¿Cuántos de los estudiantes reportados como ausentes han aparecido?
- ¿De los estudiantes que fueron detectados por la cámara, cuántos de ellos son hombres o mujeres?
- ¿Cuántos estudiantes se encuentran reportados como ausentes?
- ¿Cuántos de los estudiantes aparecidos accedieron de manera voluntaria a realizar el seguimiento con algún especialista?
- ¿Cuántos de los estudiantes que realizaron el seguimiento llegaron a culminarlo?

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar un sistema para la identificación de personas reportadas como desaparecidas mediante reconocimiento facial para aumentar la probabilidad de encontrar a los desaparecidos.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recolectar los recursos necesarios para la identificación de los requerimientos del proyecto.
- Definir el conjunto de herramientas para llevar a cabo el diseño del proyecto.
- Aplicar de manera funcional las herramientas propuestas para cumplir el desarrollo del proyecto.
- Medir la operabilidad y exactitud del aplicativo para asegurar la calidad del sistema a través de la validación de pruebas del proyecto.

5. MARCO REFERENCIAL

ESTADO DEL ARTE

El reconocimiento facial es un trabajo complejo y complicado para los humanos ya que según la neurociencia y la psicología para los humanos solo es posible recordar un número limitado de rostros. Debido a esta problemática los investigadores del área informática se dieron a la tarea de encontrar una solución a este problema a través de las computadoras para poder realizar esta tarea de una manera más eficiente.

En los años 60 se empezaron la implementación de métodos para reconocer rostros por parte de los investigadores Harmon y Kanade, fue un éxito y la computadora fue capaz de reconocer rostros humanos. Harmon utilizó bosquejos de personas para la detección de rostros, en total fueron reconocidos 608 rostros.

Reconocimiento Facial en el mundo

Según la investigación realizada se encontraron los siguientes proyectos relacionados con reconocimiento facial exitosos en el mundo:

- **INTERPOL:** En el Sistema de INTERPOL de Reconocimiento Facial (IFRS) se almacenan las imágenes faciales enviadas por más de 179 países, lo que la convierte en una base de datos policial de ámbito mundial única. Combinado con un software automatizado de identificación biométrica, este sistema es capaz de identificar a una persona o de comprobar su identidad mediante la comparación y el análisis de los modelos, formas y proporciones de sus rasgos y contornos faciales.

¿Cómo funciona?

Un algoritmo codifica automáticamente la imagen facial (sobre la que se quiere indagar) introducida en el sistema, para luego compararla con los perfiles almacenados en él. De este modo se obtiene una lista de “candidatos” de los aciertos más probables.

Siempre se realiza un proceso manual, que se denomina “identificación facial”, para verificar los resultados del sistema automatizado. Seguidamente, los funcionarios cualificados y experimentados de INTERPOL examinan minuciosamente las imágenes, fijándose en las características únicas, a fin de determinar si se trata de un posible candidato, se le descarta como tal o no se ha obtenido un resultado concluyente.

Esta información se pasa después a los países que enviaron la imagen y a aquellos que tengan un interés en el perfil o la coincidencia. Toda la información se procesa de acuerdo con lo previsto en el Reglamento de INTERPOL sobre el Tratamiento de Datos.

- **WALMART:** Con el objetivo de detectar el estado de ánimo de sus clientes Walmart desarrolló un sistema de reconocimiento facial que emplea

tecnología de inteligencia artificial. En cuanto a su funcionamiento, este consiste en la instalación de cámaras de vídeo situadas en las cajas de Walmart que monitorizan las expresiones faciales y movimientos de los clientes identificando su nivel de satisfacción o frustración.

Si el software detecta insatisfacción por parte del consumidor, avisará a uno de los empleados de la tienda para que acuda a asistirle antes que el comprador tenga la ocasión de quejarse. De esta forma, la compañía espera que dicha tecnología le permita responder de una forma más eficiente su servicio al cliente.

Así mismo, resulta más sencillo retener a los clientes actuales que incorporar otros nuevos a través de publicidad, pues ante tanta competencia, un usuario no pierde tiempo en quejarse, sino que simplemente se va a otro local.

Reconocimiento Facial en Colombia

Continuando con la investigación finalizamos con los proyectos de más impacto local los cuales son:

- **Reconocimiento facial en tiempo real orientado a videollamadas o live stream para autenticar identidades durante una audiencia legal por Julián David Pardo Morcote, Universidad Santo Tomás** : En este proyecto se desarrolló una aplicación para reconocimiento facial en tiempo real, tuvo como objetivo crear una herramienta informática para autenticar identidades durante videollamadas, que se construyó gracias a la herramienta DLIB una librería que ayuda a detectar objetos, en este caso el rostro de una persona. Se implementó el método ingenieril con enfoque aplicativo ya que no cualifica ni cuantifica variables y en conclusión se obtiene un software especializado en reconocimiento biométrico facial de alta fiabilidad, convirtiendo a este en una fuente de consulta seria y organizada que aporta conocimiento a la

academia y a los ingenieros electrónicos que deseen realizar una investigación relacionada con reconocimiento biométrico facial.

- **Sistema de reconocimiento facial para control de acceso a viviendas por David Leonardo Castaño Saavedra y Juan David Alonso Sierra, universidad católica de Colombia** : Este proyecto se realizó debido a la alta inseguridad que se evidencia en la ciudad de Bogotá D.C., y los constantes robos en las viviendas, por este hecho, se vio la necesidad de crear una solución que disminuya estos porcentajes de hurto utilizando un sistema de identificación biométrica facial, permitiendo que el acceso a nuestros hogares no depende de objetos que puedan perderse o caer en manos ajenas. Durante el desarrollo del proyecto se realizó la recopilación de información, análisis de requerimientos, tanto de un control de acceso como de los dispositivos que se utilizaron, y por último la implementación del control de acceso en el hogar y los aspectos a tener en cuenta para un funcionamiento ideal del sistema otorgando sus respectivas pruebas de funcionamiento y la eficacia del sistema al reconocer a una persona en diferentes expresiones faciales. Con este sistema no solo se pretende brindar seguridad y confort al usuario si no incentivar el uso de herramientas tecnológicas como el reconocimiento facial, y dispositivos que están en el mercado, para implementar un control de acceso a viviendas seguro y de bajo costo.

5.1 MARCO CONCEPTUAL

5.1.1 INTELIGENCIA ARTIFICIAL: La Inteligencia artificial como rama de la ingeniería es el concepto según el cual “las máquinas piensan como seres humanos”.

Normalmente, un sistema de IA es capaz de analizar datos en grandes cantidades (big data), identificar patrones y tendencias y, por lo tanto, formular predicciones de forma automática, con rapidez y precisión. ¹¹

Cabe recalcar que para el correcto funcionamiento se debe realizar un entrenamiento previo a la máquina para que esta funcione de manera óptima teniendo en cuenta los posibles datos que se pueden presentar junto con sus variaciones.

5.1.2 Red neuronal

Las redes neuronales artificiales se pueden considerar como modelos computacionales capaces de conectarse entre sí mediante unas entradas las cuales van directamente relacionadas a una función de activación que devuelve un valor tras ser analizado; dicha red neuronal tiene como propósito ajustar los valores de entrada para que cada vez que los datos pasen por la denominada función de activación para que las respuestas se ajusten la mayormente posible a los resultados esperados.

5.1.3 Deep - learning

El Deep learning o español aprendizaje profundo, es un conjunto de algoritmos de aprendizaje autónomo capaces de modelar de manera abstracta sistemas no lineales basados en asimilar representaciones de datos e interpretar dicha información para tratar de desarrollar habilidades de manera autónoma para llegar

¹¹ Inteligencia Artificial: ¿Qué es? (2017, 22 junio), recuperado de Salesforce. <https://www.salesforce.com/mx/blog/2017/6/Que-es-la-inteligencia-artificial.html>

al punto de poder igualar las capacidades humanas que se conocen como razonables.

5.1.4 Machine - learning

Es una rama de la inteligencia artificial que se puede definir como un sistema de aprendizaje automatizado que busca desarrollar técnicas mediante las cuales se permita a las computadoras aprender habilidades que no están presentes en un sistema o también denominado genotipo. Dicho proceso de aprendizaje se puede realizar mediante distintos medios o técnicas, como por ejemplo los árboles de decisión, reglas de asociación, algoritmos genéticos o las conocidas redes neuronales.

Árboles de decisión: Este es un modelo de aprendizaje autónomo que tiene como característica principal ser predictivo, dicho modelo está basado en observaciones, es decir, se le dan una serie de resultados o valores finales los cuales son examinados y tratan de asimilar procesos para llegar a un objetivo específico.

Reglas de asociación: Este modelo de aprendizaje funciona mediante la relación entre variables y el uso de algoritmos, entre los cuales se encuentra por ejemplo el algoritmo a priori.

Algoritmos genéticos: Los algoritmos genéticos buscan mediante la investigación o la invención simular la selección natural en los cuales se requieren métodos como la mutación o el cruzamiento para generar clases que puedan satisfacer una solución o un problema.

5.1.5 Reconocimiento facial

El reconocimiento facial es una rama de la inteligencia artificial, donde funciona como una tecnología capaz de identificar o verificar a un sujeto a través de una imagen, vídeo o cualquier elemento audiovisual de su rostro. Generalmente, esta identificación es usada para acceder a una aplicación, sistema o servicio.¹²

5.1.6 Pou (Programa de Orientación Universitaria)

El Programa de Orientación Universitaria – POU, es un espacio de apoyo para el acompañamiento permanente que trabaja con el fin de garantizar a los estudiantes de la Universidad Piloto de Colombia, un adecuado desarrollo personal, académico, humano; con acciones de carácter psicológico, pedagógico, académico y desde una perspectiva de la formación integral, mediante un trabajo asociado de equipos interdisciplinarios de las diferentes unidades de apoyo, que responden a una política institucional, garantizando a los estudiantes la permanencia en el sistema educativo.¹³

5.2 MARCO TEÓRICO

La inteligencia artificial toma sentido gracias a el personaje Alan Turing cerca del año de 1950 quien empezó a desarrollar un programa de ajedrez el cual en su momento no era capaz de ser ejecutado en los ordenadores de la época, debido a esta problemática Turing se vio en la tarea de realizar el mismo los cálculos que el ordenador haría en su lugar. De aquí partió el debate alrededor del debate de la inteligencia artificial que hoy se mantiene. Toda esta teoría sobre la inteligencia artificial rodea de manera intensiva el hecho de que Alan Turing creó su “Máquina”, que él mismo catalogó como automática, y tenía como labor realizar cálculos

¹² Cómo funciona el reconocimiento facial y su seguridad. (2017, 27 julio), recuperado de Electronic Identification. <https://www.electronicid.eu/es/blog/post/como-funciona-reconocimiento-facial/es>

¹³ Universidad Piloto de Colombia. 2021. Programa de Orientación Universitaria – POU - Universidad Piloto de Colombia, recuperado de: <https://www.unipiloto.edu.co/bienestar/programa-de-orientacion-universitaria-pou>

referentes a las matemáticas. Durante el año de 1950 surge una gran pregunta elaborada por Alan sobre si las máquinas podrían llegar a pensar, de aquí nace el conocida prueba de Turing o Test Turing que tiene como objetivo determinar qué tan ágil puede llegar a ser una máquina o una computadora al tal punto de poder ser comparada con las habilidades de un humano y su razonamiento, hasta la fecha este test de Turing ha sido motivo de numerosas investigaciones y pruebas que sigue esforzándose para mejorar el desarrollo y la creación de máquinas cada vez más parecidas al ser humano y no solo refiriéndose al tema estético sino que también hace alusión a su parte cognitiva y de razonamiento.

Cuarenta años más tarde la compañía de IBM realiza la creación de una super máquina denominada por ellos mismos como “Azul profundo” quien participó en una competencia de ajedrez y además de ello se llevó el triunfo de esta al enfrentarse al campeón Gary Kasparov. Partiendo de este acontecimiento tan importante se viralizó el tema de la IA ya que por primera vez fue puesta a prueba en un ambiente diferente al académico y logró sobresalir.

El impacto de la I.A. ha sido tan grande que se han ido desprendiendo varias áreas de estudio, una de estas ramas es el reconocimiento facial el cual busca simular el funcionamiento del ojo humano, tratando de captar y reconocer objetos del ambiente que en este caso serían los rostros de las personas.

El reconocimiento facial es una técnica basada en identificación biométrica que lo que hace es tratar de reconocer y reconstruir los objetos mediante puntos y vectores, para este caso serían rostros humanos que presentan facciones las cuales son tomadas en cuenta para determinar las dimensiones y la forma de cada rostro, teniendo que ningún rostro es idéntico a otro lo que permite realizar un modelo único de acuerdo con las características faciales.

Gracias al machine learning el reconocimiento facial puede ser empleado con total confianza y en tiempo real debido a los diferentes métodos de aprendizaje que usa esta técnica.

5.3 MARCO ACTUAL

Desde el año 1980 aproximadamente la inteligencia artificial empezó a estar presente en el sector industrial realizando tareas para asegurar la seguridad en los datos como por ejemplo la comprobación de tarjetas de crédito para evitar fraudes.

Para el año 1995 la inteligencia artificial impacto en gran manera en el ámbito de las redes ya que logró permitir a los usuarios realizar de documentos o textos dentro de la gran inmensidad del internet con tan solo escribir unas simples palabras relacionadas con el tema de interés para así arrojar los resultados solicitados de una manera mucho más precisa dentro de los miles de millones de sitios disponibles en internet.

En el año 2007 con la introducción de los smartphones la inteligencia artificial tuvo un antes y un después bien marcado, lo que provocó que estos dispositivos se fueran convirtiendo cada vez más en una herramienta indispensable para la cotidianidad.

La I.A se ha ido introduciendo cada vez más en nuestra vida cotidiana, un gran ejemplo son los asistentes de voz tales como: Siri, Alexa, Google Now, Cortana, entre otros; que más allá de ser un asistente de voz personal representa el avance que ha tenido esta disciplina a lo largo de los años. Esta tecnología se ha vuelto indispensable en la vida de los seres humanos hasta el punto de convertirse en algo esencial para poder realizar las actividades cotidianas.

Actualmente ha llegado a enfrentarse al ser humano en capacidades como: leer los labios, interpretar emociones, falsificar firmas, entre otras; las cuales se consideraban habilidades únicas del ser humano. Por otra parte, la I.A. ha llegado a impactar en el ámbito político como en los recientes sucesos de elecciones presidenciales en las cuales dichas actividades se han visto afectadas por la I.A. ya que este sistema es capaz de reconocer las personas que aún no han definido su inclinación política y así realizar envíos masivos de mensajes con contenido referente al candidato de preferencia.

En relación con la economía, es un ámbito del cual no se escapa del ámbito de la inteligencia artificial ya que se tiene la capacidad de llegar a predecir si un indicador económico tenderá al alza o a la baja en un periodo de tiempo determinado y de esta manera poder controlar el mercado de valores sin mencionar las nuevas tendencias y el surgimiento de nuevas divisas digitales que están cambiando al mundo y la manera en el cual este se mueve.

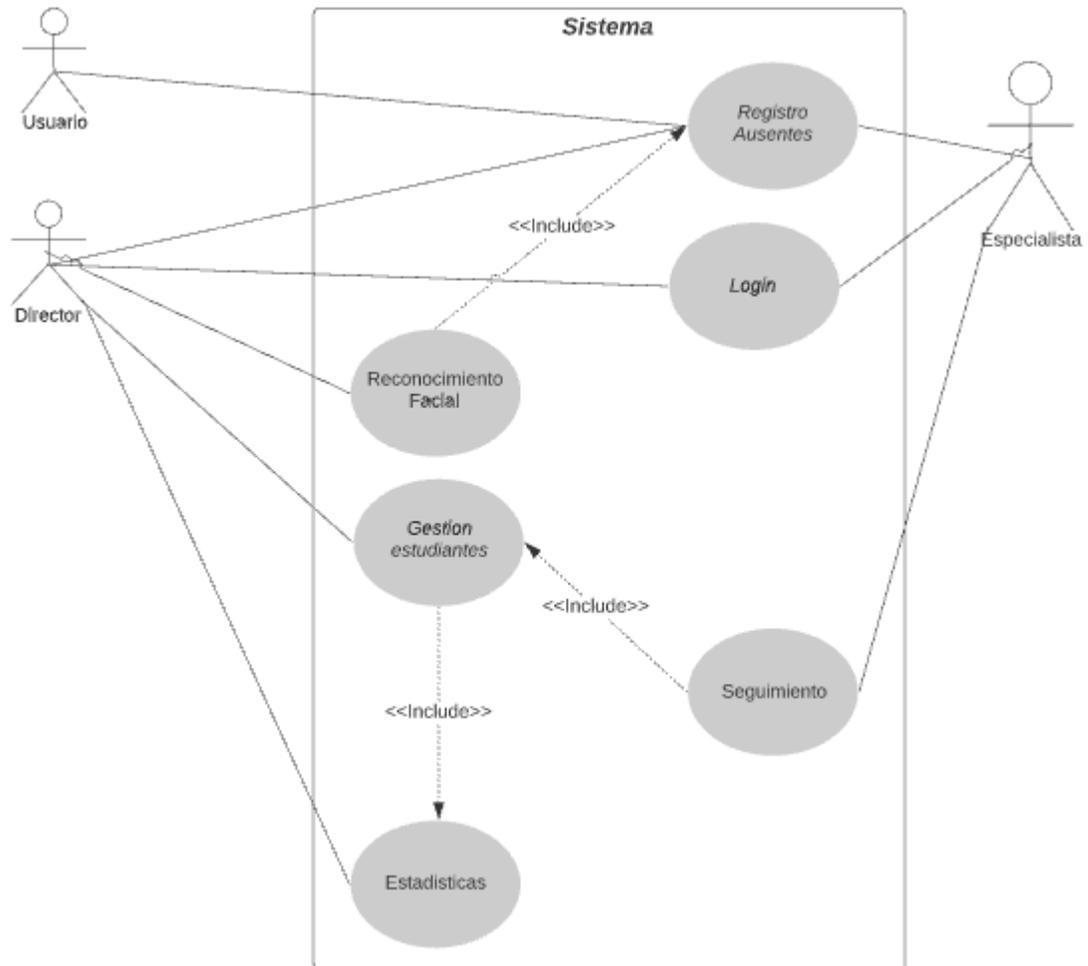
La evolución de esta disciplina ha avanzado tanto que se está materializando en forma de armas, automóviles, drones, dispositivos de IoT, altavoces y consolas de videojuegos. Cada vez estamos más rodeados de esta tecnología. En el caso de los vehículos tenemos que en 2019 la conocida compañía de automóviles eléctricos Tesla Motors de la cual sus autos cuentan con piloto automático, esta funcionalidad se logra gracias al reconocimiento de imágenes en tiempo real con inteligencia artificial. En relación con los avances tecnológicos que se encuentran actualmente funcionando en casi todos los ámbitos, se propone desarrollar una herramienta reconocimiento facial la cual es una derivación de la inteligencia artificial para mejorar el sistema de seguridad de la sociedad teniendo un impacto directo en la problemática de las desapariciones de personas.

6. DISEÑO METODOLÓGICO

6.1 ENTREGABLES

6.1.1 Diagrama de casos de uso

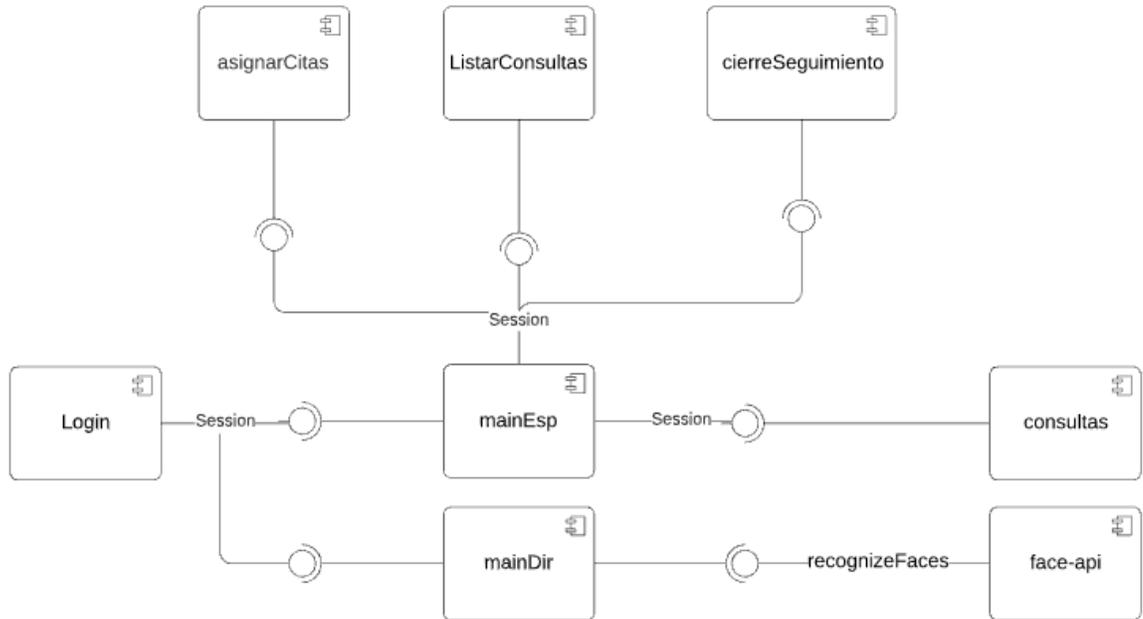
ILUSTRACIÓN 3: CASOS DE USO



Fuente: tomado de SEFAD

6.1.2 Diagrama de componentes

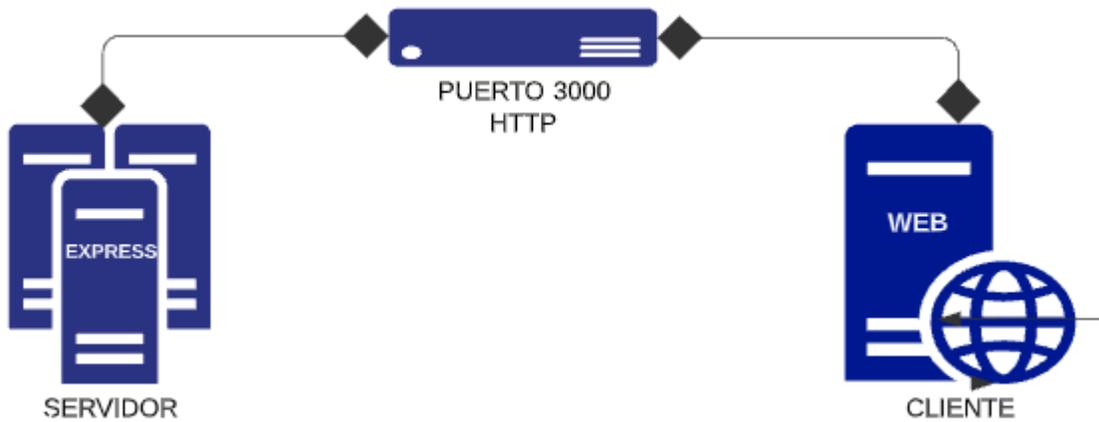
ILUSTRACIÓN 4: DIAGRAMA DE COMPONENTES



Fuente: tomado de SEFAD

6.1.3 Diagrama de despliegue

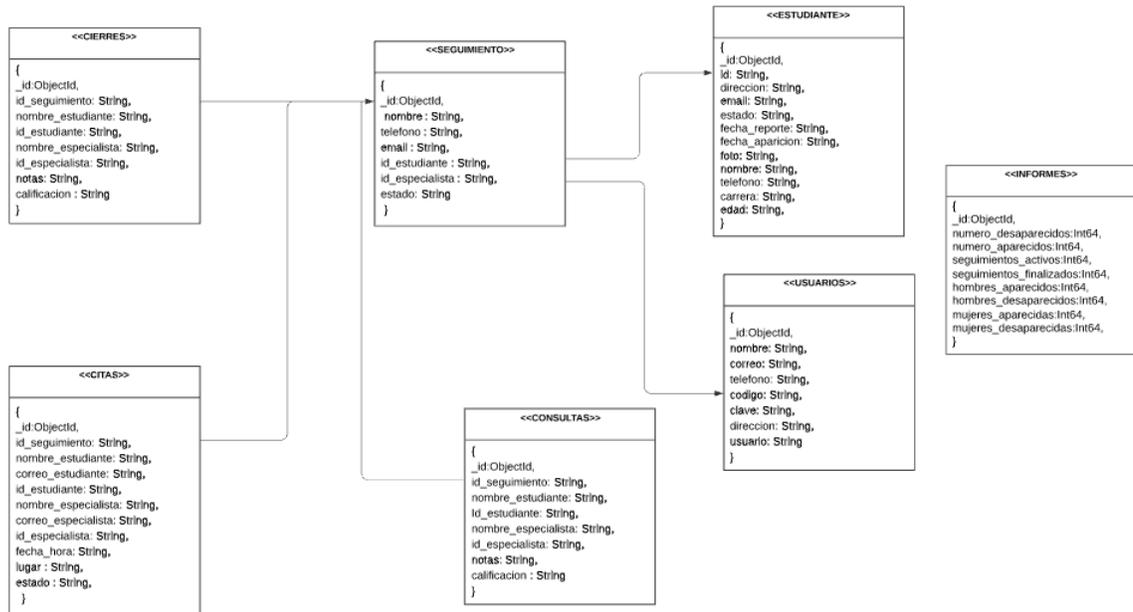
ILUSTRACIÓN 5: DIAGRAMA DE DESPLIEGUE



Fuente: tomado de SEFAD

6.1.4 Diagrama de base de datos

ILUSTRACIÓN 6: BASE DE DATOS



Fuente: tomado de SEFAD

La metodología más adecuada para el desarrollo del proyecto es la cuantitativa, porque los datos son medibles en porcentajes. Así mismo los resultados de la investigación serán analizados desde el punto de vista cuantitativo respondiendo a la hipótesis teniendo en cuenta las diferentes variables de los resultados.¹⁴

Se necesita de una hipótesis con la cual comparar los datos obtenidos con los esperados en cada análisis.

Para el desarrollo del sistema se realizará con la metodología en cascada la cual nos permite tener un desarrollo secuencial y estructurado, lo que nos permitirá llevar un orden establecido en cada una de las fases.

¹⁴ Hernández Sampieri R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación: Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado y Pilar Baptista Lucio (6ª. Ed --.). México D.F.: McGraw-Hill

A continuación, se presentarán los objetivos con sus respectivos diseños metodológicos en la ilustración 7:

ILUSTRACIÓN 7:OBJETIVOS

OBJETIVO	DISEÑO METODOLÓGICO
Recolectar los recursos necesarios para la identificación de los requerimientos del proyecto.	Se utilizarán técnicas de la metodología cuantitativa para obtener datos y cifras de diferentes fuentes.
Definir el conjunto de herramientas para llevar a cabo el diseño del proyecto.	Se definirá el diseño a ser implementado por el modelo cascada para la estructuración del proyecto.
Aplicar de manera funcional las herramientas propuestas para cumplir el desarrollo del proyecto.	Se utilizará el modelo de desarrollo cascada para así aplicar las tareas propuestas de manera ordenada y secuencial.
Medir la operabilidad y exactitud del aplicativo para asegurar la calidad del sistema a través de la validación de pruebas del proyecto.	Finalmente se seguirá desarrollando el modelo de desarrollo en cascada el cual nos permitirá realizar las pruebas una vez las fases anteriores hayan sido culminadas con éxito.

Fuente: tomado de SEFAD

7. RECOLECCIÓN DE LOS RECURSOS NECESARIOS PARA LA ESTRUCTURACIÓN DEL PROYECTO.

Este capítulo tiene como fin la recolección de recursos para iniciar el correcto desarrollo del proyecto. Para tal fin se plantearon 3 puntos clave los cuales servirán para asentar las bases del proyecto y empezar con la construcción de este.

7.1 SOLICITUD DE LA INFORMACIÓN Y EL MANEJO DE PROCESOS REALIZADOS POR LA ENTIDAD PARA REALIZAR EL PROCESO POSTERIOR AL HALLAZGO.

El proceso que realiza el POU cuando un estudiante se ausenta repetidamente a las clases inicia cuando el docente se trata de comunicar con el estudiante ya sea por correo electrónico o teléfono y en dado caso que este no responda, es allí cuando el docente realiza un informe al coordinador a cargo de la facultad correspondiente y esta diligencia un formato de remisión en donde se establece si es un proceso académico o psicológico; el director del POU recibe esta solicitud y se determina en qué área necesita apoyo el estudiante, estas áreas son:

- Psicopedagogía
- Psicología

Una vez remitido al estudiante al programa de orientación universitaria, se emite una citación en la cual como primera instancia se realiza un análisis con el profesional a cargo (Psicólogo o Psicopedagogo) el cual brindara apoyo una vez que el estudiante haya firmado el consentimiento, en donde será informando del proceso que será llevado a cabo; finalmente se establecen los horarios para las reuniones de seguimiento.

Se cerrará el caso una vez que se hayan presentado avances por el estudiante o que este ya no decida continuar con el proceso. En dado caso que el problema del estudiante persista y requiera apoyo por parte de un especialista más avanzado se realiza una remisión clínica a MediExpress en donde se estudia el caso y de ser necesario el apoyo de la EPS se realizará la remisión correspondiente.

El proceso se evalúa constantemente para llegar un seguimiento del caso.

En caso de requerir ayuda por bajo rendimiento académico se contacta con el área de psicopedagogía donde se estudia el plan de estudio y metodologías con el fin de ayudar al estudiante a realizar un cronograma con actividades que ayuden a mejorar los hábitos de estudio. De ser necesario, el POU brinda la opción de asistir a tutorías académicas prestadas por docentes o estudiantes con el fin de reforzar las falencias que se tengan en el área específica donde se realizará un proceso de seguimiento con un tiempo establecido para poder evaluar resultados; al evaluar y ver que el estudiante no mejora, se comunica con coordinación y se remite al área de psicología para brindar un diagnóstico de lo que está afectando al estudiante.

Según los resultados si el problema de ausentismo es debido a factores financieros el POU en conjunto con la universidad brindan asesoramiento financiero para que el estudiante pueda aplicar a diferentes opciones de financiamiento como el icetex, becas académicas o culturales, pertenecer al programa de monitorias académicas el cual brinda una beca del 50% y créditos directos con la universidad como lo es CrediPiloto.

7.2 IDENTIFICAR EL SISTEMA DE CÁMARAS A UTILIZAR Y BUSCAR LA MANERA DE ASOCIAR EL PROYECTO CON LA ENTIDAD CORRESPONDIENTE.

Para la correcta implementación del reconocimiento facial es necesario contar con cámaras con resoluciones y densidades de píxeles altas, lo ideal es que la resolución sea de más de 1280×720 y 0,9 Megapíxeles para que la distancia desde la cual se vaya a realizar el reconocimiento sea acorde a la necesidad del proyecto.

Según los requerimientos para realizar un reconocimiento facial óptimo realizaremos la implementación de una cámara con resolución de 1920×1080 y 2 Megapíxeles, este dispositivo nos permite tener imágenes claras y nítidas posteriormente realizar la comparación de rostros de una manera eficiente ya que permite registrar y crear el patrón biométrico de manera más precisa gracias a la densidad de píxeles.

El proyecto estará asociado con el POU de la universidad piloto de Colombia el cual se encarga de garantizar la calidad del proceso educativo, brindando acompañamiento, apoyo y guías a los estudiantes, para tal fin luego de hallar una persona gracias al sistema de reconocimiento facial (SEFAD) se empieza el proceso para realizar el respectivo seguimiento y/o acompañamiento del POU.

7.3 ELECCIÓN DEL SISTEMA DE BASES DE DATOS A UTILIZAR SEGÚN EL TIPO DE DATOS QUE SE VAN A MANEJAR.

Para realizar el proyecto es necesario contar con un sistema de bases de datos el cual nos permita implementar todas las funcionalidades propuestas, es por ello por lo que realizaremos un comparativo entre diferentes tipos de bases de datos.

Base de datos NoSQL:

Las bases de datos NoSQL están diseñadas para modelos de datos específicos ya que tienen esquemas flexibles para crear sistemas de información modernos. Se conocen por ser fáciles de desarrollar, tanto en funcionalidad como en rendimiento a escala. Usan una variedad de modelos de datos, que incluyen documentos, gráficos, clave valor, memoria y búsqueda.

Base de datos SQL:

Una base de datos relacional es un tipo de base de datos que almacena y proporciona acceso a puntos de datos relacionados entre sí. Las bases de datos relacionales se basan en el modelo relacional, una forma intuitiva y directa de representar datos en tablas. En una base de datos relacional, cada fila de la tabla es un registro con un ID único llamado clave. Las columnas de la tabla contienen atributos de los datos, y cada registro generalmente tiene un valor para cada atributo, lo que facilita el establecimiento de las relaciones entre los puntos de datos.¹⁵

¹⁵ ¿Qué es una base de datos relacional? (s. f.). Oracle.com. Recuperado 28 de septiembre de 2021, de <https://www.oracle.com/co/database/what-is-a-relational-database/>

La naturaleza del proyecto es almacenar muchos datos para después analizar y es por ello por lo que se utilizara una base de datos NoSQL, para tal fin analizaremos las características de las bases de datos NoSQL más comunes del mercado las cuales son:

- CouchBase
- Cassandra
- Neo4j
- Google Cloud Bigtable
- Redis
- MongoDB
- Amazon DynamoDB

Comparativo entre bases de datos:

ILUSTRACIÓN 8: COMPARACIÓN DE BASE DE DATOS

Comparison of NoSQL databases

DATABASE	TYPE	VENDOR OR OPEN SOURCE	ACID COMPLIANCE	PRIMARY QUERY LANGUAGE	TOP USE CASES	SECURITY
Couchbase	Document-based, key value	Open source	Yes	NIQL	Customer service, financial services, inventory and IoT	Includes security for authentication, encryption, auditing and authorization
Cassandra	Wide column	Open source	No	CQL	Social analytics, real-time analytics, retail and messaging	Built-in security for authorization, encryption and authentication, but security is disabled by default for ease of use within clusters
Neo4j	Graph	Open source single-node version; commercial license for clustering	Yes	Cypher	AI, master data management, recommendation services and fraud protection	Built-in security for authorization, roles and encryption
Google Cloud Bigtable	Wide column	Vendor	No	Allows for use of many languages	IoT data management, financial services, retail data and time series data	Secured by vendor
Redis	Key value	Open source	Yes	Allows for use of many languages	Caching, queuing, filtering and stats	Automatically starts in "protection mode" and offers security suggestions
MongoDB	Document-based	Limited open source version; advanced features require commercial subscription	Yes	JavaScript	IoT management, real-time analytics, app development, inventory and personalization	Built-in security for authorization, authentication and encryption
Amazon DynamoDB	Key value or document-based	Vendor	Yes	DQL	Gaming, retail, financial services, advertising and streaming media	Built-in security for data and applications; vendor-secured software, hardware, facilities and network

Fuente: tomado <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/consejo/Comparacion-de-bases-de-datosNoSQL-para-elegir-la-opcion-adecuada>

El sistema de base de datos que se va a utilizar es Atlas MongoDB ya que es una base de datos documental, lo que significa que almacena datos en forma de documentos tipo JSON. Al utilizar MongoDB nos permitirá realizar esta tarea con más velocidad y eficiencia.

Conclusiones

En este capítulo se identificaron y recolectaron los materiales que serán necesarios para el desarrollo del proyecto, así como también la respectiva asociación con la entidad correspondiente a procesos que se realizará una vez la persona haya sido encontrada por el sistema. Esta información fue clave para sentar las bases del proyecto.

8. DEFINICIÓN DEL CONJUNTO DE HERRAMIENTAS PARA LLEVAR A CABO EL DESARROLLO DEL PROYECTO.

Este capítulo tiene como finalidad, definir las herramientas que se implementaran en el proyecto, teniendo en cuenta que el mundo de la tecnología cuenta con un enorme número de posibilidades para poder escoger; sin embargo, la decisión de preferir una herramienta sobre otra se encuentra relacionado con el tema de eficiencia, simplicidad y el mayor beneficio para el funcionamiento del proyecto; cabe resaltar que dentro de las limitaciones que se han encontrado a la hora de establecer las herramientas óptimas para la construcción de proyecto se ofrecen servicios que son de pago, más conocidas como SaaS(Software como servicio) el cual también se encuentra ligado al *“pay as you go”* o *paga mientras lo usas*.

Dadas las circunstancias del proyecto, es inficioso acceder a herramientas de pago, en donde no se le dará el uso completo a todas las funcionalidades que se ofrecen por parte de los diferentes proveedores y además teniendo en cuenta que existen herramientas *“open source”* que se ajustan a las necesidades exactas del proyecto se considera óptimo utilizar instrumentos libres.

8.1 OPTAR POR EL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN MÁS ADECUADO PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO.

El sistema de reconocimiento facial para personas desaparecidas (SEFAD) al ser una plataforma web para el uso de la comunidad de la universidad piloto de Colombia podemos optar por varios lenguajes de programación para backend, a continuación, se presenta un comparativo entre los lenguajes más usados actualmente.

JavaScript

JavaScript es un lenguaje de programación interpretado. Se define como orientado a objetos, basado en prototipos, imperativo, débilmente tipado y dinámico.

Características:

- Desarrollo rápido: Tanto para frontend como backend se utiliza la misma sintaxis, lo que lo hace muy versátil.
- Rentabilidad: Se reducen los costos al manejar un mismo lenguaje para frontend y backend.
- Código abierto: Esto permite que JavaScript esté mejorando constantemente gracias a la comunidad.

Limitantes:

- Las opciones del lenguaje de programación en el ámbito 3D son limitadas, para realizar videojuegos es necesario utilizar otras herramientas.
- Los usuarios pueden desactivar JavaScript desde el navegador.
- No es compatible con todos los navegadores de manera uniforme.

Python

Python es un lenguaje de programación de alto nivel interpretado de propósito general, es un lenguaje de scripting y orientado a objetos.

Características:

- Fácil de aprender: La filosofía de Python es ser un lenguaje limpio y legible por lo que se hace muy sencillo de aprender.
- Funciones IoT: Se puede utilizar Python para crear objetos con Raspberry Pi.
- Rentabilidad: Python es Open Source lo que permite su mejora constante gracias a los aportes de su comunidad
- Muchas Librerías: Hay muchas librerías disponibles lo que permite implementar funcionalidades sin escribir tanto código.

Limitantes:

- La capa de acceso a la base de datos no está tan desarrollada como en otros lenguajes de programación.
- Python depende mucho de librerías y marcos de trabajo de terceros.

Ruby

Es un lenguaje de programación dinámico y de código abierto enfocado en la simplicidad y productividad. Su elegante sintaxis se siente natural al leerla y fácil al escribirla.

Características:

- Bibliotecas masivas: Ruby puede implementar varios módulos desarrollados por terceros que están disponibles en RubyGems.
- Características de prueba: En Ruby existen módulos para realizar pruebas, la cual asegura el desarrollo de aplicaciones de calidad.
- Meta programación: Ruby permite la metaprogramación, la cual permite a un programa adquirir datos de otros programas y modificarse mientras se ejecuta.

- Rápido y confiable: Los scripts en Ruby se escriben más rápido en comparación con otras tecnologías de scripting gracias a su sintaxis. La programación orientada a objetos hace que Ruby sea más robusto y es excelente para realizar consultas y procesar datos.

Limitantes:

- El tiempo de ejecución de scripts es más lento comparado con otros lenguajes.
- Las bibliotecas de Ruby son limitadas a pesar de ser un lenguaje de código abierto.
- Los códigos Ruby son difíciles de depurar.

PHP

PHP (Hypertext Preprocessor) es un lenguaje de código abierto especialmente adecuado para el desarrollo web, se utiliza del lado del servidor (Backend).

Características:

- Automatización: Con el scripting de PHP se automatizan tareas tales como la autenticación, mapeo de URL, administración de sesiones y muchos más.
- Seguridad: PHP tiene muchas funciones de seguridad incorporadas que le permiten mitigar varias amenazas.
- Código abierto: PHP tiene muchas librerías gratuitas que se pueden aprovechar para realizar un desarrollo rápido.
- Rentabilidad: PHP es de código abierto, su uso es completamente gratuito y cuenta con el soporte de una amplia comunidad de desarrolladores.

Limitantes:

- PHP está por detrás de las tecnologías de desarrollo actuales como Ruby o Python debido a las bibliotecas limitadas.
- Al ser un lenguaje de código abierto es susceptible al mal uso y la creación de código con errores.

Java

Java es un lenguaje de programación orientado a objetos, su intención es permitir que los desarrolladores puedan crear aplicaciones una sola vez para ser ejecutadas en cualquier dispositivo.

Características:

- Escalable: Permite en el lado del servidor ejecutar varias instancias a la vez, lo que lo convierte en una gran tecnología de desarrollo backend.
- Librerías de código abierto: Java posee librerías masivas de código abierto que pueden ser utilizadas libremente.
- Subprocesos múltiples: Java puede manejar diferentes peticiones de subprocesos independientes.
- Fácil de entender: La sintaxis que maneja java es simple y fácil de entender ya que es muy fácil recordar las palabras clave.

Limitantes:

- No es posible realizar programación de bajo nivel con Java.
- El lenguaje requiere mucho tiempo para aprenderlo.
- El desarrollo de interfaces GUI en java es muy básico y hasta anticuado.

C#

Es un lenguaje de programación multiparadigma desarrollado por Microsoft como parte de la plataforma .NET

Características:

- Orientado a objetos: Gracias a ser orientado a objetos los desarrolladores pueden hacer un buen uso de las clases y relaciones, esto permite que se pueda programar de manera más organizada y limpia.

- Multiplataforma: Las aplicaciones desarrolladas con C# pueden ejecutarse en diferentes sistemas operativos.

Limitantes:

- Por ser un lenguaje de programación de alto nivel no puede interactuar directamente con el hardware.
- La compatibilidad es un problema porque solo puede ser instalado desde una computadora con Windows.
- Solo puede ser utilizando el ambiente .Net, esto lo hace muy inflexible con respecto a las tecnologías actuales

Perl

Perl (Practical Extracting and Reporting Language), es un lenguaje de programación interpretado, se utiliza para crear aplicaciones CGI para entornos web.

Características:

- Multiplataforma:
- Extensibilidad:
- Procesamiento de texto:
- Código Abierto:

Limitantes:

- Los programas desarrollados en Perl no son tan buenos como en otros lenguajes.
- Las librerías de Perl se encuentran algo obsoletas y no presentan algunas características básicas necesarias.
- Perl no es escalable.
- Las librerías de Perl son de pago por lo que es un costo adicional a tener en cuenta.

Teniendo en cuenta el análisis anterior entre los diferentes lenguajes de programación se evidencia que los lenguajes JavaScript, Ruby, Python y PHP son los que en general presentan los mejores resultados, tanto por flexibilidad como por rentabilidad.

8.2 ESTABLECER EL SISTEMA DE CÁMARAS QUE SERÁ UTILIZADO EN EL PROCESO DE RECONOCIMIENTO FACIAL.

Teniendo en cuenta el ambiente en el cual se plantea desde un inicio el proyecto, es muy difícil acceder a un sistema de cámaras que permita realizar la implementación de nuestro proyecto, por tal motivo y según la investigación exhaustiva que se realizó frente a las herramientas más adecuadas para la construcción y puesta en marcha de la idea, se han establecido unos instrumentos ideales los cuales se han dividido en dos grupos, los cuales están divididos en requisitos mínimos o en los requisitos recomendados; los cuales dentro de las opciones de requisitos y que cuenten con las características mínimas de funcionalidad, se han establecido una serie de cámaras web, las cuales cuentan con una resolución de *1920x1080* y 2 Megapíxeles y también una resolución de *1280x720* *0,9 megapíxeles* como se puede observar en la ilustración 9.

ILUSTRACIÓN 9: CARACTERÍSTICAS DE LA CÁMARA

 CÁMARAS	 CÁMARAS
HITMAN GW800	FOBOS GW600
Control automático: - saturación, contraste, agudeza, balance de blancos, exposición.	Control automático - Saturación, contraste, agudeza, balance de blancos, exposición.
Compatibilidad: - Win XP (SP2, SP3), VISTA, Win 7, 8, 10, Linux o Mac OS con driver UVC.	Compatibilidad - Win XP (SP2, SP3), VISTA, Win 7,8,10, Linux o Mac OS con driver UVC.
Tamaño del lente: - 1/2,7".	Tamaño del lente - 1/4".
Píxeles efectivos: - 1920 x 1080.	Píxeles efectivos - 1296 x 732.
Formato de datos: - MJPEG/YUY2.	Formato de datos - MJPEG/YUY2.

Fuente: tomado de <https://redragon.es/products/best-seller/hitman-gw800>

8.3 ELECCIÓN DEL SERVICIO DE RECONOCIMIENTO FACIAL A UTILIZAR.

En el mercado actual existen diferentes servicios para realizar la tarea de reconocimiento facial, para tal fin a continuación se presentará un comparativo entre los diferentes servicios que se utilizan en la actualidad para posteriormente seleccionar el que más nos convenga para el desarrollo del proyecto.

Face-API

Face-api.js es una librería que permite a los desarrolladores utilizar la detección de rostros en sus aplicaciones, está implementada sobre la API central de tensorflow.js. Hay varios modelos disponibles con face-api.js, que incluyen detección de rostros, detección de puntos de referencia de rostros, reconocimiento de rostros, reconocimiento de expresiones faciales, estimación de edad y reconocimiento de género.

Las ventajas de utilizar esta librería es que es de uso libre y puede ser utilizada por cualquier persona.

Reconocimiento con Python OpenCV

OpenCV es una librería de procesamiento de imágenes y videos, se utiliza para el análisis de imágenes y videos, como detección facial, lectura de matrículas, edición de fotos, visión robótica avanzada y muchos más.

La librería dlib contiene la implementación de "Deep metric learning" que se utiliza para construir las incrustaciones faciales utilizadas para el proceso de reconocimiento en tiempo real. OpenCV junto con la librería face_recognition trabajan en simultáneo para realizar la tarea de manera eficiente.

OpenCV es una librería open source lo que permite a la comunidad participar en el proyecto aportando código nuevo, así como mejoras para cada día ser más eficiente. El uso de la librería es completamente gratuito, puede ser utilizada por cualquier persona.

Azure Face

El servicio Azure Face proporciona algoritmos de inteligencia artificial que detectan, reconocen y analizan rostros humanos en imágenes.

La detección de rostros es necesaria como primer paso en todos los demás escenarios. La API Detect detecta rostros humanos en una imagen y devuelve las coordenadas rectangulares de sus ubicaciones. También devuelve una identificación única que representa los datos faciales almacenados, que se utiliza en operaciones posteriores para identificar o verificar rostros. Opcionalmente, la detección de rostros también puede extraer un conjunto de atributos relacionados con el rostro, como la pose de la cabeza, la edad, la emoción, el vello facial y las gafas. Estos atributos son predicciones generales, no clasificaciones reales. Algunos atributos son útiles para garantizar que su aplicación obtenga datos faciales de alta calidad cuando los usuarios se agregan a un servicio de Face (por ejemplo,

su aplicación podría recomendar a los usuarios que se quiten las gafas de sol si el usuario lleva gafas de sol).¹⁶

Azure Face al ser un servicio de Microsoft tiene un costo, el cobro se realiza según el número de rostros analizados, se dividen en las siguientes categorías:

- Detección de caras
- Comprobación de caras
- Identificación de caras
- Agrupación de caras
- Búsqueda de caras parecidas

A continuación, se relaciona la información de cobros (en dólares estadounidenses) según los rostros analizados.

- De 0 a 1 millón de transacciones - \$1 por 1000 transacciones
- De 1 a 5 millones de transacciones - \$0,80 por 1000 transacciones
- De 5 a 100 millones de transacciones - \$0,60 por 1000 transacciones
- Más de 100 millones de transacciones - \$0,40 por 1000 transacciones

Almacenamiento de caras \$0,01 por 1000 caras al mes.

Amazon Rekognition

Amazon Rekognition facilita la adición de análisis de imagen y video a sus aplicaciones con tecnología probada, altamente escalable y de aprendizaje profundo que no requiere experiencia en aprendizaje automático para su uso. Con Amazon Rekognition puede identificar objetos, personas, texto, escenas y actividades en imágenes y videos, además de detectar cualquier contenido inapropiado. Amazon Rekognition también proporciona análisis faciales de alta precisión y capacidades de búsqueda facial que puede usar para detectar, analizar y comparar rostros. Es posible implementar estos recursos en una amplia variedad

¹⁶ P. (2021, 19 abril). What is the Azure Face service? - Azure Cognitive Services. Microsoft Docs. Recuperado de: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/cognitive-services/face/overview>

de casos de uso vinculados con la verificación de usuarios, el conteo de personas y la seguridad pública.¹⁷

Amazon Rekognition al ser un servicio de AWS tiene un costo, el cobro se realiza según el número de imágenes procesadas y la región, en promedio los costos son lse puede evidenciar en la ilustración 10:

ILUSTRACIÓN 10: COSTOS DE AMAZON

Tipo de Costo	Precios	Precio Por 1000 imágenes
Primer millón de imágenes procesadas* al mes	0,001 USD por imagen	1,00 USD
Siguientes 9 millones de imágenes procesadas* al mes	0,0008 USD por imagen	0,80 USD
Siguientes 90 millones de imágenes procesadas* al mes	0,0006 USD por imagen	0,60 USD
Más de 100 millones de imágenes procesadas* al mes	0,0004 USD por imagen	0,40 USD

Fuente: tomado de SEFAD

Conclusiones

Según los lenguajes de programación analizados podemos concluir que el que más nos conviene para el desarrollo del proyecto es JavaScript por su desarrollo rápido ya que este nos permite desarrollar Frontend y Backend con la misma sintaxis, también nos ofrece la librería para el reconocimiento facial face-api la cual utilizaremos para realizar el reconocimiento facial con las cámaras del sistema ya que es de uso gratuito y está especializada para reconocer rostros humanos.

Se ha logrado determinar, que para la instancia en la cual se desea implementar el proyecto se no requiere de un sistema de cámaras sofisticado, ya que con los requisitos mínimos de una cámara web con la resolución enmarcada en los ítems anteriores, se puede satisfacer adecuadamente el sistema de reconocimiento facial.

¹⁷ Amazon Rekognition – Análisis de imagen y video – Amazon Web Services (AWS). (s. f.). Amazon Web Services, Inc. Recuperado 29 de septiembre de 2021, de <https://aws.amazon.com/es/rekognition/?blog-cards.sort-by=item.additionalFields.createdDate&blog-cards.sort-order=desc>

9. APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS PROPUESTAS PARA CUMPLIR CON LA PLANEACIÓN PROPUESTA.

Una vez que se estableció el lenguaje de programación que se utilizará en el proceso de construcción del proyecto, es hora de iniciar con el proceso de implementación, en donde como propósito principal de este capítulo se utilizará cada una de las herramientas, las cuales fueron seleccionadas por su utilidad, sencillez y eficiencia.

Dentro de este capítulo se evidenciará la manera en cómo se implementará cada instrumento tecnológico para ir dando forma al proyecto, que luego podrá medirse y controlar la precisión del sistema.

9.1 DISEÑO DE LA BASE DE DATOS PARA ALMACENAR, REGISTRAR Y CONSULTAR LA INFORMACIÓN DE LAS PERSONAS DESAPARECIDAS (AUSENTE).

De acuerdo con el análisis realizado con anterioridad se diseñó y creó las colecciones para realizar el proceso de almacenamiento donde se dividió de la siguiente manera:

Estudiante:

- ID
- Dirección
- Email
- Estado
- Foto
- Nombre completo
- Edad
- Fecha reporte
- Fecha aparición

- Genero
- Carrera
- Teléfono

Seguimiento:

- Nombre
- Teléfono
- Email
- ID estudiante
- ID especialista
- Estado
- Fecha inicio
- Fecha finalización

Teniendo en cuenta que SEFAD es un sistema colaborativo que pretende involucrar varias áreas de la universidad que aporten al desarrollo y al plan de mejoramiento para mitigar el proceso de deserción, se han establecido una serie de perfiles donde cada uno de ellos podrá interactuar y aportar desde su rama del conocimiento para atender cada una de las causas de este flagelo.

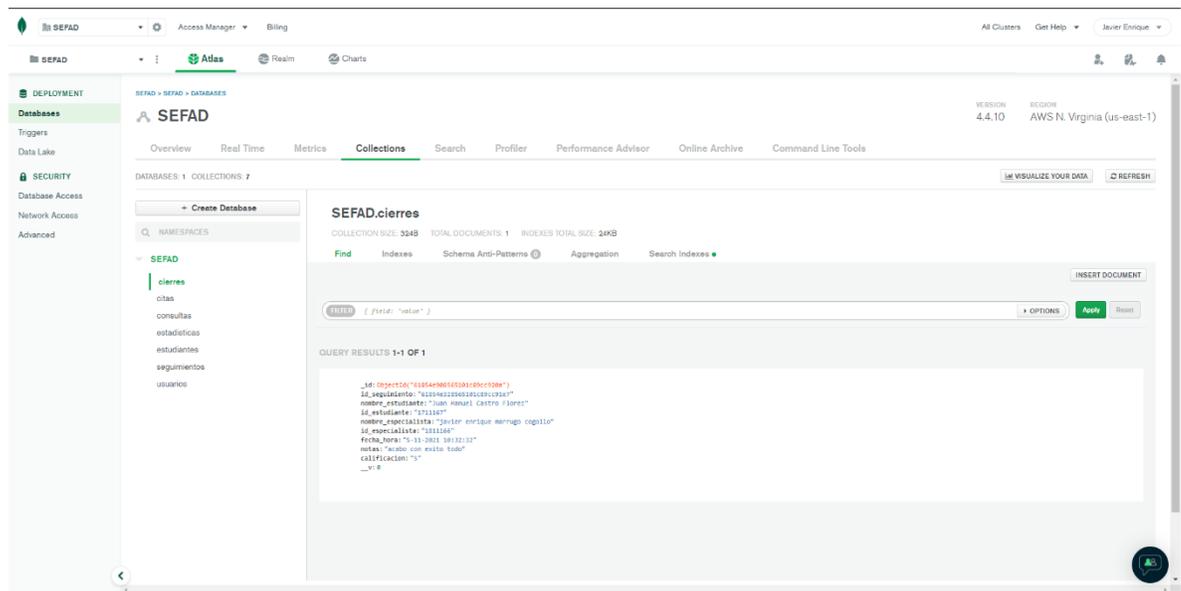
Para ello se encuentra los perfiles:

- Administrador (director del POU)
- Psicólogo

Usuarios:

- Nombre
- Correo
- Teléfono
- Código
- Clave
- Dirección
- Usuario

ILUSTRACIÓN7: MONGO DB



Fuente: tomado de SEFAD

9.2 RELACIONAR LA BASE DE DATOS CON EL SISTEMA WEB DE LAS CÁMARAS.

Mongoose es una librería de node.js que permite conectar y gestionar la base de datos que se encuentra alojada en MongoDB Atlas. Dentro de Mongoose se establecen unos esquemas que permiten manipular las colecciones dentro de la base de datos manteniendo un bosquejo de la información.

De acuerdo con el planteamiento que se realizó para poder disponer de un espacio de pruebas e implementación, se da por hecho que la base de datos se encuentra cargada con los datos e imágenes de cada uno de los estudiantes que se encuentran matriculados en la universidad. Manejando el supuesto de que al momento en el que un estudiante se matricula en la universidad se le toman dos fotografías del plano frontal en donde se pueda encontrar una variación en los gestos para poder utilizar estas imágenes dentro del proceso de búsqueda para comparar lo que está captando la cámara con las imágenes almacenadas en la base de datos.

9.3 REALIZAR LOS MÓDULOS PARA EL SEGUIMIENTO POSTERIOR AL HALLAZGO DEL ESTUDIANTE

- Módulo de reconocimiento facial
- Módulo de seguimiento
- Módulo de registro de ausentes
- Módulo de estadísticas

9.4 IMPLEMENTACIÓN DEL ALGORITMO DE RECONOCIMIENTO FACIAL PARA REALIZAR EL ANÁLISIS DE LAS IMÁGENES.

Siguiendo con la línea de investigación y la selección de herramientas para el proceso de reconocimiento facial, se implementó la librería Face-Api de JavaScript (Open Source) que permite realizar el proceso de reconocimiento facial con la particularidad de que se puede integrar a un proyecto web con facilidad permitiendo ajustar cada una de sus propiedades de acuerdo con las necesidades o requerimientos del proyecto partiendo de que Face-Api es una herramienta compuesta con Tensor Flow que a su vez una biblioteca de código abierto diseñada por Google para el aprendizaje automático; lo cual facilita el proceso de reconocimiento facial, puesto que las redes neuronales que componen este módulo ya están entrenadas para reconocer rostros humanos.

Face-API funciona con promesas por lo que requiere que sus funciones sean asíncronas, por la naturaleza del proceso de nuestro proyecto la cual es síncrona se vio la necesidad de implementar funciones asíncronas (*sync*), lo cual requiere una promesa que debe ser ejecutada antes de ser de continuar con la ejecución (*Await*), debido a lo anterior el proyecto se vio afectado y surgió la necesidad en medio del proceso de implementación de reconocimiento facial utilizar jQuery (Ajax) ya que este permite el uso de promesas en las consultas.

Este inconveniente generó una reestructuración completa del esquema del código lo que implicó un retraso en el cronograma de actividades afectando las actividades contiguas.

Conclusiones

Dentro del proceso de implementación se ha podido observar que cada una de las herramientas propuestas y seleccionadas para construir el proyecto han encajado de tal manera que el proyecto funcione de una manera sencilla y eficaz donde se mitigó el tema de costos y adquisición de licencias puesto que el software que se utilizó para la implementación del proyecto es Open Source.

10. MEDICIÓN DE LA OPERABILIDAD Y LA EXACTITUD DEL SISTEMA DE RECONOCIMIENTO FACIAL PARA ASEGURAR LA EFICIENCIA DEL SISTEMA.

Una vez culminado el proceso de implementación, es necesario realizar un plan de pruebas que nos permita medir y controlar la operatividad de cada uno de los módulos que componen el proyecto permitiendo así evaluar su efectividad, para lo cual es necesario diseñar métricas las cuales están divididas en cumple, no cumple y por mejorar estableciendo un log de defectos el cual nos permita registrar cada uno de los incidentes encontrados y poder solucionar cada uno de los requerimientos para que el aplicativo funcione en óptimas condiciones.

Para terminar, una vez tratado cada uno de los fallos que presente la aplicación o módulos que se puedan mejorar se realizará un proceso de versiones, el cual nos permitirá llevar un proceso ordenado de cada una de las modificaciones que se realicen y de esta manera facilitar el proceso de recuperación frente a una posible avería.

10.1 VALIDAR EL PORCENTAJE DE COINCIDENCIA ENTRE LA IMAGEN ALOJADA EN LA BASE DE DATOS Y LA CAPTURA REALIZADA POR LA CÁMARA.

Durante el proceso de pruebas, uno de los factores a evaluar fue el porcentaje de coincidencia entre el rostro y las imágenes alojadas en la base de datos; dentro la librería de Face-Api a la concurrencia entre imágenes o rostros se denomina distancia, es decir que entre mayor se la coincidencia entre imágenes en una escala entre el 0.0 al 0.9 mayor es la exactitud de reconocimiento facial.

Durante del proceso de pruebas se realizaron dos test, uno de ellos se realizó con el dispositivo Redragon Fobos, el cual cuenta con una resolución 1280x720 y 0,9 megapíxeles la cual en 4/10 reconocimientos arrojó una distancia inferior al 0.5 lo que nos indicó que la calidad de la cámara y su resolución para estos casos es de mucha importancia ya que esto limita el proceso de identificación de rostros sin dejar un lado importancia de contar con una buena iluminación ya que en ocasiones el sistema no reconoce a la persona por completo aunque esto no es impedimento para que el sistema de reconocimiento funcione en ambientes de baja luminosidad. En la siguiente ilustración se puede evidenciar que la distancia de reconocimiento es inferior al 0.5.

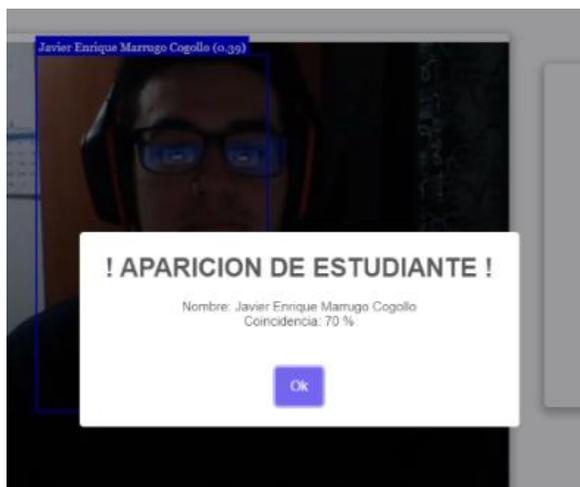
ILUSTRACIÓN 11: PRUEBA CON CÁMARA FOBOS



Fuente: tomado de SEFAD

El segundo test que se realizo fue con el dispositivo Redragon Hitman el cual cuenta con un resolución de 1920×1080 y 2 Megapíxeles, este dispositivo es el principal de nuestro proyecto, ya que es el que cuenta son los requisitos por arriba de los mínimos, en donde se realizaron cien pruebas de las cuales 21 presento una distancia promedio de 0.54 evaluándolas en ambientes con una luminosidad normal así como también baja; el porcentaje restante, es decir las 79 pruebas siguientes mantuvieron una distancia del 0.7 dando como resultado un coincidencia del 70% como se puede observar en la siguiente ilustración:

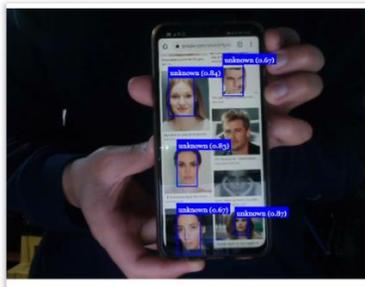
ILUSTRACIÓN 12: PRUEBA DE ACEPTACIÓN



Fuente: tomado de SEFAD

Otra de las pruebas realizadas, fue el proceso de reconocimiento y detección de rostros por medio de fotografías o videollamadas en donde el sistema de reconocimiento facial no tuvo ningún impedimento para identificar los rostros; la prueba consistió en ejecutar el sistema SEFAD, una vez el sistema se encontraba en ejecución se realizó una videollamada por medio del aplicativo whatsapp y el sistema reconoció el rostro de uno de los integrantes del grupo sin ningún inconveniente, además de que el sistema se encuentra totalmente en disposición para reconocer rostros en simultáneo.

ILUSTRACIÓN 13: RECONOCIMIENTO EN FOTOGRAFÍAS



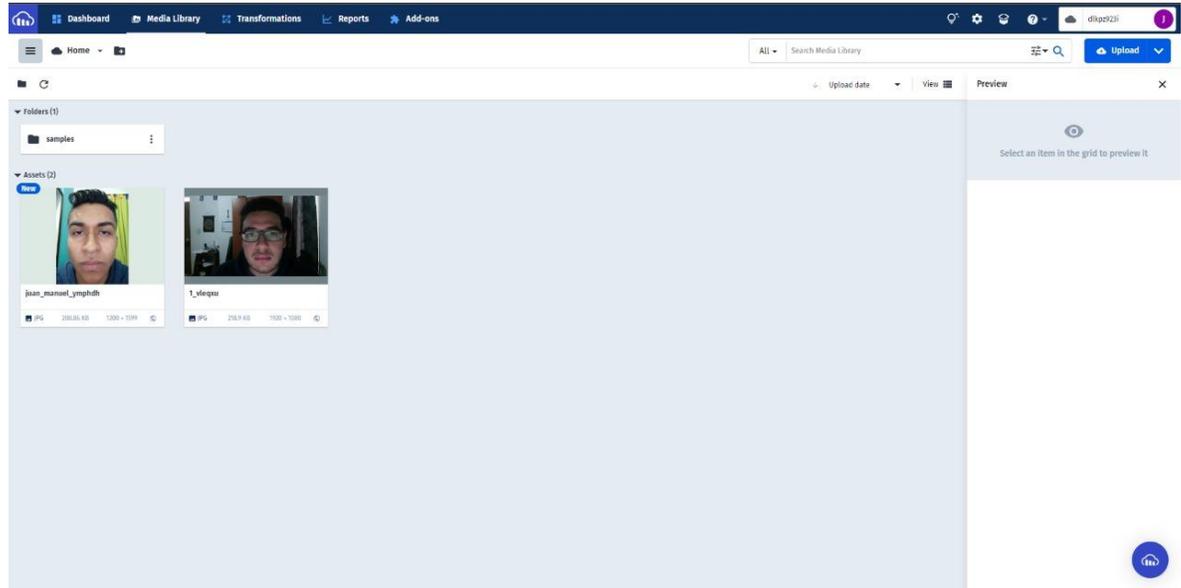
Fuente: tomado de SEFAD

10.2 ASEGURAR LA DISPONIBILIDAD E INTEGRIDAD DE LAS IMÁGENES ALMACENADAS EN LA BASE DE DATOS.

En el proceso de manejo y disponibilidad de las imágenes que se desean almacenar y utilizar en el proyecto, se deseó utilizar una herramienta la cual ofrece un servicio de almacenamiento y gestión de imágenes en la nube, permitiendo de esta manera ahorrar costos en la adquisición de repositorios o bodegas de datos para almacenar las imágenes, y que el servicio que ofrece Cloudinary es totalmente gratuito y muy fácil de usar, permitiendo a los usuarios acceder a las imágenes por medio de una url, la cual sirve para ser almacenada en la base de datos, para posteriormente ser consultadas por el aplicativo de reconocimiento facial y no tener que cargar la base de datos con imágenes, las cuales al ser manejadas en gran volumen podrían

incurrir en algún cobro adicional por sobrepasar los estándares de almacenados permitidos.

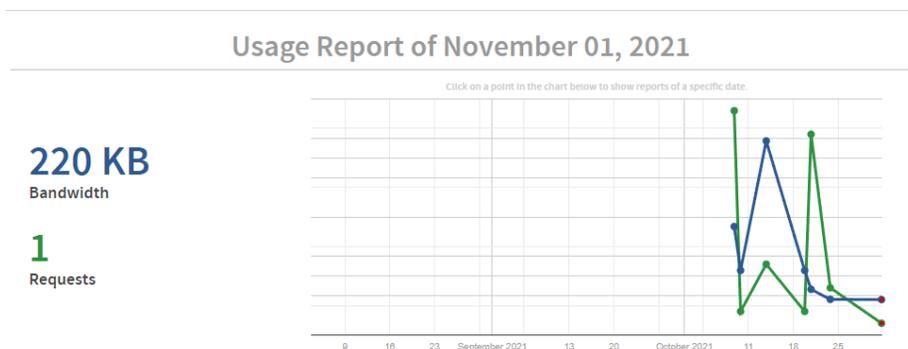
ILUSTRACIÓN 14: CLOUDINARY



Fuente: tomado de SEFAD

Una de las ventajas del uso de Cloudinary es su disponibilidad y facilidad para usar la plataforma, aparte de eso la administración que ofrece la página, en donde se puede visualizar por medio de estadísticas muy sencillas la usabilidad o incluso validar cuantas veces se accede para consultar una imagen en una línea de tiempo.

ILUSTRACIÓN 15: ACCESO A CLOUDINARY



Fuente: tomado de SEFAD

Otra de las ventajas por las cuales se decidió usar Cloudinary, fue por su escalabilidad y disponibilidad frente a otras plataformas, es decir, la plataforma cuenta con más de cuatro datacenters de los cuales entre ellos funcionan como Backus en caso de ser necesario permitiéndole al usuario disponer de su contenido en el momento en que lo desee y sin importar los fallos que se puedan estar presentando en el momento en la infraestructura de la red.

ILUSTRACIÓN 16: DISPONIBILIDAD DE IMÁGENES

⊞ US Datacenter	Operational
⊞ EU Datacenter	Operational
⊞ AP Datacenter	Operational
Media Delivery	Operational
Digital Asset Management (DAM)	Operational
Management Console	Operational
Website & Documentation	Operational
Upload Widget	Operational
Product Gallery Widget	Operational
Media Library Widget	Operational
Video Player	Operational
Media Editing Widget	Operational
Third-Party - Add-ons	Operational
Support Site	Operational
⊞ Third-Party - Amazon Web Services	Operational
⊞ Integrations	Operational
Billing	Operational

Fuente: tomado de SEFAD

10.3 GARANTIZAR LA DISPONIBILIDAD Y CALIDAD DEL SISTEMA SEFAD.

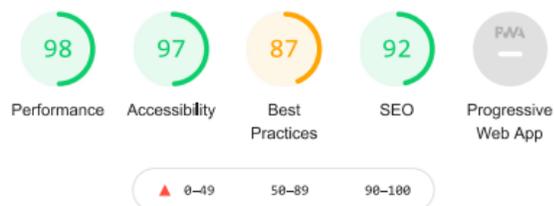
En el proceso de pruebas de calidad y disponibilidad se han establecido lista para tener en cuenta a la hora de evaluar el sistema SEFAD y validar que su funcionamiento y eficacia persistan en el tiempo y asegurando que sea escalable con el tiempo.

Listado de pruebas:

- Lighthouse:
- GTmetrix
- PageSpeed

En las pruebas de Lighthouse se validan con el navegador de preferencia la funcionalidad y disponibilidad del aplicativo con respecto a factores como rendimiento, accesibilidad, buenas prácticas y posicionamiento en búsqueda de acuerdo con la codificación con la que fue diseñada la herramienta.

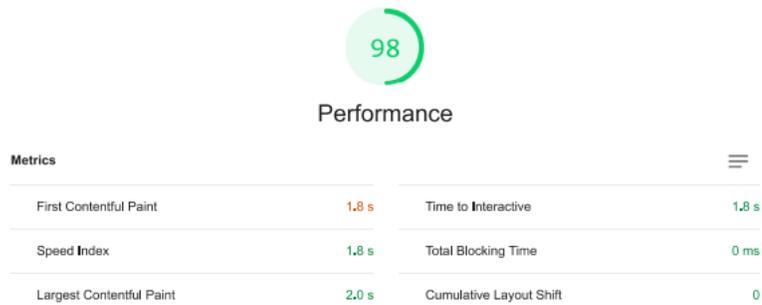
ILUSTRACIÓN 17: PRUEBAS LIGHTHOUSE



Fuente: tomado de SEFAD

En la prueba rendimiento se es necesario completar un total de 35 auditorías de las él aplicativo SEFAD logro superar con éxito 33.

ILUSTRACIÓN 18: PRUEBA DE RENDIMIENTO



Fuente: tomado de SEFAD

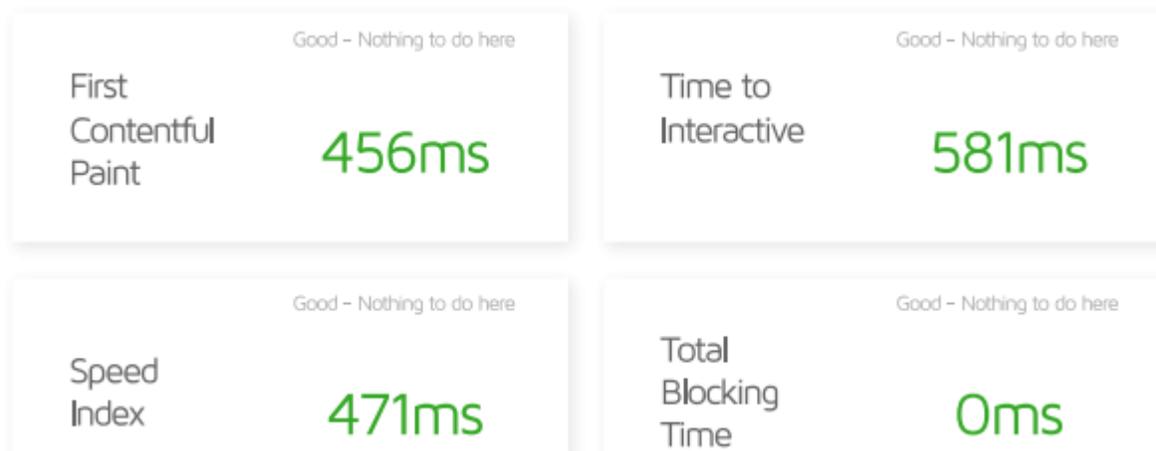
ILUSTRACIÓN 19: PRUEBA GTMETRIX

- Prueba de accesibilidad de GTmetrix.



Fuente: tomado de SEFAD

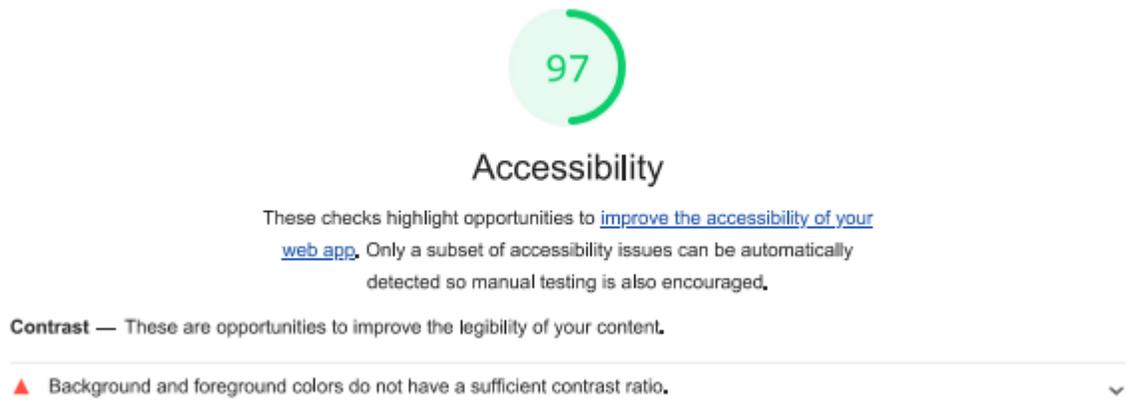
ILUSTRACIÓN 20: PRUEBA GTMETRIXII



Fuente: tomado de SEFAD

Para el siguiente ítem se evalúa la accesibilidad donde el programa solo dio una anotación de que había un HTML que carecía de un elemento de tipo Lang.

ILUSTRACIÓN 21: PRUEBA DE ACCESIBILIDAD



Fuente: tomado de SEFAD

ILUSTRACIÓN 22: BROWSER TIMINGS

Redirect Duration	0ms	Connection Duration	255ms	Backend Duration	75ms
Time to First Byte (TTFB)	330ms	DOM Interactive Time	413ms	First Paint	456ms
DOM Content Loaded Time	581ms	Onload Time	581ms	Fully Loaded Time	675ms

Fuente: tomado de SEFAD

El siguiente ítem es el de buenas prácticas enfocado hacia recomendaciones que podrían ser adoptadas por el equipo para corregir y prevenir posibles afectaciones del sistema, en este caso se evalúa la seguridad, esta prueba logro pasar los estándares sin embargo mirando la puntuación obtenida de 87 puntos sobre 100 se debe al uso de un dominio http y no https; por otra parte se encontró que se estaban usando librerías de JavaScript que estaba susceptibles a vulnerabilidades, aunque en este caso se está usando JQuery y nos recomienda el uso de otra librería que cuente con mejor seguridad.

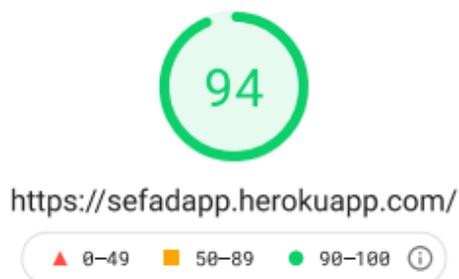
ILUSTRACIÓN 23: PRUEBA DE SEGURIDAD



Fuente: tomado de SEFAD

Esta prueba de rendimiento se realiza una vez desplegada la aplicación web que se encuentra ya alojada en el proveedor de hosting Heroku emulado el aplicativo en un dispositivo móvil.

ILUSTRACIÓN 24: PRUEBA DE VELOCIDAD EN EL HOST



Fuente: tomado de SEFAD

ILUSTRACIÓN 25: RESULTADO DE PRUEBA EN EL HOST

■ First Contentful Paint	2,2 s	● Time to Interactive	2,2 s
● Speed Index	2,2 s	● Total Blocking Time	0 ms
● Largest Contentful Paint	2,2 s	■ Cumulative Layout Shift	0,127

Fuente: tomado de SEFAD

ILUSTRACIÓN 26: PRUEBA EN HOST DESPLIEGUE WEB



Fuente: tomado de SEFAD

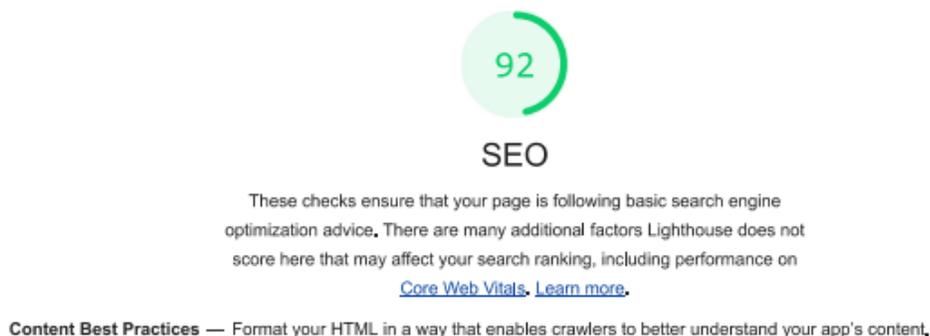
ILUSTRACIÓN 27: PRUEBAS HOST WEB

● First Contentful Paint	0,5 s	● Time to Interactive	0,5 s
● Speed Index	0,5 s	● Total Blocking Time	0 ms
● Largest Contentful Paint	0,5 s	■ Cumulative Layout Shift	0,019

Fuente: tomado de SEFAD

El siguiente ítem que se evalúa es el SEO el cual evalúa que tan bien se puede posicionar tu aplicación en los diferentes motores de búsqueda, dando este una retroalimentación de que el documento debería tener al menos una meta descripción.

ILUSTRACIÓN 28: PRUEBA SEO



Fuente: tomado de SEFAD

Por último, se evalúan métricas para aplicaciones web progresivas, apartado el cual no aplica a nuestro proyecto.

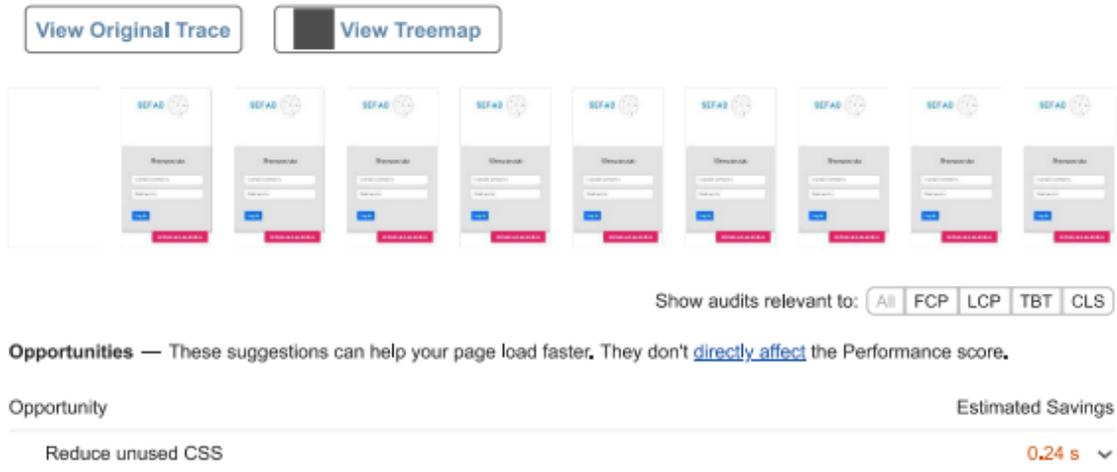
Por otra parte, se desarrolló una serie de pruebas en relación con el tema de adaptabilidad en otro dispositivo, como por ejemplo dispositivos móviles, el cual paso si ningún inconveniente, pero recibe la retroalimentación de reducir la redundancia en las hojas de estilo.

ILUSTRACIÓN 29: DISEÑO RESPONSIVE

Runtime Settings	
URL	http://localhost:3000/
Fetch Time	Nov 2, 2021, 8:47 PM GMT-5
Device	Emulated Moto G4
Network throttling	150 ms TCP RTT, 1,638,4 Kbps throughput (Simulated)
CPU throttling	4x slowdown (Simulated)
Channel	devtools
User agent (host)	Mozilla/5.0 (Windows NT 10.0; Win64; x64) AppleWebKit/537.36 (KHTML, like Gecko) Chrome/95.0.4638.69 Safari/537.36
User agent (network)	Mozilla/5.0 (Linux; Android 7.0; Moto G (4)) AppleWebKit/537.36 (KHTML, like Gecko) Chrome/94.0.4590.2 Mobile Safari/537.36 Chrome-Lighthouse
CPU/Memory Power	1975
Axe version	4.2.3

Fuente: tomado de SEFAD

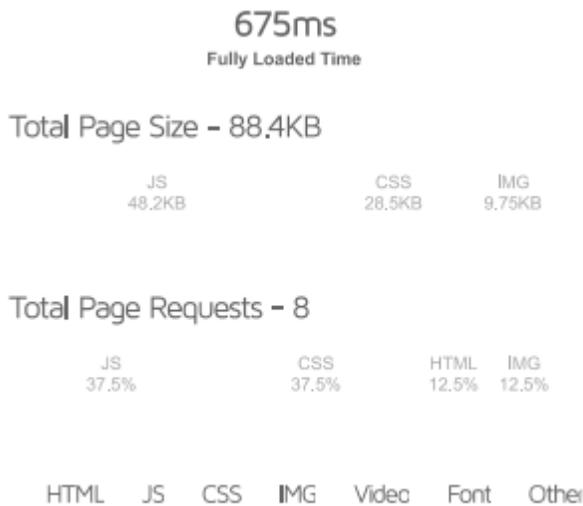
ILUSTRACIÓN 30: MÉTRICAS RESPONSIVE



Fuente: tomado de SEFAD

- Aquí se puede evidenciar las estadísticas del tiempo que tarda el aplicativo en cargar cada segmento y tipo de archivo.

ILUSTRACIÓN 31: LOADED TIME



Fuente: tomado de SEFAD

ILUSTRACIÓN 32: CARGA DEL LOGIN

URL	Status	Domain	Size	Timeline
/	200	sefadapp.herokuapp...	1.94KB	330ms
jquery.mi...	200	cdnjs.cloudflare.com	26.0KB	44ms
css2?fami...	200	fonts.googleapis.com	0.99KB	43ms
bootstrap,...	200	cdn.jsdelivr.net	25.2KB	62ms
sweetalert...	200	cdn.jsdelivr.net	18.3KB	53ms
login.css	200	sefadapp.herokuapp...	2.27KB	76ms
sefad.jpg	200	sefadapp.herokuapp...	9.75KB	157ms
login.js	200	sefadapp.herokuapp...	3.06KB	236ms
favicon.ico	404	sefadapp.herokuapp...	431B	91ms

9 Requests 88.1KB (322KB Uncompressed) Fully Loaded 675ms (Onload 581ms)

Fuente: tomado de SEFAD

Conclusiones

Podemos determinar mediante las pruebas realizadas que nuestro aplicativo se encuentra en óptimas condiciones para su operatividad asegurando la accesibilidad, rendimiento el buen manejo de un diseño completamente reesponsive con la posibilidad de aumentar en la seguridad del aplicativo.

11. RECURSOS DISPONIBLES

ILUSTRACIÓN 33: RECURSOS MATERIALES

RECURSOS MATERIALES		
Producto	Descripción	Precio
Computador	Ryzen 5 2600, 16Gb ram, 1Tb SATA	No Aplica
Celular	HUAWEI Y9 prime	No Aplica
Cámara	Redragon Hitman	No Aplica
Base de datos MongoDB	Sistema gestor de bases de datos NoSQL	No Aplica
Lenguajes de programación	Lenguaje de programación JavaScript.	No Aplica
Cloudinary	Alojamiento de imágenes en la nube	No Aplica

Fuente: tomado de SEFAD

ILUSTRACIÓN 34: RECURSOS FINANCIEROS

RECURSOS FINANCIEROS		
Producto	Descripción	Precio
ISP	Proveedor de internet ETB	\$130.000 COP

Fuente: tomado de SEFAD

ILUSTRACIÓN 35: RECURSOS INSTITUCIONALES

RECURSOS INSTITUCIONALES		
Producto	Descripción	Precio
Tutorías institucionales	Acompañamiento del docente universitario en la realización del proyecto.	No Aplica
Laboratorios Institucionales	Realización de laboratorios para pruebas en la universidad.	No Aplica
Documentación	Acceso a las bases de datos institucionales de la biblioteca.	No Aplica
Google Workspace	Herramientas Ofimáticas de google..	No Aplica

Fuente: tomado de SEFAD

12.CRONOGRAMA

OBJETIVOS ESPECIFICOS	ACTIVIDADES	SEMANA														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Recolectar los recursos necesarios para la estructuración del proyecto.	Solicitar la información y la forma del manejo de procesos realizados por la entidad para el proceso posterior al hallazgo.	■														
	Identificar el sistema de cámaras a utilizar y buscar la manera de asociar el proyecto con la entidad correspondiente.		■	■												
	Determinar el sistema de bases de datos a utilizar según el tipo de datos que se van a manejar.			■												
Definir el conjunto de herramientas para llevar a cabo el desarrollo del proyecto.	Establecer el lenguaje de programación para el desarrollo del proyecto.			■	■											
	Adoptar el tipo de cámara y servidor a utilizar.					■	■									
	Seleccionar el servicio de reconocimiento facial a utilizar.							■	■							
Aplicar de manera funcional las herramientas propuestas para cumplir con la planeación propuesta.	Diseñar la base de datos para almacenar, registrar y consultar la información de las personas desaparecidas (Ausente).									■						
	Relacionar la base de datos con el sistema web de las cámaras.									■	■	■				
	Realizar los módulos para el seguimiento posterior al hallazgo del estudiante									■	■	■				
	Implementar el algoritmo de reconocimiento facial en el servidor para realizar el análisis de las imágenes.												■			
Medir la operabilidad y exactitud del aplicativo para asegurar la calidad del sistema.	Validar el porcentaje de coincidencia entre la imagen alojada den la base de datos y la captura realizada por la cámara.														■	
	Asegurar la disponibilidad e integridad de los datos almacenados en la base de datos.														■	■
	Garantizar la disponibilidad y calidad del sistema SEFAD															■

Fuente: tomado de SEFAD

13. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES GENERALES

Se identificaron y recolectaron los materiales que fueron necesarios para el desarrollo del proyecto, así como también la respectiva colaboración con la entidad universitaria correspondiente y la ayuda del departamento del POU en el proceso que se realizó una vez la persona haya sido encontrada por el sistema. Esta información fue clave para sentar las bases del proyecto. Según los lenguajes de programación analizados podemos concluir que el que más nos conviene para el desarrollo del proyecto fue JavaScript por su desarrollo rápido ya que este nos permitió desarrollar Frontend y Backend con la misma sintaxis, también nos ofreció la librería para el reconocimiento facial face-api la cual utilizamos para realizar el reconocimiento facial con las cámaras del sistema ya que es de uso gratuito y está especializada para reconocer rostros humanos. Se logro determinar, que para la instancia en la cual se implementó el proyecto se no requirió de un sistema de cámaras sofisticado, lo ideal es usar cámaras que cuenten con una mayor densidad de pixeles o con resoluciones muy altas como por ejemplo 4k 3840x2160, sin embargo, con los requisitos mínimos de una cámara web con la resolución enmarcada en los ítems del proyecto, se puede satisfacer adecuadamente las necesidades del sistema. Dentro del proceso de implementación se ha podido observar que cada una de las herramientas propuestas y seleccionadas para construir el proyecto han encajado de tal manera que el proyecto funciona de una manera sencilla y eficaz donde se mitigó el tema de costos y adquisición de licencias puesto que el software que se utilizó para la implementación del proyecto es Open Source.

Se pudo determinar mediante las pruebas realizadas que nuestro aplicativo se encuentra en óptimas condiciones para su operatividad asegurando la accesibilidad, rendimiento el buen manejo de un diseño completamente responsive con la posibilidad de aumentar en la seguridad del aplicativo, por otra parte el proyecto es totalmente escalable gracias a las tecnologías que se usaron y queda abierta a la posibilidad de la optimización de herramientas como también en los dispositivos que se usan para tal fin.

14.BIBLIOGRAFÍA

- Amazon Rekognition – Análisis de imagen y video – Amazon Web Services (AWS). (s. f.). Amazon Web Services, Inc. Recuperado 29 de septiembre de 2021, de <https://aws.amazon.com/es/rekognition/?blog-cards.sort-by=item.additionalFields.createdDate&blog-cards.sort-order=desc>
- B., E., & C., H. (2011). Log in. Recuperado 12 Abril 2021, de <http://eds.a.ebscohost.com.unipiloto.basesdedatosezproxy.com/eds/detail/detail?vid=1&sid=99e987c2-7761-423c-b0a8-c4e2eedf93ea%40pdc-v-sessmgr03&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2I0ZT1lZHMtbGI2ZQ%>
- Boden, M. (2017). Inteligencia Artificial. Recuperado 13 Abril 2021, de https://books.google.es/books?id=LCnYDwAAQBAJ&dq=inteligencia+artificial&lr=&hl=es&source=gbs_navlinks_s
- Boletines Estadísticos Mensuales - Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. (2021). Recuperado 12 Abril 2021, de <https://www.medicinalegal.gov.co/cifras-estadisticas/boletines-estadisticos-mensuales>
- Cifras de Lesiones de Causa Externa - Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. (2021). Recuperado 12 Abril 2021, de <https://www.medicinalegal.gov.co/cifras-de-lesiones-de-causa-externa>
- Cómo funciona el reconocimiento facial y su seguridad. (2017, 27 julio), recuperado de Electronic Identification. <https://www.electronicid.eu/es/blog/post/como-funciona-reconocimiento-facial/es>
- Cubides, J. (2019). Terrorism by the FARC-EP and public policies oriented towards national security in Colombia during 1990-2000. Recuperado 12 Abril 2021, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-65862019000200308

- Hernández Sampieri R., Fernández Collado, C . , & Baptista Lucio, P . (2014). Metodología de la investigación: Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado y Pilar Baptista Lucio (6ª. Ed --.). México D.F.:McGraw-Hill
- Inteligencia Artificial: ¿Qué es? (2017, 22 junio), recuperado de Salesforce. <https://www.salesforce.com/mx/blog/2017/6/Que-es-la-inteligencia-artificial.html>
- Julián, F., Reyes, M., Sánchez, A., & Ríos, C. (2017). RECONOCIMIENTO FACIAL POR EL MÉTODO DE EIGENFACES. Recuperado 13 Abril 2021, de <http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/view/1068>
- P. (2021, 19 abril). What is the Azure Face service? - Azure Cognitive Services. Microsoft Docs. Recuperado de: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/cognitive-services/face/overview>
- Pitarque, A., Salvador, A., & Casanova, A. (2007). Familiaridad y recuerdo en el reconocimiento de rostros ficticios: Recuperado 12 Abril 2021, de <http://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=6&sid=65bd5991-27ed-4d83-a8f9-c3b127445ecc%40pdc-v-sessmgr02&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=27464688&db=fua>
- ¿Qué es una base de datos relacional? (s. f.). Oracle.com. Recuperado 28 de septiembre de 2021, de <https://www.oracle.com/co/database/what-is-a-relational-database>
- Ríos Flórez, J. (2018). Funcionamiento ejecutivo y reconocimiento facial de emociones en personas con y sin diagnóstico de demencia tipo Alzheimer. Recuperado 13 Abril 2021, de <http://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=3&sid=b4969fbb-c878-4d4a-b403->
- Rondón, P., Agudelo, H., & Beatriz, O. (2011). Log in. Recuperado 12 Abril 2021, de <http://web.a.ebscohost.com.unipiloto.basesdedatosezproxy.com/ehost/detail>

[/detail?vid=3&sid=fb460bb5-1500-45f3-bcc3-473a838132d3%40sessionmgr4006](https://www.eltiempo.com/justicia/delitos/menores-de-edad-desaparecidos-en-colombia-cifras-e-historias-568511)

- Tiempo, C. (2021). Las oscuras historias detrás de la desaparición de niños en Colombia. Recuperado 12 Abril 2021, de <https://www.eltiempo.com/justicia/delitos/menores-de-edad-desaparecidos-en-colombia-cifras-e-historias-568511>
- Universidad Piloto de Colombia. 2021. Programa de Orientación Universitaria – POU - Universidad Piloto de Colombia, recuperado de: <https://www.unipiloto.edu.co/bienestar/programa-de-orientacion-universitaria-pou>